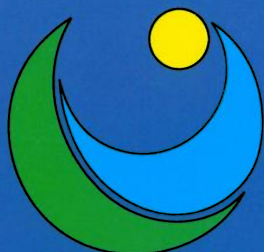


oppdragsmelding

Kjell I. Flatberg
Arne A. Frisvoll

NINA

NATURENS
TÅLEGRENSENER Miljøverndepartementet
Fagrapport 57

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Moseskader i Agder 1989-92

Kjell I. Flatberg
Arne A. Frisvoll



Miljøverndepartementet

Fagrapport 57

Naturens Tålegrenser

Programmet Naturens Tålegrenser ble satt igang høsten 1989 i regi av Miljøverndepartementet.

Programmet skal blant annet gi innspill til arbeidet med Nordisk Handlingsplan mot Luftforurensninger og til pågående aktiviteter under Konvensjonen for Langtransporterte Grenseoverskridende Luftforurensninger (Genève-konvensjonen). I arbeidet under Genève-konvensjonen er det vedtatt at kritiske belastningsgrenser skal legges til grunn ved utarbeidelse av nye avtaler om utslippsbegrensning av svovel, nitrogen og hydrokarboner.

En styringsgruppe i Miljøverndepartementet har det overordnede ansvar for programmet, mens ansvaret for den faglige oppfølgingen er overlatt en arbeidsgruppe bestående av representanter fra Direktoratet for naturforvaltning (DN), Norsk polarinstitutt (NP) og Statens forurensningstilsyn (SFT).

Arbeidsgruppen har følgende sammensetning:

Kjell Huseby	- NP
Tor Johannessen	- SFT
Else Løbersli	- DN
Steinar Sandøy	- DN

Styringsgruppen i Miljøverndepartementet består av representanter fra avdelingen for naturvern og kulturminner, avdelingen for vannmiljø, industri- og avfallssaker og avdelingen for internasjonalt samarbeid, luftmiljø og polarsaker.

Henvendelse vedrørende programmet kan rettes til:

Direktoratet for naturforvaltning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
tel: 73 58 05 00

eller

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep
0032 Oslo 1
Tel: 22 57 34 00

NINAs publikasjoner

NINA utgir fem ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskning-sarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forsknings-rapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

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

NINA Fakta-ark

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

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

Flatberg, Kjell I. & Frisvoll, Arne A. 1994
Moseskader i Agder 1989-92.
NINA Oppdragsmelding 298 : 1-34, pl. 1-20.

Trondheim september 1994

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0499-1

Forvaltningsområde:
Norsk: Forurensninger
Engelsk: Pollution

Rettighetshaver ©:
NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon: Odd Terje Sandlund

NINA, Trondheim

Design og layout: Hilde Meland

Sats: NINA

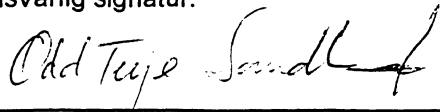
Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel: 73 58 05 00

Tilgjengelighet: Åpen

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1994. Moseskader i Agder 1989-92. - NINA Oppdragsmelding 298: 1-34, pl. 1-20.

Høsten 1989 ble mosene blanksigd og krussigd transplantert fra fire lokaliteter i Trøndelag til fire i Agder og omvendt. I tillegg ble det gjort interne transplantasjoner i hver landsdel. Resultata viser at skadd mose transplantert til Trøndelag stort sett regenererer, og at skadd mose kan regenerere og uskadd mose kan skades i Agder.

På lokalitetene i Agder ble to typer fastruter lagt ut for sommeren 1990, i matter med henholdsvis uskadd og skadd blanksigd og krussigd. Også fastrutene viser at skade kan oppstå og vokse igjen på samme tid i ulike deler av samme lokalitet.

Høsten 1992 ble det samla materiale av blanksigd fra seks punkt på en lokalitet i Agder og én i Trøndelag. Det grønne på hvert moseskudd ble delt i en apikal og en subapikal del, som hver for seg ble analysert for innhold av 13 kjemiske element. Ulike element har høyest konsentrasjon apikalt eller subapikalt, eller i Agder eller Trøndelag. Agder-materialet hadde høyere konsentrasjoner av nitrogen og svovel, og lågere konsentrasjoner av fosfor, kalium, kalsium og magnesium.

