

Forsøk med forsterkning og revegetering av kjøretraséer i Porsangmoen - Hálkavárri skytefelt

Hans Tømmervik
Vegar Bakkestuen
Lars Erikstad



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Forsøk med forsterkning og
revegetering av kjøretraséer i
Porsangmoen - Hálkavárri skytefelt

Hans Tømmervik
Vegar Bakkestuen
Lars Erikstad

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

Tromsø, juli 2008

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1905-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Hans Tømmervik

KVALITETSSIKRET AV

Dagmar Hagen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Sidsel Grønvik (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

FLO, Garnisonen i Porsanger, Forsvarsbygg

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVERE

Miljøvernoffiserene på Porsangmoen (2002-2008)

Oberstløytnant Eldar Elvebu, FLO

Line Stabell Selvaag, Forsvarsbygg, 2007-2008

FORSIDEBILDE

Bjarne Jolma i aksjon under utprøvingen av tråleposenett som terrengforsterkningsmiddel i Hålkavárri skytefelt (Foto H. Tømmervik).

NØKKEWORD

Porsanger, Finnmark, vegetasjon, lette terrengkjøretøyer (LTK), forsterkning av kjøretraséer for LTK.

KEY WORDS

Porsanger, Finnmark, vegetation, ATV, reinforcement of ATV tracks.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

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

Rapporten oppsummerer forsøk gjort med forsterkning og revegetering av kjøretraséer for lette terrengkjøretøyer (LTK) i Porsangmoen - Hálkavárri skytefelt, som ble utført i perioden 2002-2007. Hensikten med forsøket var å se om trålpopenett og geonett (brukt i veiutbygging) kan bli brukt til å forsterke LTK-traséer. I tillegg ble det brukt jordforbedringsstoffer for å undersøke deres evne til revegetering og om slike stoffer egner seg til å forsterke kjøretraséer.

Bruk av trålpopenett på rabbene og i skogen ser ut til å redusere de fysiske skadene av kjøringen vesentlig. Røtter ble ikke revet opp i samme grad som i traséene hvor det ikke er nett. Trålpopenettene bør skiftes ut med grovere dimensjon da det forekom skade (kutt i nettene) ved kjøring. Når det gjelder bruk av geonett på myr så er erfaringene så langt meget gode. På myr så ble det kun registrert sammentrykningskader og få eller ingen skader på røtter. På bakkemyr uten geonett ble det observert at kjøretøyene kjørte seg fast allerede etter 2-4 gangers kjøring.

Skader på vegetasjonen registrert fra samme år som kjøringen ble foretatt (i 2003) viser at lav og moser samt forvedete lyngarter slik som krekling er mest utsatt for tidligskader ved kjøring. Det var ikke entydig hvorvidt 4-hjulingen eller 6-hjulingen var mest skånsom mot de ulike vegetasjonstypene, men på rabbene var det en svak tendens til at 6-hjulingen rev opp vegetasjonen mest. 6-hjulingen hadde imidlertid en større tendens til å rive opp vegetasjonen i myr ved svinging (bakkemyra).

Når det gjelder senskader viser resultatene på rabbe at skadene (reduert vegetasjonsdekning og dybde i hjulsporene) er størst hvor det er kjørt med 4-hjuling. Også på myr viser resultatene at 6-hjulingen er noe mer skånsom. Dette skyldes trolig lavere marktrykk hos 6-hjulingen sammenlignet med 4-hjulingen. I skog gir 4-hjulinger og 6-hjulinger omtrent det samme skadeomfanget på markvegetasjonen.

Når det gjelder bruk av jordforbedringsstoffer for revegetering og styrking av kjøresporene gir kombinasjonen alginat+kalk større og raskere respons enn kombinasjonen algit + kalk. Alginat+kalk ga generelt høyere feltsjiktdekning, hovedsaklig av grasarter slik som smyle og sauesvingel men lavere mosedekning. Ettersom gras er et mer slitesterkt vegetasjonsdekke enn moser kan dette ha en langsiktig positiv effekt for å redusere kjøreskader i rabbevegetasjon i fjellet og skog. Ettersom artssammensetningen endrer seg ved bruk av jordforbedringsstoffer og at det nye vegetasjonsdekket er godt synlig (stor smyledekning versus normalt mosedekke) anbefaler vi at alginat kun brukes som "førstehjelp" (for å hindre erosjon) der man trenger raske resultater m.h.t. utvikling av rotnett og plantevekst. Man bør videre være svært forsiktig med jordforbedringsstoffer på myrer (særlig ombrotrofe systemer) hvor det ble registrert stor reduksjon av moser.

Hans Tømmervik, NINA, Tromsø, hans.tommervik@nina.no
Vegar Bakkestuen, NINA, Oslo, vegar.bakkenstuen@nina.no
Lars Erikstad, NINA, Oslo, lars.erikstad@nina.no

Abstract

Tømmervik, H., Bakkestuen, V. og Erikstad, L. 2008. Forsøk med forsterkning og revegetering av kjøretreaser for lette terrengkjøretøyer (LTK) i Porsangmoen - Hålkavárri skytefelt. (Testing of reinforcement and remedial methods for reinforcement of all terrain vehicle (ATV) tracks in Porsangmoen – Hålkavárri training and shooting range, northern Norway). NINA Report 341, 34 p.

It is known that driving of all-terrain vehicles during summer can cause injury and damage to both vegetation and the underlying ground. However, research in this field is rare and not particularly acknowledged on the research agenda. In the period 2002-2007 a test on use of different remediation measures was carried in a military training and shooting range, Porsangmoen – Hålkavárri, in Finnmark county, northern Norway. The main objective of the test was to assess if such remedial actions could be used in order to strengthen the ATV-tracks and make them more useable for driving. Fishnets and Tensar geogrids were used in order to stabilize the ground and vegetation in mires, forest and mountain ridges/heaths. Two types of light ATVs were tested out (4-wheelers and 6-wheelers). In addition also different fertilizers and fertilizing agents (alginate, algit and fertilizer) and limestone (dolomite) for remediation and strengthening/reinforcement of the tracks were tested.

Use of fishnets on ridges and in forests and geogrids on the mires in order to reinforce the tracks showed significantly reduction of the injury and damage to vegetation. Especially, in the mires only contraction injury and few injuries on the roots were observed. When driving with ATVs on mires without geogrids, the mires were more or less completely damaged in the tracks. The ATVs got fastened (stucked) in the mire mud after few times of driving (2-4 times) along the track.

In 2003 (the same year as the vehicles were driven) registration of the vegetation along the tracks showed that lichens, mosses, and dwarf shrubs were teared or damaged. There was no significant difference between the two types of ATVs, but after 4 years (2003-2007) the 4-wheeler tracks showed more visually appearance on the ridges and mires probably due to larger pressure from the 4-wheeler on the ground compared with the 6-wheeler. Also the fraction of open ground (gravel, stone, humus, mud and water) were larger than in the 6-wheeler tracks. In the, forests, however, no significant differences were found.

Use of fertilizers, dolomite and alginates (for revegetation and reinforcement of the tracks) in combination with limestone increased the coverage of vascular plants, in particular grasses like *Avenella flexuosa* and *Festuca ovina* and dwarf birch (*Betula nana*), and especially where the alginate was applicated. On the contrary, the number and coverage of mosses and lichens were reduced in the forests and mires, while the mosses increased in coverage and number (species) on the ridges. Care should be taken in order to use fertilizing agents especially in mires. But in order to get a fast response for remediation of deep tracks or other scars in the vegetation such agents could be used. Also introduction of a new grass-dominated cover in ATV- tracks might increase tolerance of tearing, compared to other vegetation, but this vegetation will be visually different from the original and surrounding cover.

Hans Tømmervik, NINA, Tromsø, hans.tommervik@nina.no
Vegar Bakkestuen, NINA, Oslo, vegar.bakkenstuen@nina.no
Lars Erikstad, NINA, Oslo, lars.erikstad@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Forord	6
1 Innledning.....	7
1.1 Vegetasjonens slitestyrke og revegeteringsevne	7
1.2 Forebyggende og avbøtende tiltak	7
1.3 Forsterkningsmetoder	8
1.4 Mål med prosjektet.....	8
2 Metoder.....	10
2.1 Studieområdet.....	10
2.2 Tiltak	11
2.3 Feltdesign	11
2.3.1 Etablering av forsøksfelt	11
2.4 Metoder for botaniske registreringer og databearbeiding	15
3 Resultater	16
3.1 Forsterkning av vegetasjonen på rabb, myr og i skog – kortsiktige endringer.....	16
3.1.1 Endringer i bjørkeskog i 2003.....	16
3.1.2 Endringene på rabbene i 2003	16
3.1.3 Endringer i myrvegetasjon (flatt terreng) i 2003.....	16
3.2 Forsterkning av vegetasjonen på rabb, myr og i skog - langsiktige endringer.....	16
3.2.1 Skogsrutene	17
3.2.2 Rabbevegetasjonen.....	18
3.2.3 Myr	22
3.3 Effekter av behandling med algit og alginat	24
3.4 Enkeltarter - mangfold og endringer.....	24
3.5 Bakkemyrfeltet	25
3.5.1 Etablering av felt og registreringer i 2003	25
3.5.2 Registreringer av skader på bakkemyr høsten 2004	25
4 Diskusjon og konklusjoner	27
4.1 Forvaltningsstrategi – bruken av kjøretøy og ulike tiltak.....	29
4.2 Avsluttende kommentarer	30
5 Referanser og kilder	31
Vedlegg 1: Endring for enkeltarter – myr og skog.....	33
Vedlegg 2: Endring for enkeltarter – rabber.....	35

Forord

Vi retter en stor takk til Major Curt Dahle og Major Kjetil Hanssen ved Garnisonen i Porsanger samt Entreprenør Bjarne Jolma, Lakselv for informasjon og praktisk hjelp under prosjektet. Forsker Guttorm Christensen, Akvaplan NIVA, takkes for å ha skrevet et notat om mulige miljøkonsekvenser ved bruk av Geonett, trålposenett og jordforbedringsstoffer. Garnisonen i Porsanger, Forsvarets Logistikkorganisasjon (FLO) og Forsvarsbygg har bidratt med finansiell støtte til prosjektet i perioden 2002-2007. I tillegg har prosjektet blitt støttet av SIP-midler via Norges Forskningsråd samt egenforskningsmidler fra NINA,

Tromsø, 18. juli. 2008

Hans Tømmervik
Prosjektleder

1 Innledning

Bruken av lette terrengkjøretøy (LTK) som "fire-" og "sekshjulinger" på barmark fører ofte til terrengslitasje. Rapporten omfatter erfaringer med tiltak for å redusere slik skade. De aktuelle tiltakene er etablering av forsterket kjøretrasé samt behandling med gjødsel, kalk og alginatprodukter for å styrke vegetasjonen.

Prosjektet har omfattet feltundersøkelser over flere år for å kunne måle effekten av tiltak for å bedre vegetasjonens slitestyrke. Studieområdene omfatter myr, bjørkeskog og alpin rabbevegetasjon i Porsangmoen og Hålkavárri skytefelt i Porsanger kommune i Finnmark.

1.1 Vegetasjonens slitestyrke og revegeteringsevne

Det er kjent at terrengskader påvirker vokseforhold og dermed artssammensetningen lokalt og at forskjellige vegetasjonstyper har ulik toleranse overfor slitasje (Tømmervik m.fl. 2005a). Påvirkningen på floraen på detaljert skala er relativt godt kjent fra litteraturen (Renmann 1989, Eriksen 1992a, Eriksen 1992b, Eriksen 1998). Dette gjelder også forhold knyttet til slitasjestyrke og evne til revegetering hos ulike vegetasjonstyper under nordlige forhold.

Fuktige vegetasjonstyper som myr og våtmark og tørre lavrabber med tynt vegetasjonsdekke er generelt mest sårbare for slitasje. Forskjellige vegetasjonstypers slitestyrke er avhengig av fysiske forhold (jordstruktur, geologi og hydrologi), og artssammensetning. Blant annet er rotsystem, vekstpunkt og overvintringsstrategi hos dominante arter viktig. Lavfuruskog og lavheier, starrmyrer og bløtmyrer er blant de vegetasjonstyper som tåler minst tråkk og slitasje. Høgstaudevegetasjon er noe mindre sårbar, og revegeteres raskt. Blåbær – kreklingdominerte samfunn har noe større slitestyrke, mens røsslyng – blokkebærskoger har størst slitestyrke av de vanligste vegetasjonstypene (Nisja 1989, Renman 1989).

Forvedete arter som lyng og busker overvintrer med skudd- og knopper over jorda, og er sårbare for slitasjeskader også om vinteren. Urter og høgstauder derimot overvintrer med rotsystemet i jordskorpa, mens veksten for de fleste arter foregår i skuddspissene. Grasartene overvintrer med rotsystemet i jorda og har vekstpunktet i bladbasis. Dette gjør at selv om grasarter blir skadet i topp og spiss i vekstsesongen vil bladene fortsatt vokse fram (Nisja 1989).

De langsiktige virkningene av sliteskader på naturmiljøet er avhengig av vegetasjonens evne til revegetering. Vedaktige planter har dårlig evne til å overleve skader, mens tørr rabbevegetasjon og hellende myrvegetasjon er har minst evne til naturlig gjenvekst (Forbes m.fl. 2001, Hagen 1994, Hagen 2003b, Nordberg m.fl. 1998). Eksponerte vegetasjonstyper som kreklinghei, reinrosehei, gulskinnhei og greplynghei utsettes normalt for store mekaniske forvittringsprosesser. Sår i vegetasjonsdekket her vil åpne for sekundære skadevirkninger som vinderosjon, frostvirkninger og jordflyt. Næringsrike skogstyper, fuktige gras- og starrdominerte vegetasjonstyper og engsamfunn har gode forutsetninger for revegetering. Revegeteringsevnen for kalkrike vegetasjonstyper med tilgang på fuktighet (som rikere skoger) ser ut til å være høy. Dette innebærer at kjørespor i slik vegetasjon blir delvis restaurerte gjennom naturlige gjengroingsprosesser i løpet av bare noen år (Tømmervik m.fl. 2005b, Thannheiser m.fl. 2008).

1.2 Forebyggende og avbøtende tiltak

Forebygging av nye kjøreskader krever målrettet planlegging basert på kunnskap om effekten av ulike typer aktivitet på ulike naturtyper, samt kunnskap om ulike naturtypers toleranse ovenfor påvirkning (slitestyrke) og evne til å reparere seg selv etter en skade (regenereringsevne).

Forholdet mellom motorferdsel i utmark og skader på vegetasjon og terreng er beskrevet av Hagen i Vistad m.fl.(2007).

Forebyggende tiltak er tiltak som er rettet mot å unngå at det oppstår nye skader. Disse kan være rettet mot hvilken kjøretøytype som brukes, hvordan kjøretøy brukes (fart, aggressiv kontra "myk kjøring") og hvor kjøretøy brukes (vei/trasévalg) og tidspunkt på året for gjennomføring av øvelser eller militær aktivitet (jfr også Naturvårdsverket 1997). I tillegg kan også tiltak som bidrar til å forsterke vegetasjonen, dvs. øker slitestyrken, brukes for å hindre at kjøreskader oppstår. Slike tiltak er for eksempel bruk av geonett eller trålpoper, som er testet i dette prosjektet.

Avbøtende tiltak er tiltak som er rettet mot å reparere eksisterende skader. I denne rapporten blir dette omtalt som *istandsetting av eksisterende skader* eller *tiltak for å reparere skader/inngrep*. Bakgrunnstoff om slike tiltak står i rapporten "Langtidsvirkninger på naturmiljøet av Forsvarets virksomhet i Troms" (Tømmervik m.fl. 2005a).

I områder eller vegetasjonstyper med dårlig evne til revegetering kan det være aktuelt å sette i verk aktive revegeteringstiltak, enten for å øke tempoet i den naturlige gjenveksten eller for å utvikle et nytt vegetasjonsdekke som skal erstatte det opprinnelige (se f.eks. Bradshaw 1997, Cairns 1990). Målet med slike tiltak er ofte å hindre mer omfattende skader (eks. forebygge erosjon) og starte opp prosesser som medvirker til dannelse av jordsmonn. I tillegg kan det også være estetiske og samfunnsmessige mål med å gjennomføre revegeteringstiltak, som for eksempel å redusere konfliktnivå i forhold til andre brukergrupper.

Det finnes svært mange ulike metoder for å gjenskape vegetasjon etter inngrep. Noen er vel-dokumenterte og vitenskapelig gjennomført, andre finnes det svært lite bakgrunnsinformasjon eller dokumentasjon om. Metodene varierer også med hensyn til bruksområde, kostnader og tidsperspektiv. For detaljer vedrørende enkeltmetoder henvises til relevant litteratur, som Fattorini 2001, Forbes & Jefferies 1999, Hagen 1994, Hagen 2003ab, Jorgenson & Joyce 1994, Nordberg m.fl.1998, Urbanska & Chambers 2002).

De metodene som er brukt for å øke vegetasjonens slitestyrke i dette prosjektet er tilsetning av organisk materiale (ulike alginatprodukter) og tilsetning av næring (fullgjødning og kalk). Slike tiltak kan være viktige i vegetasjonstyper med lav slitestyrke og som ligger i områder der det er planlagt fortsatt intensiv bruk.

1.3 Forsterkningsmetoder

Valg av traséer for kjøring utenfor etablert vegnett handler både om kjøring ute i terrenget og kjøring langs etablerte traséer. Kjøring utenfor etablerte traséer bør legges til vegetasjonstyper med størst bæreevne og høyest slitestyrke. I tillegg må det ved all terrengkjøring søkes å unngå områder med stor verdi for biologisk mangfold. Områder som er identifiserte som viktige for biologisk mangfold (jfr. DN-håndbok 13) må unngås ved terrengkjøring.

I et svensk-norsk Interreg III prosjekt "Förstärkta ledstråk" ble forsterkningsmetodikk som forsterkning av kjøreløyper med geonett prøvd ut (Lundin m.fl. 2007). Her finnes mellom annet en omfattende diskusjon omkring ulike typer nett, med viktige momenter som gjelder samme type geonett som er brukt i dette prosjektet (se for øvrig Kap, 4).

1.4 Mål med prosjektet

Planlegging for å forebygge negativ miljøpåvirkning i Forsvarets skyte- og øvingsområder i framtida har to hovedfokus. På den ene siden å unngå at nye skader oppstår, og på den andre

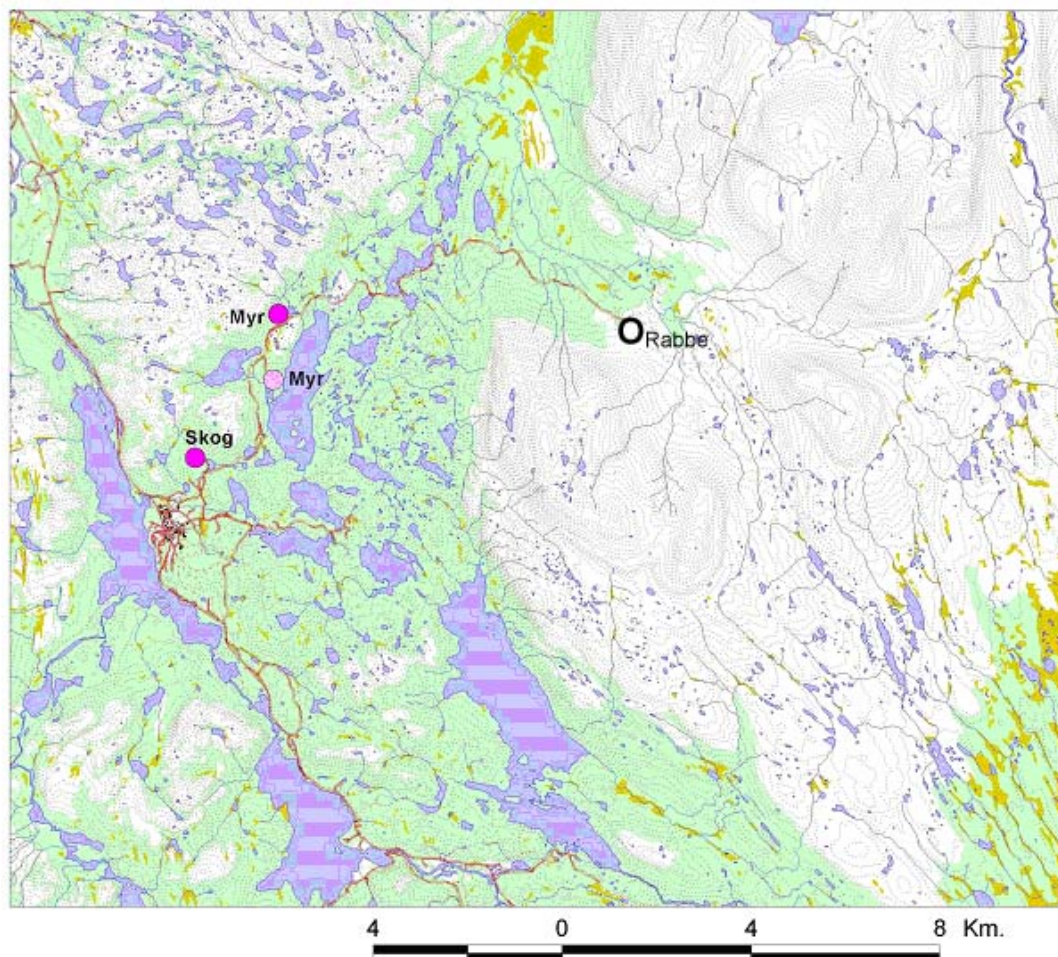
siden å redusere den negative effekten av eksisterende inngrep. For å kunne operasjonalisere dette innenfor Forsvarets daglige aktivitet trengs formulering av konkrete og kunnskapsbaserte tiltak samt retningslinjer for prioritering mellom tiltakene.

Målet med dette prosjektet er å dokumentere hvor godt geonett og trålposenett samt ulike jordforbedringsmidler fungerer ved kjøring med LTK i slitasjesvake vegetasjonstyper i myr, skog og på rabber i fjellet.

2 Metoder

2.1 Studieområdet

Prosjektet er gjennomført i Porsangmoen og Hálkavárri skytefelt (**figur 1**). Skytefeltet ligger på 70 grader nord i Porsanger kommune. Gaissene Halkavarre og Stuorra Gaggavarre rager opp mot 1000 m o.h. sør og øst i skyte- og øvingsfeltet. I sør og øst har landskapet viddepreg. Sentralt i skytefeltet ligger en rekke vann i åpen furuskog, iblandet bjørk og stedvis osp. Berggrunnen består hovedsakelig av skifrige bergarter, sandstein og granitt. Bunnen i Lakselvdalen og det sørlige viddepartiet har grunnfjell av granittisk gneis, mens de bratte fjellene og dalsidene er bygd opp av sedimentære bergarter. Feltet har et stort geologisk mangfold knyttet til innlandsisens tilbaketrekning og avsmelting (Systad m.fl. 2005). Områdets lavere deler ligger i den nordboreale vegetasjonssone – svakt kontinental seksjon (Nb-C1) og fjell/vidde i den alpine vegetasjonssone - svakt kontinental seksjon (A-C1) i følge Moen (1998).



Figur 1. Oversikt over prosjektområdet Porsangmoen-Halkavarre. Lokaltetene som ble undersøkt og klargjort i 2002 og 2003 samt reanalysert i 2007 er avmerket.

Forsøkene er utført i fire naturtyper som er aktuelle i forhold til Forsvarets aktivitet i området og de dekker et spekter av slitestyrke og revegeteringsevne:

- Våtmark, flat myr med høyt vannspeil. En stilleflytende bekk drenerer myra, og den er åpen mot øst. Dominerende vegetasjonstype var starrmyr av lågstarrtype og dominert av trådstarr (*Carex laciocarpa*).
- Bjørkeskog av blåbær-kreklingtypen, som er den vanligste vegetasjonstypen innenfor skytefeltet.
- Tørre rabber over tregrensa. Vegetasjonstyper som var representert her var rabbervegetasjon av greplyng-krekling-gulskinntypen og reinrosetypen.
- Ei bakkemyr som skråner svakt mot syd. Vegetasjonen domineres av starrarter som trådstarr (*Carex laciocarpa*), bjønnskjegg (*Trichoporum cespitosum*), torvull (*Eriophorum vaginatum*) og duskull (*Eriophorum angustifolium*).

2.2 Tiltak

Tilførsel av **næringsstoffer** som bedrer rotveksten kan forsterke vegetasjonsdekket. **Alginatprodukter** i kombinasjon med granulert dolomittkalk kan her være en god løsning ettersom de tilfører en rekke sporstoffer som planten trenger, samt at de er i stand til å binde vann og dermed bidrar til stabil fuktighet. Alginat kan kombineres med gjødsel for ytterligere å øke planteveksten (se Hagen 1994, Nordberg m.fl.1998), men i kommersiell sammenheng er alginatene gjerne allerede tilsatt en viss mengde gjødsel slik at ytterligere tilførsel er overflødig.