Emneord: skade - blanksigd (*Dicranum majus*) - krussigd (*D. polysetum*) - barskog - Agder/Trøndelag.

Kjell I. Flatberg, Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Erling Skakkes gt. 47, 7004 Trondheim.

Ame A. Frisvoll, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1994. Damage to mosses in Agder, South Norway, 1989-92. - NINA Oppdragsmelding 298: 1-34, Plate 1-20.

In autumn 1989, the mosses *Dicranum majus* and *D. polysetum* were transplanted from four localities in Trøndelag, Central Norway to Agder in South Norway, and vice versa. In addition, mosses were transplanted internally at each locality in both parts of the country. The results show that damaged moss transplanted to Trøndelag mostly recovers, and that damaged moss can recover and undamaged moss become damaged in Agder.

In Agder, two types of permanent plots were established in June 1990 in mats of undamaged and damaged *D. majus* and *D. polysetum*, respectively. These plots also show that damage can appear on moss and previously damaged moss can recover simultaneously in different parts of the same locality.

D. majus was collected in autumn 1992 from six sites at single localities in Trøndelag, Central Norway, and Agder, South Norway, respectively. The green part of the shoots was divided into apical and subapical portions, each of which was analysed for 13 chemical elements. The highest concentrations of particular substances usually occur either apically or subapically, or in Agder or Trøndelag. The Agder moss had higher concentrations of nitrogen and sulphur and lower concentrations of calcium, magnesium, phosphorus, potassium and magnesium.

Key words: Damage - *Dicranum majus* - *D. polysetum* - coniferous forest - South and Central Norway.

Kjell I. Flatberg, University of Trondheim, The Museum, Erling Skakkes gt. 47, N-7004 Trondheim.

Ame A. Frisvoll, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Forord

Sommeren 1988 ble det første gang meldt om omfattende skader på moser på Sørlandet. Norsk institutt for naturforskning og Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet har, på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning, prøvd å kartlegge og finne årsaken til skadene. Her rapporteres arbeid utført i 1992, sammen med en oppsummering for perioden 1990-92.

Sigurd Såstad og Bodil Wilmann takkes for datateknisk hjelp. Den engelske teksten er revidert av Richard Binns. Alle foto er tatt av K.I. Flatberg.

Trondheim 14.06.1993

Kjell I. Flatberg
Ame A. Frisvoll

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord.....	4
Innhold.....	4
1 Innledning og problemstilling.....	5
2 Ruter og plott på lokalitetene	5
3 Fastruter i Agder	7
3.1 Generelt	7
3.2 Uskadde overvåkingsruter	7
3.2.1 Områdene	8
3.2.2 Vurdering	10
3.3 Skadde overvåkingsruter.....	10
3.3.1 Områdene	10
3.3.2 Vurdering	12
4 Kontroll av transplantert sigdmose	13
4.1 Agder	14
4.2 Trøndelag.....	18
4.3 Vurdering.....	21
4.3.1 Agder	21
4.3.2 Trøndelag	22
4.3.3 Sammenlikning Agder - Trøndelag	22
5 Kjemiske analyser.....	23
5.1 Materiale og metoder.....	23
5.2 Resultater	23
5.3 Diskusjon.....	28
5.3.1 Regionale forskjeller.....	29
5.3.2 Segmentforskjeller	30
5.4 Vurdering.....	31
6 Sammendrag	31
7 Summary	32
8 Litteratur	34

Økningen i tilførselene av nitrogen-komponenter i Birkenes-feltet i perioden 1974/75-1990/91, har medført en statistisk signifikant økning i nitrat-konsentrasjonen i avrenningsvannet fra feltet på 47% gjennom perioden 1974/75-1990/91. Sannsynligvis indikerer dette at nitrogentilførselen til feltet er så stor, at nitrat ikke kan regnes som vekstbegrensende faktor i Birkenes-feltet. Derfor vil nitrat lekke ut fra feltet og opptre som mobilt anion til aluminium på linje med sulfat og organiske anioner.

SFT 1992: 151.

1 Innledning og problemstilling

Sommeren 1988 ble det observert store skader på moser i Aust-Agder. Da liknende skader ikke var sett andre steder, ble skadene antatt å ha sammenheng med forurensningssituasjonen i Sør-Norge.

Med bakgrunn i det urovekkende skadebildet ble prosjektet "Moser og luftforurensninger" satt i gang. Til nå er det foretatt en kartlegging av skader på Sørlandet (1989); gjensidige transplantasjoner av mose fra fire lokaliteter i Agder og Trøndelag, samt interne transplantasjoner på alle lokalitetene (1989); utlegging av fastruter i skadde og uskadde mosematter i Agder (1990), klorofyllundersøkelser (1990), måling av nitrogen i blanksigd (1990) og enzymundersøkelser (nitratreduktaseaktivitet, 1990).

Resultata er beskrevet i flere rapporter (Flatberg 1989, Foss & Såstad 1989, Frisvoll 1989, Løken 1989, Bakken 1991, Flatberg & Frisvoll 1991, Odasz et al. 1991, Frisvoll 1991, Flatberg & Frisvoll 1992).

Før prosjektet tok til var det store moseskader (1989); de neste to åra (1990-91) hadde små skader, og så kom store skader igjen (1992). Vi har observasjoner fra hele denne syklusen, og presenterer her en oversikt over treårsperioden høsten 1989 til høsten 1992.

Transplantasjonsforsøket ble avslutta høsten 1992.

2 Ruter og plott på lokalitetene

Lokalitet A-D ligger i Agder og P-S i Trøndelag/Hedmark; A, C, R og S har dominans av krussigd (*Dicranum polysetum*) og B, D, P og Q av blanksigd (*D. majus*). I sør har alle områdene hatt et sett transplantasjonsplott og fastruter, og i nord et sett transplantasjonsplott. Transplantasjonene ble utført høsten 1989; fastrutene ble lagt ut i juni 1990. For nærmere omtale av plott og rutemerking se Frisvoll (1989) og Flatberg & Frisvoll (1991). Lokalitet S ble delvis ødelagt i 1990 og ble oppgitt. Lokaliteter, plott og ruter har følgende navn og merking som nyttes i omtalen:

B-Gangsei (Åmli i AA; 24 transplantasjonsplott, 18 fastruter)

Transplantasjoner:						
Fra Q-Mørkdalstj.	T/S	9	10	11	12	
		13	14	15	16	
Intern frisk/skadd	B:	1f/1s	2f/2s	3f/3s	4f/4s	5f/5s
Gjens. intern frisk	B:	6f/6*	7f/7*	8f/8*		
Fastruter:						
Overvåking skade (0,5 x 0,5 m)	B:	I	II	III	IV	V
Uskadd referanse (1 x 1 m)	B:	X	XI	XII	XIII	XIV
Analyse skade (0,25 x 0,25 m)	B:	A1	A2	A3	A4	A5
Foto svartskade (0,25 x 0,25 m)	B:	XX	XXI	XXII		

Q-Mørkdalstjøenna (Malvik i ST; 14 transplantasjonsplott)

Transplantasjoner:						
Fra B-Gangsei	T/S	9	10	11	12	
		13	14	15	16	
Gjens. intern frisk	Q:	1f/1*	2f/2*	3f/3*		

D-Ruenes (Vennesla i VA; 24 transplantasjonsplott, 12 fastruter)

Transplantasjoner:					
Fra P-Skauvollen	T/S:	1	2	3	4
		5	6	7	8
Intern frisk/skadd	D:	1f/1s	2f/2s	3f/3s	4f/4s
Gjens. intern frisk	D:	6f/6*	7f/7*	8f/8*	5f/5s
Fastruter:					
Overvåking skade (0,5 x 0,5 m)	D:	I	II	III	IV
Uskadd referanse (1 x 1 m)	D:	X	XI	XII	XIII
Foto bleikskade (0,25 x 0,25 m)	D:	XX			
Foto svartskade (0,25 x 0,25 m)	D:	XXI			