"**Geonett**" som brukes i konstruksjon av veier og **trålpopenett** er mulige hjelpemidler for å forsterke kjøreløyper (Bakkestuen m.fl. 2004). Levetiden for Geonett er på opp til 120 år. I henhold til de opplysninger som er gitt fra produsenter er faren for forurensning av naturmiljøet ved bruk av de typer materialer som testes ut i dette prosjektet betraktet som liten (Christensen 2004). Det materialet som er valgt er meget motstandsdyktig mot kjemisk og mekanisk påvirkning. Det vil likevel kunne forekomme en viss mekanisk slitasje som kan føre til at deler av nett kan bli spredt i og utenfor kjøreløypa. Men denne type lokal forurensning vil trolig være svært begrenset (Christensen 2004).

2.3 Feltdesign

Feltdesign og metodikk er basert på erfaringer med overvåkingsaktivitet som for eksempel det nasjonale overvåkingsprogrammet "Terrestrisk naturovervåking – TOV" (Bakkestuen m.fl. 1999a,b). Det er ønskelig at overvåkingsopplegget kan knyttes til annen naturovervåking, fordi man da er sikret bruk av veletablerte metoder, og eventuelle endringer i øvingsfeltet kan sammenholdes med observasjoner andre steder i landet. TOV-metodikken er også benyttet i en rekke andre områder der det drives botaniske feltstudier i Norge (Økland m.fl. 2001).

2.3.1 Etablering av forsøksfelt

Prosjektet var opprinnelig planlagt med feltundersøkelser over 4 år (2003-2006) for å registrere både kort- og langtidseffekter på vegetasjonen. Imidlertid ble prosjektet utvidet til 2007, noe som ble ansett som gunstig for å teste ut langtidseffektene. Undersøkelsene omfatter tre lokaliteter i henholdsvis bjørkeskog, myr og på rabbe som er analysert med detaljerte registreringer (intensivundersøkelser). I tillegg har vi gjort en ekstra undersøkelse på bakkemyr som fulgte en litt annen metodikk (ekstensivundersøkelse).

Følgende momenter ble utført og undersøkt:

- Uttesting av geonett (Tensar) og trålpopenett fra Honningsvåg fiskeredskap AS. Nettene ble festet med trekiler/små stranger i både skog, rabber og myr.

- Uttesting av jordforbedringsmidlene dolomitt (kalk), alginat, algit og fullgjødse (se **tabell 1**). Alginat (Golf-Algin S) er et produkt basert på tang og tare og som er tilsatt gjødse og næringsstoffer, mens algit er tørket og knust tang og tare. Golf-Algin S er et fin-kornet granulat som inneholder 5.8 % nitrogen, 1.8 % fosfat, 3.8 % kalium og 3.4 % magnesium (www.A-E-T.no). Fullgjødse som er brukt i prosjektet er av den vanlige NPK-typen som er produsert av Hydro (nå Yara).
- Uttesting av traséer med ulike frekvenser av kjøring og ulike kjøretøyer (4-hjulinger og 6-hjulinger). Traséene ble kjørt i uke 30 (juli) med henholdsvis 4-hjuling+tilhenger og 6-hjuling+tilhenger. Tilhengeren var lastet med sandsekker (150 kg). Det ble kjørt i alt 6 ganger på traséene med nett og uten nett. I bakkemyrfeltet satte imidlertid kjøretøyene seg fast allerede etter 2-4 gangers kjøring.

Fire uker etter kjøring (uke 34) ble analyserutene oppsøkt på nytt, oppmerkingen av rutene ble kontrollert. Manglende aluminiumsrør og annet tapt merkingsutstyr ble erstattet med nytt.

Registrering av vegetasjonen gjøres ved hjelp av ruteanalyser (artssammensetning i prosentvis dekning) og digital fotodokumentasjon. Målinger av fuktighets- og dreneringsforhold samt erosjon ble gjort i bakkemyra. Følgende registreringer ble gjennomført i før og etter kjøring i 2003 samt 2007:

- Registrering av vegetasjon og flora før kjøring og utlegging av geonett og trålpasenett i 2003.
- Det ble ikke gjort en re-analyse av artenes forekomst i rutene etter kjøring i 2003 i myr- og skogfeltet, men utvalgte målinger som prosentvis dekning av felt- og bunnsjikt og prosentvis dekning av eksponert jord, grus, stein og død vegetasjon ble utført. Reanalyser av vegetasjon sensommeren 2007 ved hjelp av ruteanalyser og fotodokumentasjon.

De botaniske og økologiske undersøkelsene for hver lokalitet er lagt opp i fire transekter/ traséer. Traséene ble kjørt av to typer LTK (4-hjuling og 6-hjuling). To av transektene/traséene per lokalitet var dekket til av geonett eller trålpasenett slik som vist for rabben i **figur 2**. Dermed var det to transekter/traséer som ble kjørt av 4-hjulinger, en med og en uten geonett eller trålpasenett, og tilsvarende for 6-hjulinger. Hvert transekt/trasé hadde fire hovedstasjoner som utgangspunkt for ruteanalyser (**figur 3-5**). I tillegg var det i alle traséer lagt ut et felt hvor vegetasjonen på forhånd var behandlet med alginat og kalk, et felt som ble behandlet med kalk og algit og et felt med fullgjødse (NPK-gjødse) (**tabell 1**). Behandlingene ble utført i 1 meter bred stripe på tvers av traséen og en halv meter ut på hver side.

På hvert felt ble det gjort botaniske registreringer i tre analyseruter med størrelse 0,5 x 0,5 meter. I hvert hjørne av rutene ble det satt ned aluminiumsrør slik at det skal være mulig å finne igjen den nøyaktige posisjonen av disse. Disse analyserutene er plassert ved siden av hverandre på tvers av kjøresporet med 10 cm intern avstand. På denne måten er det mulig å vurdere effekter sentralt i kjøresporet i forhold til effekten på kantene. Det ble lagt ut åtte referansestasjoner for hver lokalitet. Fire av disse ble dekket med kjørenett (geonett eller trålpasenett) og fire er uten noen type for behandling eller annen påvirkning.

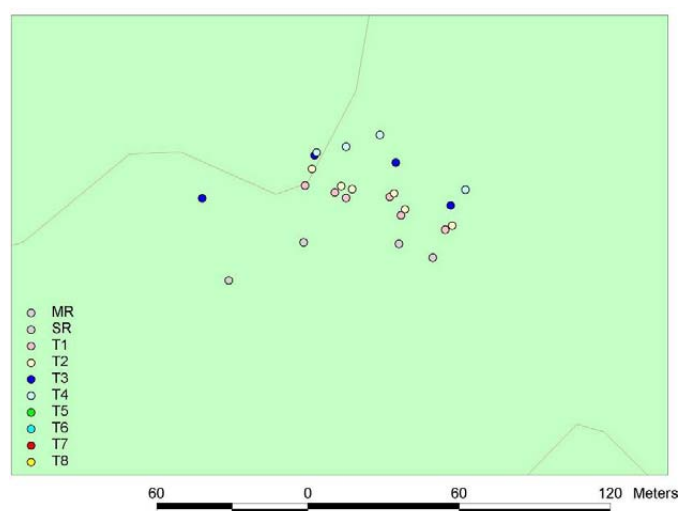
I tillegg til de tre feltene i rabber, skog og myr ble det lagt et myrfelt til i hellende terreng. Her ble det ikke gjort intensive vegetasjonsmålinger, men kun vegetasjonsregistreringer langs fire transekter/traséer i myra (**figur 4**). I tillegg ble myrhøyden nivelert opp med nivåleringskikkert med jevne mellomrom langs alle de fire traséene.

Tabell 1. Doseringsmengder av jordforbedringsmidler per m² relatert til stasjoner som ble brukt. Stasjon C ble kun testet ut på rabbene.

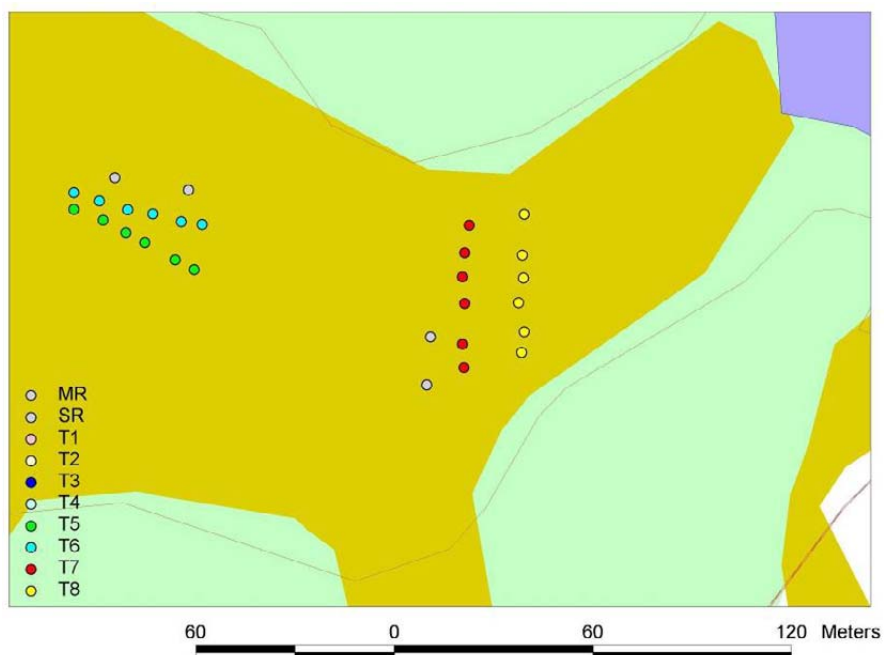
Jordforbedrings- middel	Produsent	Stasjon 0 Kontroll	Stasjon A Alginat	Stasjon B Algit	Stasjon C Fullgjødse
		Dosering (g)	Dosering (g)	Dosering (g)	Dosering (g)
Granulert dolomitt (kalk)	Franzefoss bruk	0	200	200	200
Alginat (Golf-Algin S)	Tilco Bio- chemie AG	0	200	0	0
Algit (Yara)	Yara	0	0	300	0
Fullgjødse (NPK)	Yara	0	0	0	50



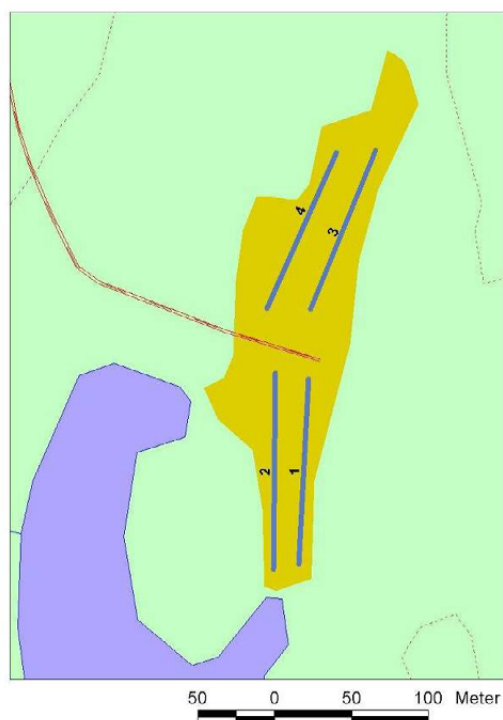
Figur 2. Utlegging av trålposenett på rabber i Hallkavarri i juli 2003. Trålposenettene (trasé 1 og 2) ble lagt ut ved siden av hverandre på samme type rabbevegetasjon. På høyre bilde vises nettenes beliggenhet på rabben.



Figur 3. Stasjonsfordelingen i skogfeltet. Traséene er nummerert fra T1-T4 i skog med SR som referansestasjoner. Kartgrunnlaget er N50 med 20 meters koter.



Figur 4. Stasjonsfordelingen i myrfeltet. Traséene er nummerert fra T5-T8 i myr med MR som referansestasjoner. Kartgrunnlaget er N50 med 20 meters koter.



Figur 5. De fire traséene/transektene i myrfeltet der det ikke ble gjort intensive vegetasjonsmålinger. Traséene er presentert i blått. Trasé 1: 4-hjuling med genonett. Trasé 2: 4-hjuling uten genonett. Trasé 3: 6-hjuling med genonett. Trasé 4: 6-hjuling uten genonett.

2.4 Metoder for botaniske registreringer og databearbeiding

Opplegg og metoder følger i store trekk metodikk for vegetasjonsøkologiske undersøkelser som er utviklet av NINA, NIJOS og Universitetet i Oslo (jfr. Økland 1990, Bakkestuen m.fl. 1999a,b, Økland m.fl. 2001) og internasjonalt (Lawesson m.fl. 2000). Strukturen i artenes forekomst i analyseruter studeres ved hjelp av multivariate, numeriske metoder (i hovedsak DCA-ordinasjon) og andre statistiske analyser.

Registreringene omfatter studier av arters forekomst i de planlagte kjøresporene og referansestasjonene basert på registrering av forekomst (tilstedeværelse/fravær) og deres prosentvise dekning i de 0,5 x 0,5 m² analyserutene (**figur 6**). Dessuten registreres ulike økologiske parametre knyttet til behandlingsmåte, terreng, tresjikt, jordsmonn og skadeomfang. Den samlede dekingen av alle arter i feltsjikt (karplanter), bunnsjikt (moser og lav) samt den totale dekingen av planter (feltsjikt + bunnsjikt) i rutene ble estimert. Andel åpen jord og stein og andelen av dødt og vissent plantemateriale i rutene som følge av kjøringen ble registrert på en prosentskala fra 0 – 100. Endringer i terrengets konveksitet/konkavitet som følge av kjøringen ble estimert på en skala fra 0 (ingen endring) til 3 (dype kjørespor). Den totale skaden som ble påført analyserutene ble vurdert på en skala fra 0 (ingen visuelle skader/endringer) til 5 (90 % - total ødeleggelse av den opprinnelige strukturen og vegetasjonen). I tillegg ble det registrert endring i andel åpent vann i rutene på myr. De floristiske og økologiske registreringene i analyserutene ble i hovedsak gjort sommeren 2002, sommer/høst 2003 og høsten 2007.

Det ble ikke gjort detaljerte feltruteanalyser i de to transektene/traséene på bakkemyra (**figur 5**) som ikke er dekket til med kjørenett (geonett) på grunn av det forventede store skadeområdet. Men artsinnventaret ble registrert i hver trasé.



Figur 6. Fastruter som brukes til registrering av vegetasjon. Her fra ruter i skog. Analyserammen som her er vist er på 1 m². I dette prosjektet er det gjort registreringer i en fjerdedel av dette arealet (de fire kvadratene nederst til venstre).

3 Resultater

3.1 Forsterkning av vegetasjonen på rabb, myr og i skog – kortsiktige endringer

Vegetasjonen ble analysert både før og etter kjøring, sommeren 2003. Disse kortsiktige endringene oppsummeres i dette kapitlet. Resultatene presenteres i felles tabeller for kortsiktige og langsiktige endringer (kap 3.2).

3.1.1 Endringer i bjørkeskog i 2003

Den gjennomsnittlige dekning for ulike parametre før og etter kjøring i de ulike traséene i bjørkeskog er beskrevet i **tabell 2**. Generelt har vegetasjonsdekket i rutene gått tilbake og åpen jord, stein og dødt plantemateriale har økt i dekning. Det er imidlertid betydelige forskjeller mellom traséene. 4-hjulingen var mer skånsom mot vegetasjonen enn 6-hjulingen på traséene hvor det var lagt trålpasenett. Et problem som oppsto ved forsøket var at 4-hjulingen kjørte seg fast i trasé 3, slik at det her oppsto spinneproblemer og dermed større skader på i trasé 3 (4-hjuling) enn på trasé 4 (6-hjuling) (**tabell 2**).

3.1.2 Endringene på rabbene i 2003

Gjennomsnittlig dekning for de ulike parametre før og etter kjøring i 4 traséer på rabbene (4-hjulinger og 6-hjulinger) viser at trasé 3 og trasé 4 som var uten trålpasenett hadde større skader enn trasé 1 og trasé 2 som hadde trålpasenett (**tabell 3 og figur 13**). Resultatene fra 2003 viser at skadeomfanget for 6-hjulingen var noe større for begge traséer (med eller uten trålpasenett) enn for 4-hjulingen. Trålpasenettet var imidlertid skadd på enkelte steder, slik at dette kan ha påvirket resultatene.

3.1.3 Endringer i myrvegetasjon (flatt terreng) i 2003

Gjennomsnittlige endringer for ulike parametre før og etter kjøring i de ulike transektene på myr er beskrevet i **tabell 4**. Det var på dette tidspunktet i prosjektperioden ikke målt store forskjeller på om det er en 4-hjuling eller 6-hjuling som ble kjørt på geonett i myr. Skadene på traséene uten geonett var samlet større enn der det var geonett.

3.2 Forsterkning av vegetasjonen på rabb, myr og i skog - langsiktige endringer

Det ble gjort registreringer av vegetasjonen i 2007, og disse langsiktige endringene mellom 2003 og 2007 er oppsummert her.

Det ble registrert noen inngrep i eller i nærheter av overvåkingsområdene. I nærheten av skogfeltet ble det observert en del skader på trær sannsynligvis forårsaket av skyting. Det er også

anlagt en slalåmbakke rett i nærheten. Men vi har vurdert det som lite sannsynlig at dette har hatt en påvirkning på bakkevegetasjonen i selve overvåkingsområdet.

Større deler av myrvegetasjonen lå under vann i 2007. Dette kan ha sammenheng med utbedring av Halkavarveien og nytt dreneringsrør i andre enden av vannet som ligger inntil myra (**figur 14**). Dette kan trolig ha medført at noen arter viser endringer som kan skyldes andre forhold enn barmarkskjøringen. Det ble ikke observert synlige inngrep i nærheten av rabbefeltet. Når det gjelder rabbefeltet så ble trålpopenettene stjålet sommeren 2004, og vi fikk dermed ikke testet ut de langsiktige virkningene av å ha trålpopenettene liggende ute på rabbene.

3.2.1 Skogsrutene

I **tabell 2** presenterer vi deknings- og endringsmål for skadene registrert på skogtraséene i august 2003 (etter kjøring) og september 2007. Trasé 3 og trasé 4 (uten trålpopenett) hadde større skader eller redusert dekning av planter, moser og lav enn trasé 1 og trasé 2 som hadde trålpopenett (**figur 7**). Men skadene påført skogbunnen i 2003 var mer eller mindre restaurert i 2007 for alle traséene. Det var ingen særlig forskjell på 4-hjulinger og 6-hjulinger når det gjelder de langsiktige endringene.

Tabell 2 Dekning av feltsjikt, bunnsjikt og åpen jord, humus, grus og stein i skog før og etter kjøring (4-hjulinger og 6-hjulinger). Feltsjikt er gras og planter. Bunnsjikt er lav og moser. Dekning totalt er den totale dekning av felt- og bunnsjikt (normalisert). Årstall: 2003F (før kjøring); 2003E (etter kjøring); 2007 (4 år etter kjøring).

Dekningsmål	Trasé 1			Trasé 3		
	4-hjuling med trålpopenett			4-hjuling uten trålpopenett		
	2003F	2003E	2007	2003F	2003E	2007
Dekning av feltsjikt (%)	44,8	35,3	47,3	57,5	30,3	41,7
Dekning av bunnsjikt (%)	58,4	55,5	39,3	58	54,3	43,3
Dekning totalt (%)	84,9	76,5	73,8	84,6	72,4	71,5
Dekning av åpen jord, humus, grus og stein (%)	15,1	23,5	26,2	15,4	27,6	28,5
Dekning av død vegetasjon (%)	0	20,7	0	0	25,0	0

Dekningsmål	Trasé 2			Trasé 4		
	6-hjuling med trålpopenett			6-hjuling uten trålpopenett		
	2003F	2003E	2007	2003F	2003E	2007
Dekning av feltsjikt (%)	51,9	23,8	53,2	61,7	47,0	55,8
Dekning av bunnsjikt (%)	63,8	53,0	37,3	57,5	56,8	39,2
Dekning totalt (%)	92,2	65,0	75,3	81,3	78,0	74,8
Dekning av åpen jord, humus, grus og stein (%)	7,8	35,0	24,7	18,7	22,0	25,2
Dekning av død vegetasjon (%)	0	26,5	0	0	15,8	0



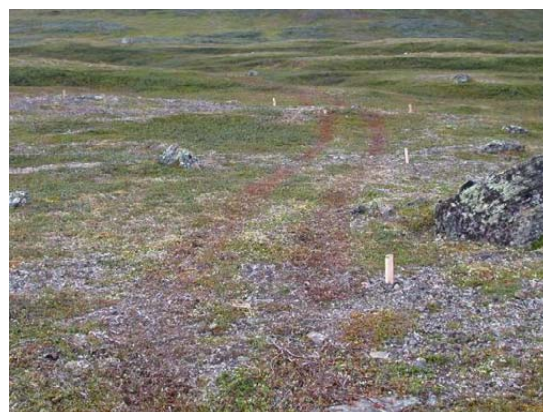
Figur 7. Transekt 1 i skog med trålposenett sommeren 2007. Som en ser av bildet så er nettet delvis vokst fast i vegetasjonen.

3.2.2 Rabbevegetasjonen

Kjøringen på rabbene ga visuelle skader, både ved kjøring med 4-hjuling og 6-hjuling, men skadeomfanget har et noe ulikt forløp over tid for de to kjøretøytypene (**figur 8** og **9**). Som vi ser av **figur 9** så er sporene etter firehjulingen i trasé 3 mer tydelige enn i trasé 4 hvor sekshjulingen ble kjørt. Dette kommer trolig av at marktrykket er mindre for sekshjulingen enn for firehjulingen. **Figur 10** fra 2007 viser at vi knapt kan se sporene etter verken firehjulingen eller sekshjulingen i traséene som var utstyrt med trålposenett. Bruk av trålposenett ser dermed ut til å ha redusert effekten av kjøring på rabbene for begge kjøretøytyper.

Figur 11 viser bilder av rute nr. 1 i trasé nr. 1 før kjøring i juni 2003 (til venstre), etter kjøring i juli 2003 (i midten med nett) og situasjonen i september 2007 (til høyre). Det er her kjørt med firehjuling. Det er ikke foretatt noen behandling med jordforbedringsmidler på denne ruta. Kjøringen løste ut en del småstein og grus som gjorde at ruta ble en del endret i overflaten. Erosjon og vind har også flyttet på småstein og grus. Merk at andelen vegetasjon (reinrose) har økt i tidsrommet 2003-2007. Erosjon og vind har også flyttet på småstein og grus i samme tidsrom. Andelen av grus har gått tilbake mens både moser og reinrose har gått fram. **Figur 12** viser bilder av rute nr. 6 i trasé nr 4 før kjøring i juni 2003 (til venstre) og i september 2007. Her er det kjørt med sekshjuling, Ruta ble behandlet med alginat og kalk. Ruta var ikke beskyttet av trålposenett og fikk bare små skader.

Den gjennomsnittlige dekning (**tabell 3**) for de ulike parametre før og etter kjøring i 4 traséer/transekter på rabbene (4-hjulinger og 6-hjulinger) viser at trasé 3 og trasé 4 som var uten trålposenett hadde større skader i 2007 enn trasé 1 og trasé 2 som hadde trålposenett. Resultatene fra 2003 (etter kjøring) viste at skadeomfanget for 6-hjulingen var noe større for begge traséer (med eller uten trålposenett) enn for 4-hjulingen (**figur 13**). Skadeomfanget (dekningen av jord-grus-stein og død vegetasjon) for 4-hjulingen (uten trålposenett) i 2007 var imidlertid signifikant større ($p \leq 0,01$) enn for 6-hjulingen (**tabell 3** og **figur 13**). Det økte marktrykket fra firehjulingen hadde ført til dypere og synligere spor enn for 6-hjulingen (**tabell 3** og **figur 9**).



Figur 8. Spor av firehjuling i trasé 3 (til venstre) og spor av sekshjuling i trasé 4 (til høyre). Bildene ble tatt 4 uker etter kjøring (august 2003). Begge traséene var uten trålposenett.



Figur 9. Spor av firehjuling i trasé 3 høsten 2007 (til venstre) og spor av sekshjuling i trasé 4 (til høyre) tatt på samme sted på rabben som figur 8. Begge traséene var uten trålposenett.



Figur 10. Trasé 1 for firehjuling til venstre og trasé 2 for sekshjuling til høyre. Begge traséene var utstyrt med trålposenett. Bildet er tatt høsten 2007



Figur 11. Bilder av rute nr. 1 i trasé nr 1 på rabb før kjøring i juni 2003 (til venstre), etter kjøring i juli 2003 (i midten med nett) og situasjonen i september 2007 (til høyre). Her er det ikke foretatt noen behandling med jordforbedringsmidler. Det er her kjørt med firehjuling. Merk at andelen vegetasjon (blant annet reinrose) har økt noe i tidsrommet 2003-2007. Erosjon og vind har også flyttet på småstein og grus i samme tidsrom.