P-Skauvollen (Malvik i ST; 14 transplantasjonsplott)

Transplantasjoner:				
Fra D-Ruenes	T/S:	1	2	3
		5	6	7
Gjens. intern frisk	P:	1f/1*	2f/2*	3f/3*

A-Flatemo (Åmli i AA; 24 transplantasjonsplott, 15 fastruter)

Transplantasjoner:					
Fra R-Djupsjøåsen	T/S:	17	18	19	20
		21	22	23	24
Intern frisk/skadd	A:	1f/1s	2f/2s	3f/3s	4f/4s
Gjens. intern frisk	A:	6f/6*	7f/7*	8f/8*	5f/5s
Fastruter:					
Overvåking skade (0,5 x 0,5 m)	A:	I	II	III	IV
Uskadd referanse (1 x 1 m)	A:	X	XI	XIII	XIV
Analyse skade (0,25 x 0,25 m)	A:	A1	A2	A3	A4

R-Djupsjøåsen (Skaun i ST; 14 transplantasjonsplott)

Transplantasjoner:				
Fra A-Flatemo	T/S:	17	18	19
		21	22	23
Gjens. intern frisk	R:	1f/1*	2f/2*	3f/3*

C-Rugslund (Birkenes i AA; 24 transplantasjonsplott, 8 fastruter)

Transplantasjoner:					
Fra S-S for Urset	T/S:	25	26	27	28
		29	30	31	32
Intern frisk/skadd	C:	1f/1s	2f/2s	3f/3s	4f/4s
Gjens. intern frisk	C:	6f/6*	7f/7*	8f/8*	5f/5s
Fastruter:					
Overvåking skade (0,5 x 0,5 m)	C:	I	II	III	IV
Uskadd referanse (1 x 1 m)	C:	X	XI	XII	

S-S for Urset (Tolga i Hedmark; 14 transplantasjonsplott)

Transplantasjoner:				
Fra C-Rugslund	T/S:	25	26	27
		29	30	31
Gjens. intern frisk	S:	1/1*	2/2*	3/3*

3 Fastruter i Agder

Forsommeren 1990 (siste uka i juni) ble det lagt ut fastruter på de fire lokalitetene i Agder. Halvparten ble lagt i så uskadde mosematter som mulig, og resten over stygge skadeflekker. De uskadde fastrutene var 1 x 1 m, og de skadde 0,5 x 0,5 m.

Felt A-Flatemo (Åmli kommune, Aust-Agder) og C-Rugsland (Birkenes kommune, Aust-Agder) er dominert av krussigd (*Dicranum polysetum*), felt B-Gangsei (Åmli kommune) og D-Ruenes (Vennesla kommune, Vest-Agder) av blanksigd (*D. majus*).

3.1 Generelt

Overvåkingsrutene ble fiksert med rammer, der hjømene gjenfinnes v.h.j.a. aluminiumsrør i bakken. Ramma er delt i 16 småruter med tråder for å lette observasjoner i ruta.

Det viste seg vanskelig å finne store nok, helt uskadde mosematter, noen av rutene som ble valgt hadde derfor små flekker av lys eller brun mose.

Fra forsommeren til høsten 1990 skjedde det ikke registrerbare forandringer i rutene; den første kommentaren etter utlegging gjelder derfor forsommeren 1991. Deretter ble rutene besøkt hver forsommer og høst til og med 1992. Alle rutene er følgelig observert og beskrevet fem ganger over to-og-et-halvt år. På den tida har det skjedd gjenvekst i alle og oppstått nye skader i mange av rutene (Plansje 1-20).

Mosene vokser mens det er fuktig og varmegrader, og stagnerer når det er tørke eller kuldegrader. I Agder vil mye av veksten foregå om høsten, ettervinteren og våren. Fra 1990 til 1992 har hvert moseskudd hatt to fulle vekstsesonger (høsten 1990 til høsten 1992). Somrene har til dels vært svært tørre og regnfattige, og så å si ingen tilvekst har skjedd da.