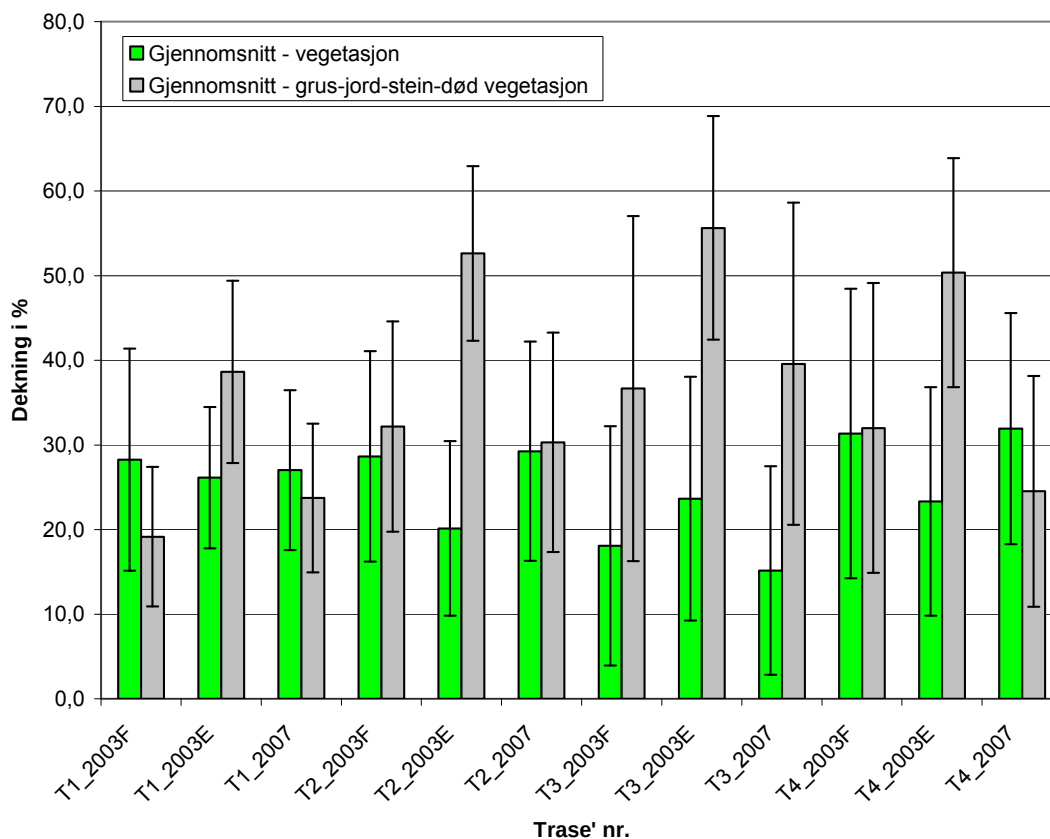
Figur 12. Bilder av rute nr. 6 i trasé nr 4 før kjøring i juni 2003 (til venstre) og i september 2007. Her er det kjørt med sekshjuling. Ruta ble behandlet med alginat og kalk. Ruta var ikke beskyttet av trålpasenett men fikk bare små skader. Merk at andelen moser, lyng og gras har økt fra 2003 til 2007.

Tabell 3. Dekning av feltsjikt, bunnsjikt og åpen jord, humus, grus og stein på rabbene før og etter kjøring (4-hjulinger og 6-hjulinger). Feltsjikt er gras og planter. Bunnsjikt er lav og moser. Årstall: 2003F (før kjøring); 2003E (etter kjøring); 2007 (4 år etter kjøring).

Dekningsmål	Trasé 1			Trasé 3		
	4-hjuling med trålposenett			4-hjuling uten trålposenett		
	2003F	2003E	2007	2003F	2003E	2007
Dekning av feltsjikt (%)	27,3	19,4	26,6	26,3	17,9	22,9
Dekning av moser (%)	27,8	22,1	37,2	17,3	10,8	27,1
Dekning av lav (%)	25,2	18,1	11,6	19,4	12,7	9,7
Dekning av åpen jord, humus, grus og stein (%)	19,7	29,1	24,6	37,0	41,1	40,3
Dekning av død vegetasjon (%)	0	11,3	0	0	17,5	0
Endringer i terrengform	-	0,7	0,4	-	1,1	1,2
Indeks for skadeomfang (skala 1-5)	-	2,4	1,5	-	2,8	2,0

Dekningsmål	Trasé 2			Trasé 4		
	6-hjuling med trålposenett			6-hjuling uten trålposenett		
	2003F	2003E	2007	2003F	2003E	2007
Dekning av feltsjikt (%)	22,7	18,1	27,9	28,2	20,9	30,1
Dekning av moser (%)	16,4	9,1	32,4	23,5	17,3	37,1
Dekning av lav (%)	27,7	17,1	8,6	15,9	9,0	8,0
Dekning av åpen jord, humus, grus og stein (%)	33,3	48,2	31,1	32,4	36,9	24,8
Dekning av død vegetasjon (%)	0	7,5	0	0	15,9	0
Endringer i terrengform	-	0,6	0,3	-	1,0	0,8
Indeks for skadeomfang (skala 1-5)	-	2,4	1,4	-	2,8	1,8

Dekning for rabber 2003-2007



Figur 13. Histogram som viser deknningen for rabbetraséene før og etter kjøring i 2003 og i 2007. 95 % konfidensintervall er plottet inn i histogrammet. T1-T2 med nett og T3-T4 uten nett. T1 og T3 kjørt med 4-hjuling og T2 og T4 kjørt med 6-hjuling.

3.2.3 Myr

I **tabell 4** presenterer vi deknings- og endringsmål for skadene registrert på myrtraséene (traséene med geonett) i august 2003 og september 2007. Det ble ikke gjort detaljerte forstudier i traséene uten geonett fordi vi her ventet så vidt betydelige skader at slike målinger ikke hadde vært meningsfulle. Det var svært tørre forhold i myra da kjøringen ble foretatt slik at skadeomfanget ble mindre enn forventet. Skadene var klart størst der hvor det var kjørt med 4-hjuling (**tabell 4** og **figur 14**).

Tabell 4. Dekning av feltsjikt, bunnsjikt, vatn, jord og gjørme på myr før og etter kjøring (4-hjulinger og 6-hjulinger på geonett). Feltsjikt er karplanter (starr og planter). Bunnsjikt er moser. Dekning totalt er den totale dekning av felt- og bunnsjikt (normalisert). Årstill: 2003F (før kjøring); 2003E (etter kjøring); 2007 (4 år etter kjøring).

Dekningsmål	Trasé 5			Trasé 7		
	4-hjuling med Geonett			6-hjuling med Geonett		
	2003F	2003 E	2007	2003F	2003E	2007
Dekning av feltsjikt (%)	73,3	41,7	63,3	72,2	35,6	64,2
Dekning av bunnsjikt (%)	28,3	2,3	15,2	20,3	2,5	7,0
Dekning totalt (%)	83,8	37,4	73,3	75,6	37,8	68,3
Dekning av åpen jord, gjørme og vatn (%)	16,2	24,4	26,7	24,4	26,7	31,7
Dekning av død vegetasjon (%)	16,2	38,3	0		32,5	0
Indeks på skadeomfang (1-5)	-	3,1	1,0	-	2,75	1,0



Figur 14. Trasé 5 med geonett (4-hjuling) på myra fotografert sommeren 2007. Kjøresporet er nå vanskelig å se. I tillegg er det blitt kanalisert mer vatn inn i myra og større deler av myrvegetasjonen lå under vann i 2007. Dette kan ha sammenheng med utbedring av Halkavarveien og nytt dreneringsrør i andre enden av vannet som ligger inntil myra.

3.3 Effekter av behandling med algit og alginat

Tabell 5 viser gjennomsnittelige endringer over tid for de to behandlingene algit + kalk og alginat + kalk som ble foretatt på alle feltene, samt fullgjødning og kalk som ble testet på rabbefeltet. Generelt viser registreringene at behandling som inneholder gjødning gir effekt med framvekst av gras. Dekning av moser ser ut til å ha gått tilbake der det er behandlet med alginat, og gir dermed noe større skadeindeks enn der det ble behandlet med algit (**tabell 5**). På rabbefeltet reagerer også moser med framgang. Behandling med kalk viser tilbakegang for moser på **myr** og i **skog**. Særlig på **myra** ble det observert store skader på moseartene i 2003 der det ble brukt alginat. Behandlingen med algit gjorde ikke store utslag verken på myr eller i skog, men den hadde en viss effekt på rabbene. Også på **rabbene** var utslagene for de ulike behandlingene mindre enn forventet, men alginatet viste en hurtigere tilvekst av gras (sauvesvingel) det første året. Når det gjelder bunnsjikt (rabber) så var det større framgang av moser i ruter med alginat enn de andre behandlingene, samtidig som lav gikk tilbake, trolig på grunn av fremveksten av moser og karplanter (alle behandlingene). Også der det var behandlet med **fullgjødning** (rabbene) var vegetasjonen restaurert. De rutene der det ikke var behandlet ('Ingen' i **tabell 5**) med noen form for jordforbedringsmidler viste også bemerkelsesverdig stor grad av naturlig restaurering. Spesielt gjelder dette rabbene.

Tabell 5. Behandlingstyper relatert til endringer i vegetasjonen. De ulike verdiene er gjennomsnittsverdier for både trålposenett og uten trålposenett og viser endringstall (- tilbakegang og + fremgang) i prosent i forhold til registreringene før kjøring.

Endringsmål	Alginat+kalk		Algit+kalk		Fullgjødning+kalk		Ingen	
	2003E	2007	2003E	2007	2003E	2007	2003E	2007
RABBE								
Endring i feltsjikt (%)	-5,7	9,9	-12,3	7,5	-7,2	8,3	-2,9	5,5
Endring i bunnsjikt (%)	-14,0	13,2	-16,0	17,9	-16,3	15,4	-10,6	9,0
Endring av åpen jord/grus/stein (%)	7,4	-10,8	9,0	-6,1	10,5	-10,7	6,0	-6,9
Endring død vegetasjon (%)	12,3	-12,3	19,3	-19,3	13,0	-13,0	7,5	-7,5
Skadeindeks(1-5)	2,8	1,7	2,4	1,6	2,7	1,8	2,4	1,5
SKOG								
Endring i feltsjikt (%)	3,9	11,7	3,1	-3,0	-	-	-12,6	15,5
Endring i bunnsjikt (%)	-21,4	-9,4	-3,6	-6,9	-	-	-4,6	-15,1
Endring totalt (%)	-12,8	0,3	-7,4	-0,9	-	-	-12,8	0,9
MYR								
Endring i feltsjikt (%)	-6,7	0,5	-24,7	7,1	-	-	-34,0	26,2
Endring i bunnsjikt (%)	-25,0	35,5	-4,2	4,3	-	-	-17,9	8,7
Endring totalt (%)	-17,5	9,8	-22,0	4,5	-	-	-37,7	33,8

3.4 Enkeltarter - mangfold og endringer

Kjøring på barmark påvirker forekomst av arter direkte, ved mekanisk skade som ødelegger individene, eller indirekte gjennom å påvirke betingelsene på voksestedet og dermed endre forutsetningene for de artene som vokser der. En presentasjon av endring i artsmangfold i forsøksfeltene er gitt i **Vedlegg 1** og **2**.

Den forvedede arten krekling (*Empetrum nigrum*) har hatt en signifikant tilbakegang i 4-hjuling traséen uten nett, men ikke i tilsvarende i 6-hjulingstraséen, noe som viser at 6-hjulingen kan være mer skånsom for forvedede arter i skog (**vedlegg 1**). Blåbær (*Vaccinium myrtillus*) har

gått signifikant fram i begge traséene med kjørenett og ser således ut til å ha blitt begunstiget i denne situasjonen. Størst tilbakegang finner vi hos den store skogsmosen etasjemose (*Hylocomium splendens*) som har gått sterkt tilbake i nesten alle forsøkene med unntak for 6-hjulingstraséen uten nett. For 6-hjulinger med kjørenett er det tre arter som viser statistisk signifikant framgang og kun en art med tilbakegang (etasjemose).

Karplantearter og mosearter er utsatt for endringer i vannspeil og drenering i myr, og flere arter har hatt en tilbakegang etter kjøring. Klarest er denne trenden ved kjøring med 4-hjuling. Det kan se ut som 6-hjulinger er mer skånsom for en del arter på myr så lenge det kjøres på nett (**vedlegg 1**).

Når det gjelder rabbene (**vedlegg 2**) så viste lavararter tilbakegang både der det var beskyttet med nett og ikke beskyttet med nett. Av enkeltarter som viste signifikant framgang i undersøkelsen var vanlig saltlav (*Stereocaulon paschale*), mens fjellkorke (*Ochrolechia frigida*) viste sikker tilbakegang. Også fjellreinlav (*Cladonia mitis*) og gulskinn (*Cetraria nivalis*) viste tilbakegang. Moser generelt viste framgang og her skilte bergsigd (*Dicranum fuscescens*) og ei-nerbjørnemose (*Polytrichum juniperinum*) seg ut med sikker framgang. For karplanter gikk grasser som rabbesiv (*Juncus trifidus*) og sauesvingel (*Festuca ovina*) fram og spesielt sauesvingel viste signifikant økning. Greplyng (*Loiseleuria procumbens*) og fjellpryd (*Diapensia lapponica*) viste signifikant tilbakegang, mens dvergbjørk (*Betula nana*) økte signifikant (**vedlegg 2**). Der det var kjørt med 6-hjuling på trålposenett viste også krekling (*Empetrum nigrum*) signifikant framgang. Størst framgang av gras og dvergbjørk var det der det var behandlet med jordforbedringsmidler.