Det er en del generelle vansker ved denne type overvåking. Tydelige, vel avgrensa skadeflekker er lette å observere, og kan tegnes inn på ei skisse. Mer diffuse skader, som svakt brunlig eller svakt bleik mose, eller mose med brun basis og forholdsvis lite grønt, må beskrives subjektivt. For observasjon av slike skader har det også noe å si hvordan lysforholda er på stedet akkurat da. Det har særlig vært lagt vekt på å få med tydelige skader som fører til at mosen i skadeflekken skranter og dør, og gjenvekst i skadeflekkene i form av friske grønne planter.

Utviklinga har vært forskjellig fra område til område, men også fra rute til rute på samme lokalitet. Plasseringen av ruta i forhold til trekronene er bl.a. av betydning.

Likevel er det klare tendenser i materialet. De vil bli omtalt under gjennomgangen nedafor. Hver rute er gitt en forenkla sluttvurdering, der ++ betyr at skadeomfanget i ruta har økt mye, + at det har økt, ± at det er omtrent som før, og ÷ at skadeomfanget er blitt mindre.

3.2 Uskadde overvåkingsruter

Det ble forsøkt lagt ut fem ruter à 1 x 1 m på alle fire lokalitetene; på felt C-Rugsland var det lite av store rene krussigdmatter, og bare tre ruter kunne opprettes. Rutene i de fire områdene dekker derfor 18 m². Nedafor gjennomgås først lokaliteter med krussigd og deretter med blanksigd.

3.2.1 Områdene

A-Flatemo med krussigd (ru A X-XIV)

Alle fem rutene ligger på en flat furumo, og krussigd forekommer i djupe rene matter. Ved utlegging var det ingen eller ubetydelige skader i rutene. I fire av rutene skjedde det ingen ting av betydning, slik at tilstanden høsten 1992 ble vurdert å være omtrent som forsommeren 1990. Rute A-XIII fikk i løpet av 1992 en ganske stor ny bleikskade (som berørte fire av seksten småruter), og var altså mer skadd enn i starten.

rutid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
A-X	4-5 små brune flekker	ubetydelig forandring	ubetydelig brun flekk	litt brunt her og der	to små brune flekker med grønne topper	±
A-XI	ubetydelig med brun mose	samme	samme	litt brun mose med grønne topper	frisk fin mose	±
A-XII	ubetydelig med brune flekker	samme	samme	samme	samme	±
A-XIII	2 små flekker brun mose	ny liten flekk, ellers som før	ubetydelig med brun mose	et par flekker brun mose med grønne topper	felt med ny bleikskade i tidlig stadium	+
A-IV	få brune flekker	ubetydelig forandring	noen ubetydelige brune flekker	felt med ny bleikskade i tidlig stadium	litt bleik mose men kanskje ikke skade	±

C-Rugsland med krussigd (ru C X-XII)

De tre rutene ligger på flate tørre partier i en blandingsskog av gran og furu. Ved utlegging hadde mosen i alle rutene noen brune flekker eller var brun i nedre del. Mye av den skadde krussigden døde etter hvert, og det kom også mindre flekker med ny skade. Ved avslutning var likevel tilstanden hos to av rutene omtrent som i starten, mens rute C-X hadde fått litt større skader. Krussigden i hele området var nokså dårlig på slutten, og overvåkrutene avspeilte dette ganske godt.

rutid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
C-X	brun mose i nedre del, ingen store skader	ny skade, helt utbleika og død, ell. m. grønne toppblad	ny bleik skade, gl. skade delvis fylt med nåler	en del skrantende mose, brun, døende	få små nye bleikskader med grønne topper	+
C-XI	brune flekker, også ellers noe brunlig, småvokst	mye dødt på tidligere brune flekker, ny skade	ny bleikskade, gl. skade i ferd med å vokse att	mosen skranter i mye av ruta	liten bleikskade, ellers ganske fin mose	±
C-XII	små brune flekker uten død mose	ingen nye skader, gl. skade stort sett død nå	samme	nokså dårlig, skadd mose brun med stort sett grønne topper	mosen ser ganske frisk ut, men utom ruta stor bleikskade	±

B-Gangsei med blanksigd (ru B X-XIV)

De fem rutene ligger i en skyggefull bratt granskråning med full dominans av blanksigd. Ved utlegging var det nesten ikke skader i rutene. Rute B-XIV hadde høsten 1992 fått mindre nyskader, slik at det var noe større skader ved avslutning enn ved start. I fire av rutene skjedde det ingen ting med skadenivået, og de var følgelig omtrent slik som da observasjonene starta.

rutid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
B-X	helt uskadd	samme	samme	samme	svartskade i kant av stein	±
B-XI	to små skadeflekker	samme	gammel skade ses så vidt	vokser til, ingen nyskade	uskadd	±
B-XII	ubetydelig skade	samme	ingen skade	samme	samme	±
B-XIII	ubetydelig skade	liten lys flekk	ingen skade	bitteliten bleik skade	ingen skade	±
B-XIV	ubetydelig skade	samme	antydning til bleikskade	liten bleik flekk	ny bleikskade, muligens også svartskade	+

D-Ruenes med blanksigd (ru D X-XIV)

De fem rutene ligger i ei bratt nordvendt granskogsløp, og ved utlegging hadde de fleste små skadeflekker. Allerede forsommeren 1991 var det kommet noen mindre nye skader i rutene. Ett år seinere var det igjen en del mindre nye skader, som var blitt enda mer merkbare om høsten. To av rutene hadde da store skader, og enda ei rute hadde mer skade enn da observasjonene begynte. To ruter var i omtrent samme tilstand som i starten.

rutid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
D-X	3 små skadeflekker	ny skade, helt utbleika med grønn spiss	antydning til bleikskade, antydning til svartskade	mye av opprinnelig skade borte, svartskade dør trolig	ny stor bleikskade og svartskade	++
D-XI	små skader, utbleika men grønne i toppen	nye bleike flekker, de gl. stort sett borte	de gl. skadene er vanskelige å se nå	bleik flekk, og begynnende svartskade	bleikskade som striper og flekker, moderat svartskade	+
D-XII	nesten ikke skade	nye bleike flekker	begynnende svartskade	svartskadeangrep, grønt algebelegg i deler av ruta	ny bleikskade	++
D-XIII	diffuse skader, skudd bleike nederst	nye bleike flekker, de gl. er ikke så tydelige lenger	ny bleikskade	tidlig svartskade, gl. skadeflekker er borte	nokså skadefri, litt svartskade	±
D-XIV	diffuse skadeflekker, bl.a. et diagonalt bleikt bånd	ingen nye skader i ruta, men tett nedom: stor bleik flekk	gl. flekker vanskelige å se	opprinnelig skade borte, nye flekker med svartskade	flekker med svartskade, ny bleikskade	±

3.2.2 Vurdering

På lokalitetene A-Flatemo og C-Rugsland med krussigd ble tilstanden i seks av åtte ruter anslått å være omtrent den samme høsten 1992 som forsommeren 1990. I de resterende to rutene hadde det oppstått skader. Det var ingen lett synlig forskjell i skadenivå mellom lokalitet A-Flatemo i Åmli og den mer kystnære lokaliteten C-Rugsland i Birkenes.

På lokalitetene B-Gangsei og D-Ruenes med blanksigd ble tilstanden anslått å være mye verre i to, verre i to, og omtrent som før i seks av ti ruter. Den største skadeøkningen i hele materialet skjedde på lokalitet D-Ruenes i Vennesla, mens B-Gangsei i Åmli lenger fra kysten var lite skadd.