3.5 Bakkemyrfeltet

3.5.1 Etablering av felt og registreringer i 2003

Bakkemyrfeltet ble kun analysert ved ekstensive analysemetoder (ikke detaljerte artsregistreringer). Det ble lagt ut 4 traséer på samme måte som i skog, rabbe og på den flate myra, men gjort observasjoner på et mer generelt nivå. I trasé 2 (4-hjuling uten geonett) ble det registrert fra 20-30 % opp til 50-60 % skader på vegetasjon og røtter på enkelte steder i starrmyra. I trasé 1 (4 hjuling med geonett) var det mindre skader. Traséen her var imidlertid lagt på et tørrere parti av myra, så det ble ikke like store skader som i trasé 2. I løype 3 (6-hjuling med geonett) ble det ikke registrert annet enn sammentrykningskader og noen rotskader som stedvis kunne komme opp i 10 % skade på vegetasjon og røtter, mens det i trasé 4 (6 hjuling uten geonett) ble registrert store skader (80-90 % skade) på vegetasjonen i det våteste partiet etter bare to turer. 6-hjulingen satte seg også fast etter bare to turer, og forsøket måtte avbrytes.

6-hjulingen så ut til å skade vegetasjonen mer enn 4-hjulingen spesielt der hvor man måtte svinge kjøretøyene for å kjøre en ny tur etter traséen. I **tabell 6** er registrert endringsmål mht. endringer i terrengets konveksitet/konkavitet samt indeks for skadeomfang.

3.5.2 Registreringer av skader på bakkemyr høsten 2004

Bakkemyrfeltet ble ødelagt sommeren 2004. Det ble anlagt et granatnedslagsfelt midt på myra i regi av Garnisonen i Porsanger. Høsten 2004 ble det imidlertid foretatt en befaring langs traséene. Trasé 1 og 2 nedstrøms fyllingen/granatnedslagsfeltet var på grunn av at de endrete hydrologiske forholdene i myra sterkt påvirket av sterk strøm av vatn og forskjellen mellom dem var liten. Trasé 3 og 4 oppstrøms fyllingen/granatnedslagsfeltet var litt mindre preget av inngrepet på myra enn Trasé 1 og 2, men i den nederste delen mot fyllingen er det en opphop-

ning av vatn. Det var et stort oppslag av myrhatt (*Potentilla palustris*), småbjønnskjegg (*Trichophorum cespitosum*) og småørkvein (*Calamagrostis stricta*) i de øvre deler av trasé 3 og 4 hvor det var behandlet med alginat og kalk, mens det for kunstgjødsel ble registrert et større oppslag av småørkvein samt myrhatt. Nettene var høsten 2004 delvis vokst fast i vegetasjonen (starr og dvergbjørk). I rutene der det var behandlet med algit og kalk ble det ikke registrert noen synbare forskjeller. Når det gjelder rutene uten behandling ble det heller ikke registrert noen synbare endringer. Det ble ikke foretatt noen registreringer høsten 2007.

Tabell 6. Endringer for de ulike parametre fra før til etter kjøring på bakkemyrfeltet høsten 2003.

Endringsmål	Trasé 1	Trasé 3	Trasé 2	Trasé 4
	4-hjuling med geonett	6-hjuling med geonett	4-hjuling uten geonett	6-hjuling uten geonett
Endringer i terrengets konvek-sitet/konkavitet (0=ingen endring til 3 = dype kjø-respor).	2,5	2,5	3	3
Indeks for skadeomfang (skala 1-5)	3,2	3,5	4,5	5

4 Diskusjon og konklusjoner

Resultatene viser at geonett på myr og trålposenett på rabber og i skogsområder har positive effekter med hensyn til reduksjon av vegetasjonsskader gjennom sin forsterkning av kjøreløypene. Rent praktisk var innfestingen av nettene til bakken problematisk, særlig i områder hvor belastningen fra kjøretøyene var stor, som for eksempel i bratte bakker eller skarpe svinger. I disse tilfellene hvor festeanordningene ikke fungerte ble det også observert stor vegetasjonsslitasje. Lundin m.fl. (2007) anbefaler å sette ned plastskruer med en viss tetthet i myr. Plastskruer kan også brukes i kombinasjon med flyteelementer for å feste inn geonettene (Lundin m.fl. 2007, T. Olaussen pers.medd.). Flyteelementene brukes spesielt på bløt myr.

Vi observerte også at trålposenettet vi brukte i noen tilfeller røk. Vi vil derfor anbefale at det brukes en grovere dimensjon og gjerne et dobbelt-knyttet og flettet nett (trålposenett). Geonettet (Tensar - Triax) har i siste versjon blitt ytterligere forsterket ved at nettet nå består av "trekanter" istedenfor "firkanter". Trekanten gir størst styrke og stabilitet. Dette betyr at strekkfastheten i alle retninger har blitt styrket noe som gjør at trafikk over nettet i alle retninger blir godt støttet opp og som gjør det også mer slitesterkt (Ingeniørnytt nr. 2-08; side 24).

I **skogsrutene** ble det som forventet funnet mindre kjøreskader på bakkevegetasjonen enn for naturtypene myr og rabbe. Undersøkelsen bekrefter at det er forvedete planter slik som krekling og store skogsmoser som etasjemose og furumose som er de mest sårbare artene. Undersøkelsen viser at kjørenett har en positiv effekt på blåbær som ser ut til å bli begünstiget av at andre forvedete arter (her krekling) går tilbake. Vi har ikke funnet lignende effekt for mosearter etter at de store skogsmosene viser tilbakegang. Undersøkelsen viser også at en del lavarter (islandslav, reinlav osv) har lav toleranse for forstyrrelser skapt gjennom barmarkskjøring. Totalt sett ble det registrert få endringer og liten forskjell mellom kjøring med og uten nett og mellom 4-hjulinger og 6-hjulinger. Når det gjelder trålposenettene så har disse delvis vokst inn i vegetasjonen i løpet av prosjektperioden. Noe av mosereduksjonen i 5-årsperioden må nok også tilskrives selve nettets fysiske tilstedeværelse. Avhengig av kjøreintensiteten vil mosene kunne vokse over nettet på sikt og gjenta sin opprinnelige dekningsgrad i vegetasjonstypen. En hypotese som har blitt ført fram er at ulike nett forsterker rotarmeringen (Lundin m.fl. 2007). Erfaringene fra Sverige (Lundin m.fl. 2007) viser at dette ikke holder mål, men de konkluderer at nettene skal være en beskyttelse av vegetasjonen og at systemets totale bæreevne (nett+forankring+grønnvegetasjon+røtter) blir vesentlig forbedret. Når det gjelder revegetering så viste resultater fra en langtidsovervåking av reparerte kjørespor (bandvogn) i blåbær- og engbjørkeskog på Karasjokfjellet at bruk av kokosmatter, høy, kvister (innfylling) og bruk av kalk, alginater, fullgjødning hadde ført til grasdominerte kjørespor (Thannheiser m.fl. 2008). En stor del av disse kjøresporene var totalt revegeterte (Thannheiser m.fl. 2008).

Det ble ikke registrert noen effekt av jordfordringsmidlet algit+kalk i **skogsrutene**. Alginat+kalk ga høyere feltsjiktdekning, hovedsakelig av gras slik som smyle, men lavere mosedekning. Etersom gras et mer slitesterkt vegetasjonsdekke enn moser kan dette ha en langsiktig positiv effekt for redusering av kjøreskader i denne vegetasjonstypen. Erfaringer fra Sverige viser at kjøring på grasdominert hei førte til mindre skader enn ved kjøring på dvergbjørk-keklinghei og myr (Renman 1989). Effektene av kjøring på arter som sauesvingel (*Festuca ovina*) og smyle (*Avenella flexuosa*) var små, mens det var synbare effekter på rabbesiv (*Juncus trifidus*), som i følge Renman (1989) kunne komme av at rabbesiv vokser glissent i små tuer og dermed er mer ømfintlig enn andre grasarter. Imidlertid vil bruk av jordforbedringsmidler føre til endring av artssammensetningen i kjøresporet som visuelt vil være godt synlig på lang avstand ("smyleåker" versus normalt mosedekke). Så lenge noe av mosedekket opprettholdes eller så lenge det ikke blir større skader enn det som ble observert i denne undersøkelsen (en reduksjon av mosedekke på 10-30% over en 5-års periode), virker en alginat+kalk gjødning unødvendig i bjørkeskog.

Kjøring med 4-hjulinger på **rabber** viste større langsiktige skader enn kjøring med 6-hjuling og dette gjaldt kjøring både på rabber med trålposenett og uten. Dette har trolig mest sammenheng med 4-hjulingens større marktrykk sammenliknet med 6-hjulingens. Når en skade er oppstått i form av dype spor etter 4-hjulingen så vil vinderosjon samt avrenning av vatn i disse sporene føre til større erosjon enn i sporene til 6-hjulingen. Dersom en sekshjuling lastes opp og dermed blir tyngre enn hva som kan lastes på en firhjuling vil trolig forskjellen mellom de to typene LTK'er blir utjevnet (Tømmervik pers. obs.). Trålposenettene var imidlertid skadd på enkelte steder, og dette kan ha påvirket resultatene. Undersøkelsen viser også at en del beitelav (gulskinn, reinlav osv.) har lav toleranse for forstyrrelser påført av barmarkskjøring, og dette er i samsvar med de erfaringer Renman (1989) hadde i Sverige. Endringene i feltsjiktet i perioden 2003 til 2007 var store og dekningen i 2007 var stort sett den samme som før kjøringen i 2003, og andelen av gras var større enn før kjøring. Andelen av moser hadde også gått fram i perioden etter kjøring (2003-2007), og dekningen av moser var større i 2007 enn før kjøring i 2003. I et forsøk i Sverige (Renman 1989) påviste man rive- og sliteskader på vegetasjonen umiddelbart etter kjøring (frekvens: 25 ganger) og her tapte dvergbjørk (*Betula nana*) 50 % av bladene, mens krekling (*Empetrum hermaphroditum*) viste seg å være mer tolerant for kjøring. Etter et år hadde dvergbjørka kommet seg og led av et bladtap på 25 % mens kreklingen hadde det samme nåle-/bladtapet som året før eller faktisk litt større. Renman (1989) påviste ingen synlige skader på dvergbjørk-keklinghei etter bare 5 gangers kjøring. I vårt tilfelle kjørte man kun 6 ganger, men på en mer sårbær rabbetype enn i det svenske prosjektet.

Med hensyn til bruk av jordforbedringsmidler på **rabbene** så ga disse bedre vekst enn de rutene som ikke var behandlet. Utslagene for de ulike behandlinger var mindre enn forventet, men alginatet viste en hurtigere tilvekst av gras det første året. Også dvergbjørk gikk fram og dette er i samsvar med funn gjort av Granheim og Brække (1993) som har påvist signifikant framgang for dvergbjørk på felter som er gjødslet. Likeledes viser greplyng (*Loiseleuria procumbens*) signifikant tilbakegang der det var behandlet og dette har sammenheng med at greplyng foretrekker mer surt substrat. Reinrose (*Dryas octepetala*) derimot favoriseres av kalk og den viste også framgang. Når det gjelder bunnsjikt så var det større framgang av moser i ruter med behandlinger, samtidig som lav gikk tilbake på grunn av fremveksten av moser og karplanter. Med hensyn til framveksten av moser på rabbene er dette svært ulikt resultatene i skog og på myr. Grunnen til dette er trolig at de moseartene som det her er snakk om reagerer annerledes på kalktilførsel på allerede kalkrike rabber enn de moseartene som går tilbake i de øvrige naturtypene. Et annet forhold kan være at kalken fort blåses eller renner vekk fra rabbene og at det er algit/alginat-effekten vi her ser i form av forbedrete fuktighetsforhold. Spesielt viser vi til alginatet som består av hydrofile koloider og som har stor evne til å trekke til seg vann og dermed økning av markfuktigheten (www.a-e-t.no). Ettersom gras er et mer slitesterkt vegetasjonsdekke enn moser kan dette ha en langsiktig positiv effekt for redusering av kjøreskader i denne vegetasjonstypen.