3.3.1 Områdene

A-Flatemo med krussigd (ru A I-V)

De fem rutene ligger på en flat furumo. I utgangspunktet var de mye skadd, og dette bedra seg lite i løpet av perioden. Det var brukbar gjenvækst i ei rute, anslått uendra forhold i ei og økte skader i tre. Der skaden var blitt verre hadde mye krussigd dødd, eller den var brun og svært ufrisk.

rutetid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
A-I	mye skade, mye pålagring av nålestrø	mye dårlig, verre enn det var	veldig dårlig, mye helt dødt	samme, mye nålestrø og algepåvekst	samme	+
A-II	mye brun mose med grønne eller avfalte topper	omtrent som før, noe regenerering	omtrent som før, men nye toppskudd over hele skaden	økende gjenvækst, brune skudd med grønne topper, alger	god del brun og skadd mose	±
A-III	mye skadd mose	samme skadenivå, en del regenerering	omtrent som før, noe regenerering, mye nålestrø	samme, dødt og algebevokst, grønne topper over det hele	svært dårlig tilstand, mye brune og døde skudd, alger	+
A-IV	mye skadd mose	en del regenerering	det gror til	opprinnelig skade synlig men nokså diffust	ingen nye store skader	÷
A-V	mye skadd mose	samme	nokså dårlig	en god del bleik og nokså dårlig mose	samme	+

Som helhet var tilstanden som før i tolv (6/9), verre i fire (2/9) og mye verre i to (1/9) av atten ruter. Da utgangsrutene her var friske, kunne ingen få forbedra status. Den muligheten beskrives nedafor.

3.3 Skadde overvåkingsruter

Det ble lagt ut fem ruter à 0,5 x 0,5 m over skadde moseflekker på alle fire lokalitetene, i alt 5m². Skadene hadde oppstått i 1988-89 (Frisvoll 1989), og var oftest skarpt avgrensa mot frisk mose som døende eller døde flekker.

C-Rugsland med krussigd (ru C I-V)

De fem rutene ligger på flate tørre partier i blandingsskog av furu og gran. Skaden økte i fire av rutene, mens den gikk tilbake i ei. De generelle skadene på lokaliteten økte også dramatisk i 1992. Krussigden var brun og ufrisk i mye av området, og i rutene.

rutid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
C-I	middels flekk mesta helt utbleika med litt grønt	samme	samme eller litt gjenvekst	samme	skadeflekken tatt seg att	÷
C-II	mye skade	samme	samme	skikkelig dårlig, mose brun og skranter sterkt	som før, med grønne toppskudd, brun nederst	+
C-III	mosaikkpreget skade	samme	samme	ufrisk mose, den gl. skadeflekken død	samme, algepåvekst	+
C-IV	flere skadeflekker	samme	samme	gjenlevende krussigd ganske fin, en god del død	stor ny bleikskade med grønne topper	+
C-V	stor skade i mesteparten av ruta	flere flekker ny bleikskade	skadebildet omtrent som før	mosen i skaden er stort sett død	samme, grønne enkeltskudd men med brun basis	+

B-Gangsei med blanksigd (ru B I-V)

De fem rutene ligger flatt eller litt skrått i skyggefull nordvendt granskog. I starten hadde lokaliteten mange godt avgrensa skadeflekker, og rutene ble lagt over slike. I hele perioden 1990-92 skjedde det fin gjenvekst i alle rutene, og ved slutten var skadene så å si reparert i samtlige ruter.

rutid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
B-I	stor skadeflekk	en del gjenvekst	samme	samme	god gjenvekst i hele skadeflekken	÷
B-II	skadeflekk i halve ruta	en god del gjenvekst	samme	samme, grønt over hele skadeflekken	samme	÷
B-III	to skadeflekker	samme tilstand	mye gjenvekst	samme	samme	÷
B-IV	en mindre, distinkt skadeflekk	samme tilstand	en del gjenvekst	samme	samme	÷
B-V	middels skade, noe diffust bilde	samme eller litt gjenvekst	mye tilvekst	skaden borte og det gror igjen	samme	÷

D-Ruenes med blanksigd (ru D I-V)

De fem rutene ligger i ei bratt nordvendt granskogsløi. Området var mye skadd da de ble oppretta, og gjennom perioden har vi stadig observert nye skader. Likevel har det skjedd gjenvekst i fire av fastrutene, mens det i ei er omtrent som det var. Dette forholdet er ikke lett å forklare, men kan bero på tilfeldigheter ved et for lite antall ruter.