På **myr** ble resultatene påvirket av at forsøksmyra hadde fått endret hydrologi i løpet av forsøksperioden uavhengig av kjøreforsøkene. Det er derfor litt vanskelig å være sikker på hvordan resultatene skal tolkes. Likevel ser det ut som at 6-hjulingen er mer skånsom for kjøring på myrvegetasjon enn 4-hjulingen, trolig først og fremst fordi marktrykket er en svært viktig faktor på bløt myr. Vi har bare sammenlignbare målinger på geonett. Det ble ikke gjort detaljerte førundersøkelser på rutene i traséene som ble kjørt uten nett. Vi forventet her så store skader at dette ikke ville gi mening. Da myra ble kjørt var den imidlertid så tørr at skadene ble betydelig mindre enn forventet. Dette henger sammen med at det var en svært tørr vår og sommer i området (www.met.no). På Bandak (Lakselv) viste målingene at nedbøren var 20 % av normalen for juni 2003, mens det for juli 2003 var 84 % av normalen. Kombinert med at myra senere er blitt unaturlig våt pga av hydrologiske endringer kompliserer også dette forholdet tolkningen av dataene. I et tilsvarende prosjekt i Sverige (Renman 1989) viste resultatene fra en tørr myrtype at starrarter og moser var totalt nedpresset og delvis ødelagt etter en frekvens på 15 gangers kjøring. En større frekvens i vårt forsøk ville nok ha ført til flere skader.

Vi fant ingen effekt av algit + kalk på myrvegetasjon, mens alginat + kalk økte grasdekningen men drepte samtidig nesten all bunnvegetasjonen (mosene). Denne effekten kan vanskelig oppfattes som annet enn en skade heller enn en styrkende effekt og vi anbefaler derfor ikke bruk av jordforbedringsmidler på myr. Dette gjelder særlig næringsfattige ombrotrofe systemer. Grunnen til at kalken sammen med algit ikke førte til registrerbar skade kan være at kalken har ble skyllet vekk relativt nær behandlingstidspunktet. Dersom man klarer å motvirke erosjon i slike fuktige naturtyper og forstyrrelsen opphører vil naturlig gjenvekst gå av seg selv uten bruk av tilførte jordforbedringsmidler eller frø (se. f.eks. Hagen 2003).

Det finnes en rekke ulike revegeteringsmetoder, som i ulik grad er testet under forskjellige forhold. En økologisk karakteristikk av det enkelte inngrepet er utgangspunktet for valg av metode. Det kreves fagbiologisk kompetanse for å vurdere hvorvidt tiltak skal igangsettes, samt for å bidra i utforming og tilpasning av tiltakene. Når det skal vurderes igangsetting av restaureringstiltak opp mot å satse på naturlig gjenvekst kan det være nyttig å vurdere fordeler og ulemper med begge alternativ. Hagen (2003b) har skissert hvilke forhold som bør vurderes før igangsetting av tiltak og valg av metode. Dette er tema som bør ha fokus i arbeidet med ei 'Handbok for forebygging og rehabilitering av skader i skyte- og øvingsfelt', som Forsvarsbygg er i ferd med å starte opp.

Med hensyn til jordforbedringsstoffer så bør man være forsiktig med både dosering og bruk av disse. Spesielt i myr og i skog viser våre resultater at man bør være forsiktig med alginat da moser kan få sterk tilbakegang de første årene. Dette er særlig viktig på torvmyrer (ombrotrofe systemer) da det her ble observert store skader på moseartene. På rabbene viser lavene tilbakegang hvor det er brukt alginat, algit og fullgjødning. Dette kan ha sammenheng med at karplanter og mosene konkurrerer ut lavene samt at alginat, algit, kalk og fullgjødning kan ha ødeleggende effekt på lav (Granheim & Brække 1993). En annet forhold her er at rein kan ha beitet ned lavene og dermed forstyrret eksperimentet, og kontrollruter tatt utenfor traseene indikerer redusert lavmengde i løpet av studieperioden. Hvis hensikten er å få rask vekst for å dekke stygge sår i naturen kan alginat være en aktuell løsning. Oppslag av gras framfor opprinnelig vegetasjon vil imidlertid gjøre at sporet blir godt synlig.

Resultatene fra langtidsoveråkingen viser at vegetasjonen har kommet tilbake for alle behandlinger. Dette kan ha sammenheng med at kjøreskadene er moderate og at det burde være kjørt flere ganger enn det som ble gjort jamfør det som ble gjort i Sverige (Renman 1989, Lundin m.fl. 2007). Med hensyn til flatmyra så kan også en ekstrem tørr vår og sommer spilt en viss rolle i og med at skadene her ble mindre enn forventet. Med hensyn til skadene på bakkemyra så kjørte både 4-hjulingen og 6-hjulingen seg fast etter få forsøk, og her ble skadeforløpet (korttidsskader) større (tabell 6).

4.1 Forvaltningsstrategi – bruken av kjøretøy og ulike tiltak

Både Naturvårdsverket, SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå) og Skogforsk har kommet med like tilrådinger knyttet til minimering av skadeomfang og valg av kjøretøy, og foreslår bruk av kjøretøyer med minst mulig marktrykk og med mest mulig lik fordeling av drivkraft på alle hjul (Naturvårdsverket 1997, Staland og Larsson 2002, Jansson og Staland 2002). Ved bruk av kjøretøyer med et marktrykk på under 10 kPa, vil man ha gode forutsetninger for å unngå kjøreskader på selv sårbare vegetasjonstyper. Også dekkmønster av "ikke-aggressiv type" (dvs. dekkmønstre med mange og små/lave knaster) samt lavtrykksdekk anbefales for at ikke vegetasjonen skal rives opp. Staland og Larsson (2002) anbefaler bredere dekk for å unngå skader og slitasje på skogsmark. Beltegående kjøretøyer på barmark bør generelt brukes etter forsterkede traséer eller i utviste områder hvor slik kjøring kan finne sted. Kjøring på frossen mark eller tykt snødekke er å foretrekke framfor barmarkskjøring.

Kjøring med tunge kjøretøy i terrenget vil medføre størst skader på underlag med dårligst bæreevne, dvs. torv og myr, humusdekket fastmark og finkornige, minerogene løsmasser. Bæreevnen eller slitestyrken, avtar drastisk med økende fuktighet. Med dette som utgangspunkt må traséer legges tørt og der vegetasjonen er mest motstandsdyktig mot mekanisk slitasje. Man bør unngå de mest lavdominerte områdene både i skog og fjell, samt starrmyrer og bløtmyrer, og heller legge traséene til områder som er dominert av fjellkrekling, røsslyng, blokkebær og blåbær (Nisja 1989). I Finnmark foreligger det et heldekkende vegetasjonskart (NORUT) som etter en revisjon kan brukes sammen med markslagskart, kart over biologisk mangfold og sårbarhetskart til å kanalisere barmarksferdsel. Traséene bør unngå bratte bakker og skrånninger, men legges i svinger/slynger på en slik måte at de ikke kanaliserer vann og blir erodert ut ved flom. Det anbefales å kjøre i tørre områder, områder med grovkornige avsetninger, bart fjell eller områder med tynt morenedekke.

Økt framkommelighet på etablerte traséer kan hindre uønsket ferdsl i terrenget utenfor kjøretraséen. Framkommeligheten kan bedres ved å opparbeide små grøfter som leder bort overflatevann fra kjøresporene, konstruksjon av barrierer for å redusere eller å stoppe vannstrømmen langs med kjøresporene, utfylling av kjørespor med bjørkestranger, bjørkekviser, torv, høyballer, og mineraljord dekket med kokos- eller ullmatter for stabilisering av fyllmassene (Nordberg m.fl. 1998, Tømmervik m.fl. 2005b, Thannheiser m.fl. 2008). Gummimatter av gamle lastebildekk eller trelemmer som legges temporært i sporet er påvist å skåne vegetasjonen og reduserer sporskader på myr og fuktig lende ved framkjøring av tømmer (Torgersen 2001, Torgersen m.fl. 2002).

For å unngå skader i forbindelse med kryssing av bekkeraviner, slukter, bekker og elver bør det legges ut bruer/klopper som konstrueres med H-bjelker og svilleliknende stokker eller utrangert brumaterialsett fra Forsvaret. Dette er områder som er sårbare for dramatiske skader i overflata, pga. bratte kanter og periodevis stor vannmengde, og forebygging av skader vil ha betydelig gunstig effekt. Bruk av trykkimpregnert eller kreosotbehandlet materiale bør unngås pga. innhold av giftige stoffer.

4.2 Avsluttende kommentarer

Selve undersøkelsesopplegget i dette prosjektet har fungert, men har ikke vært robust nok til å ta høyde for tap av data i forbindelse med ulike endringer som har oppstått spesielt i myrfeltene. Tap eller reduksjon av datakvalitet har, kombinert med mange ulike behandlinger av ulike ruter har resultert i at datagrunnlaget er blitt litt for tynt til å gi statistisk signifikante resultater (spesielt på myr) særlig knyttet til effekt av ulike jordforbedringsmidler. I tillegg burde man ha kjørt med større frekvens i traséene for å få fram effektene av en mer realistisk bruksfrekvens. I et prosjekt i Sverige (Renman 1989) brukte man en frekvens på henholdsvis 5 og 25 ganger i de tørre typene, mens en for myr brukte frekvenser på 1 og 15 ganger. I vårt forsøk kjørte man imidlertid med lastet tilhenger som fører til større slitasje enn uten tilhenger.

5 Referanser og kilder

- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999a. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Møsvann - Austfjell, Telemark. – NINA Oppdragsmelding 611: 1-47.
- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999b. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Åmotsdalen, Sør-Trøndelag. – NINA Oppdragsmelding 610: 1-46.
- Bakkestuen, V., Erikstad, L., Tømmervik, H., Dahle, C. S. & Jolma, B. 2004. Kjørenettprosjektet i Halkavarre- og Porsangmoen skytefelt. Statusrapport 2003. 18 s.
- Bradshaw, A. D. 1997. What do we mean by restoration? - I Urbanska, K. M. e. a., red. Restoration ecology and Sustainable development. Cambridge University Press, Cambridge. S. 8-16.
- Cairns, J. 1990. Some Factors Affecting Management Strategies for Restoring the Earth. - I Berger, J. J., red. Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth. Island Press, Washington DC. S. 347-351.
- Christensen, G. 2004. Prosjekt forsterkning av kjørreløyper - mulige miljøkonsekvenser ved bruk av Geonett, trålnot og jordforbedringsstoffer. 11 s. Notat Akvaplan NIVA 2004/2855.
- Christensen, G., Bustnes, J.O. & Pedersen, G. 2001. Forsvarets langtidsvirkninger på miljøet i Troms. Miljøvirkninger hvor det allerede foreligger grunnlag for å beskrive resultater. Forprosjekt-rapport. Polarmiljøsektoret i Tromsø. 80 pp.
- Eriksen, M.-B. 1992a. Revegetering. Miljøvernavdelingens rapportserie. Rapport nr 45. Fylkesmannen i Troms.
- Eriksen, M.-B. 1992b. Terrangslitasje. Miljøvernavdelingens rapportserie. Rapport nr. 44. Fylkesmannen i Troms.
- Eriksen, M.-B. 1998. Virkningen av revegeteringstiltak på naturlig gjenvekst i myrområder, med fokus på bruk av ammearter. NTNU Vitensk.mus. Rapp. Bot. Ser. 1998-4: 30-37.
- Fattorini, M. 2001. Establishment of Transplants on Machine-Graded Ski Runs Above Timberline in the Swiss Alps. - Restoration Ecology 9: 119-126.
- Forbes, B. C. & Jefferies, R. L. 1999. Revegetation of disturbed arctic sites: constraints and applications. - Biological Conservation 88: 15-24.
- Forbes, B. C., Ebersole, J. J. & Strandberg, B. 2001. Anthropogenic disturbance and patch dynamics in circumpolar Arctic ecosystems. - Conservation Biology 15: 954-969.
- Granheim P.O. & Brække F.H. 1993. Vegetasjonsendringer på soligen myr etter gjødsling og kalking. Rapport fra Skogforsk 11/93: 15 s.
- Hagen, D. 1994. Revegetering i Hjerkinns skytefelt - utprøving av metoder som utgangspunkt for forvaltning, og forebygging av terrangslitasje. Universitetet i Trondheim. Rapport. 4. - Senter for miljø og utvikling, NTNU, Trondheim.
- Hagen, D. 2002. Propagation of native Arctic and alpine species with a restoration potential. - Polar Research 21: 37-47.
- Hagen, D. 2003a. Assisted recovery of disturbed arctic and alpine vegetation - an integrated approach. Dr. scient. thesis. - Department of Biology, Faculty of Natural Sciences and Technology, NTNU, Trondheim. 25.
- Hagen, D. 2003b. Tilbakeføring av Hjerkinns skytefelt til sivile formål. Temautredning "Revegetering". - Allforsk, Trondheim.
- Jansson, H. og Staland, F. 2002. Avverkningsstrakter för tjällosningen – mer än bara skogsmarkens bärighet. Resultat nr. 9. Skogforsk, Uppsala, Sverige.
- Jorgenson, M. T. & Joyce, M. R. 1994. Six strategies for rehabilitating land disturbed by oil development in Arctic Alaska. - Arctic 47: 374-390.
- Lawesson, J.E., Eilertsen, O., Diekmann, M., Reinikainen, A., Gunnlaugsdottir, E., Fosaa, A. M., Carøe, I., Skov, F., Groom, G., Økland, T., Økland, R., Andersen, P. N., & Bakkestuen, V. 2000. A concept for vegetation studies and monitoring in the Nordic countries. TemaNord 2000: 517.
- Lundin, U., Jonsson, C. & Lillemark, A. 2007. Sluttrapport MILJÖPROJEKTET – MARKFÖRSTÄRKNINGAR INTERREG III A Sverige – Norge. Vedlegg 1. Iwan Wästerlunds rapport "Förstärkning ledstråk i fjällmiljö"2. Algot Jåmas utvärdering av renstängsel, lettgerde. Utgitt av Europeiska unionen - Regionala utvecklingsfonden, Lierene kommune og Krokoms kommun. 40s.
- Moen, A. 1998. Vegetasjonssonekart over Norge. Nasjonalatlas for Norge. Statens kartverk.
- Naturvårdsverket 1997. Barmarkskörning på kalvfjällen. Rapport Naturvårdsverket rapport 4845. Naturvårdsverket förlag. Stockholm. 41 pp.
- Nisja, E. G. 1989. Undersøkelse av vegetasjonens slitestyrke ved tråkkforsøk i Femundsmarka, og noen forslag til forvaltningstiltak i Røosen – Rødalenområdet. KOMMIT – Universitetet i Trondheim. KOMMIT- rapport 1989:2.
- Norberg, M.-B. E., Simons, S., Alm, T., Alsos, I. G., Jakobsen, N.P. & Lund, L. 1998. Prosjekt "Revegetering Karasjokfjellet" 1995-1997 Avsluttende rapport. Tromsø naturvitenskap. 83. - Universitetet i Tromsø. 44 pp.
- Renman, G. 1989. Barmarkskörning i fjällen: Effekter av körning med terranghjulingar på mark och vegetation. 071-SNV Rapporter från SNV. Statens Naturvårdsverk, Solna.
- Staland, F. og Larsson, K. 2002. Bra planering och rätt teknik minskar risken för markskador. Resultat nr. 4. Skogforsk, Uppsala, Sverige.
- Systad, G.H., Strann, K.-B., Tømmervik, H.A., Elverland, E., Jacobsen, K.-O., Frivoll, V., Johnsen, T. & Rikardsen, A. 2005. Biologisk mangfold i Halkavarre/Porsangermoen skyte- og øvingsfelt, Porsanger kommune, Finnmark. - BM-rapport 58-2003. 99 pp.
- Thannheiser, D., Meier, K. D. & Tømmervik, H. 2008. Evaluering av rehabilitering av barmarksløyper på Karasjokfjellet og på Porsangmoen utført i 1995 -1996. NINA Rapport: In prep.
- Torgersen, H., Nitteberg, M. & Nyeggen, H. 2002. Sporskader kan unngås! Fra skogforskningen nr. 2-2002. Skogforsk, Ås. 2 pp.
- Torgersen, H. 2001. Forebygging av sporskader. Aktuelt fra skogforskningen. 6/01. Skogforsk/NLH. s. 31-33.
- Tømmervik, H., Erikstad, L., Jacobsen, K.-O., Strann, K.-B., Bakkestuen, V., Aarrestad, P.A., Yoccoz, N.G., Hagen, D., Johnsen, T.V., Johansen, B., Høgda, K.A., Ahmed, S.H., Dahl, R., Bargel, T.H. & Olsen, L. 2005a. Langtidsvirkninger på naturmiljøet av Forsvarets virksomhet i Troms. - NINA Rapport 49. 230 pp.
- Tømmervik, H., Erikstad, L., Bakkestuen, V. & Strann, K.-B. 2005b. Kapittel 8. Motorisert ferdsel i utmark. - p. 59-65 in Heggberget, T.M. & Jonsson, B. (eds.) Landskapsøkologi: arealbruk og landskapsanalyse. NINAs strategiske instituttprogrammer 2001-2005. NINA Temahefte 32.
- Urbanska, K. M. & Chambers, J. C. 2002. High-elevation ecosystems. Restoration in practice. - I Perry, M. R. & Davy, A. J., red. Handbook of ecological restoration. 2. Cambridge University Press, Cambridge. S. 376-400.

Økland, R.H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. - Sommerfeltia Suppl. 1: 1-233.

Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R., & Eilertsen, O. 2001a. Det norske konseptet for vegetasjonsøkologisk intensivovervåking. NIJOS-rapport 08/01: 46 pp.

Muntlige kilder i tillegg til de som er nevnt i forordet

Kaptein R. Heiskel, Troms garnison

Major P. Glorvigen, Troms garnison (nå Rena garnison)

Major Ø. Løvli, Troms garnison

Kaptein T. Westgård, Bardu (pensjonert miljøvernoffiser i Setermoen Garnison)

J. G. Johansen, bonde/undervisningsinspektør, Karasjok

Frøde Utsi, reineier og selger (ATV), Tana

Vedlegg 1: Endring for enkeltarter – myr og skog

Endring i antall arter innen ulike artsgrupper i 48 prøveflater på 0.25m² (artstetthet) i overvåkingsområdet i **bjørkeskog** fra 2003 til 2007. n- og n+ angir antall prøveflater med henholdsvis reduksjon og økning i antall arter. p sannsynligheten for at medianendringen ikke er signifikant forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettutvalgstest, p<0,05 er uthevet). i.s. betyr ikke signifikant for p<0.05.

Kjøretøy	n	Karplanter			Moser			Lav		
		n-	n+	p	n-	n+	p	n-	n+	p
4-hjuling	24	4	5	i.s.	2	2	i.s.	3	2	i.s.
6-hjuling	24	4	1	i.s.	3	3	i.s.	7	1	0.001
4-hjuling m/nett	12	3	3	i.s.	1	2	i.s.	2	0	i.s.
4-hjuling u/nett	12	1	2	i.s.	1	0	i.s.	1	2	i.s.
6-hjuling m/nett	12	2	1	i.s.	1	3	i.s.	3	0	i.s.
6-hjuling u/nett	12	2	0	i.s.	2	0	i.s.	4	1	i.s.

Karplanter, moser og lav som viser statistisk signifikante endringer i dekning i løpet av forsøksperioden i **bjørkeskog**. n+ antall prøveflater der arten økte og n- antall prøveflater der arten avtok i mengde. p angir sannsynligheten for at medianendringen ikke er signifikant forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettutvalgstest, p ≤ 0,001 er uthevet).

Arter	2003-2007		
	n-	n+	p
4-hjuling			
Karplanter			
<i>Empetrum nigrum</i>	15	4	0,018
Moser			
<i>Hylocomium splendens</i>	18	1	0.000
Lav			
<i>Cladonia arbuscula</i>	5	0	0,039
6-hjuling			
Karplanter			
<i>Avenella flexuosa</i>	1	10	0,180
Moser			
<i>Pleurozium schreberi</i>	14	4	0,011
<i>Hylocomium splendens</i>	18	5	0,001
Lav			
<i>Cladonia rangiferina</i>	7	0	0,017
4-hjuling m/nett			
Karplanter			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	6	0,033
Moser			
<i>Hylocomium splendens</i>	9	0	0,008
4-hjuling u/nett			
Karplanter			
<i>Empetrum nigrum</i>	10	1	0,005
Moser			
<i>Hylocomium splendens</i>	9	1	0,021
6-hjuling m/nett			
Karplanter			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0	7	0,018
<i>Avenella flexuosa</i>	0	8	0,010
Moser			
<i>Dicranum scoparium</i>	2	7	0,038
<i>Hylocomium splendens</i>	10	2	0,010

6-hjuling u/nett			
Moser			
<i>Pleurozium schreberi</i>	7	1	0,042
Lav			
<i>Cladonia rangiferina</i>	6	0	0,026

Endring i antall arter innen ulike artsgrupper i 24 prøveflater på 0.25m² (artstetthet) i overvåkingsområdet på **myr** fra 2003 til 2007. n- og n+ angir antall prøveflater med henholdsvis reduksjon og økning i antall arter. p sannsynligheten for at medianendringen ikke er signifikant forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettutvalgstest, p<0,05 er uthevet). i.s. betyr ikke signifikant for p<0.05.

Kjøretøy	n	Karplanter			Moser			Lav		
		n-	n+	p	n-	n+	p	n-	n+	p
4-hjuling m/nett	12	8	1	0.000	9	0	0.000	0	0	i.s.
6-hjuling m/nett	12	7	2	0.001	8	1	0.000	0	0	i.s.

Karplanter og moser som viser statistisk signifikante endringer i dekning i løpet av forsøksperioden på **myr**. n+ antall prøveflater der arten økte og n- antall prøveflater der arten avtok i mengde. p angir sannsynligheten for at medianendringen ikke er signifikant forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettutvalgstest, p ≤ 0,001 er uthevet).

Arter	2003-2007		
	n-	n+	p
4-hjuling m/nett			
Karplanter			
<i>Betula nana</i>	6	0	0,027
<i>Eriophorum angustifolium</i>	5	0	0,038
<i>Festuca ovina</i>	6	0	0,043
<i>Tofieldia pusilla</i>	4	0	0,046
<i>Trichophorum cespitosum</i>	8	0	0,012
Moser			
<i>Drepanocladus revolvens</i>	6	0	0,034
<i>Fissidens adienthoides</i>	4	0	0,046
<i>Leiocolea heteroculpos</i>	8	0	0,010
<i>Sphagnum capilifolium</i>	6	0	0,026
6-hjuling m/nett			
Karplanter			
<i>Lycopodium annotinum</i>	0	6	0,026
<i>Thalictrum alpinum</i>	0	7	0,042
<i>Festuca ovina</i>	5	0	0,016
Moser			
<i>Drepanocladus revolvens</i>	7	2	0,038

Vedlegg 2: Endring for enkeltarter – rabber

Endring i antall arter innen ulike artsgrupper i 48 prøveflater på 0.25m² (artstetthet) i overvåkingsområdet på **rabber** fra 2003 til 2007. n- og n+ angir antall prøveflater med henholdsvis reduksjon og økning i antall arter. p sannsynligheten for at medianendringen ikke er signifikant forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettutvalgstest, p<0,05 er uthevet). i.s. betyr ikke signifikant for p<0.05.

Kjøretøy	n	Karplanter			Moser			Lav		
		n-	n+	p	n-	n+	p	n-	n+	p
4-hjuling m/nett	12	0	3	i.s.	1	4	i.s.	12	0	0.002
6-hjuling m/nett	12	0	5	0.038	3	3	i.s.	11	1	0.011
4-hjuling u/nett	12	1	5	i.s.	0	6	0.033	8	1	i.s.
6-hjuling u/nett	12	1	6	i.s.	1	3	i.s.	10	1	0.007

Karplanter, moser og lav som viser statistisk signifikante endringer i dekning i løpet av forsøksperioden på **rabber**. n+ antall prøveflater der arten økte og n- antall prøveflater der arten avtok i mengde. p angir sannsynligheten for at medianendringen ikke er signifikant forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettutvalgstest, p ≤ 0,001 er uthevet).

Arter	2003-2007		
	n-	n+	p
4-hjuling m/nett			
Karplanter			
<i>Betula nana</i>	0	5	0,042
<i>Festuca ovina</i>	0	10	0,005
Lav			
<i>Stereocaulon paschale</i>	0	4	0,046
6-hjuling m/nett			
Karplanter			
<i>Festuca ovina</i>	1	8	0,011
<i>Empetrum nigrum</i>	2	9	0,023
<i>Diapensia lapponica</i>	5	0	0,042
<i>Loiseleuria procumbens</i>	5	1	0,046
Moser			
<i>Dicranum fuscescens</i>	1	5	0,046
Lav			
<i>Ochrolechia frigida</i>	8	0	0,011
<i>Umbilicaria hyperborea</i>	6	9	0,026
4-hjuling u/nett			
Lav			
<i>Stereocaulon paschale</i>	0	5	0,038
6-hjuling u/nett			
Karplanter			
<i>Festuca ovina</i>	1	8	0,014
<i>Betula nana</i>	0	6	0,026
Moser			
<i>Dicranum fuscescens</i>	0	8	0,011
<i>Polytrichum juniperinum</i>	0	6	0,011
Lav			
<i>Ochrolechia frigida</i>	6	2	0,035

NINA Rapport 341

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1905-1



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no