rutetid	1990 forsommer	1991 forsommer	1991 høst	1992 sommer	1992 høst	
D-I	omtrent halve ruta skadd	samme	ubetydelig endring, skaden grodd noe til	fortsatt gjenvekst, skade mindre synlig	så å si full gjenvekst	÷
D-II	mye skade	samme	mye grodd til	fortsatt gjenvekst	stort sett full gjenvekst	÷
D-III	omtrent halve ruta skadd	samme med litt gjenvekst	skaden i ferd med å leges	samme	ny bleikskade	÷
D-IV	tre store skadeflekker	samme med litt gjenvekst	fortsatt gjenvekst	samme	ny bleikskade	÷
D-V	skade i halve ruta	stor ny bleikskade	omtrent som før	en litt lys flekk, litt dårlig mose i opprinnelig flekk	ny bleikskade	±

3.3.2 Vurdering

På lokalitetene A-Flatemo og C-Rugsland med krussigd ble tilstanden i sju av ti ruter anslått å være verre enn før, i ei rute uendra, og i to bedre. Det var ingen lett forståelig forskjell mellom de to lokalitetene.

På lokalitetene B-Gangsei og C-Ruenes med blanksigd var tilstanden bedre i ni av ti ruter, og som før i ei. Her var det følgelig en massiv gjenvekst med fravær av nye skader.

Forskjellen mellom lokaliteter med krussigd og blanksigd er påfallende, og vi har ingen god forklaring på den. Det er lite interessant å summere tilstanden på lokalitetene for de to overvåkingsartene. Blanksigd har hatt langt bedre gjenvekst enn krussigd. Den første vokser i jevnt fuktige, sterkt skyggefulle og nordvendte granskoger, den andre i tørre og åpne, soleksponerte furuskoger. Habitatforskjellen kan være viktig, og i tillegg kommer forskjeller hos de to artene mht reaksjon på de tilførte skadestoffene.

4 Kontroll av transplantert sigdmose

Høsten 1989 ble 32 moseplott (sylindre med diameter 14,2 cm) flytta fra Trøndelag til Agder og 32 andre vegen, tilsammen 64 plott. Halvparten var blanksigd (*Dicranum majus*) og halvparten krussigd (*D. polysetum*). Materialet for hver art kom fra og ble satt ut på to lokaliteter, slik at én lokalitet fikk 8 transplantasjonsplott. Alt trøndelagsmateriale var friskt; på hver lokalitet i Agder ble halvparten av dette satt ut i frisk og halvparten i skadd mose. Tilsvarende ble halvparten frisk og halvparten skadd mose flytta til Trøndelag. På hver lokalitet ble også mose flytta internt, bl.a. for å kontrollere om sjøve flyttinga hadde negativ effekt (se avsnitt 2). Dette ga følgende konstellasjoner:

Hver lokalitet i Agder (24 plott):

- 8 plott frisk mose fra Trøndelag
 - 4 uskadde til 4 uskadde (Plansje 1, 13)
 - 4 uskadde til 4 skadde (Plansje 2-3, 14)
- 16 plott intern transplantasjon
 - 5 uskadde til 5 skadde (Plansje 8-9, 17)
 - 5 skadde til 5 uskadde (Plansje 10-12, 18-20)
 - 3 uskadde til 3 uskadde (Plansje 7, 16)

Hver lokalitet i Trøndelag (14 plott):

- 8 plott skadd og frisk mose fra Agder
 - 4 skadde til 4 friske (Plansje 5-6, 15)
 - 4 friske til 4 friske (Plansje 4)
- 6 plott intern transplantasjon
 - 3 friske til 3 friske

Disse plotta ble besøkt forsommer og høst til og med 1992. Alle ble fotografert minst hver høst, og i Agder også forsomrene 1990 og 1992. Her presenteres situasjonen på alle plotta i fire høstsesonger medrekna utsettingshøsten, altså i tre år. Noen få bilder slo feil, og noen få plott ble ødelagt, dette går fram av presentasjonen.

Utviklinga på hvert plott er vurdert forskjellig etter om de var friske eller skadde fra starten. Hos de skadde ble gjenveksten vurdert, og hos de friske eventuelle oppståtte skader.

Symbolbruk i oversiktene nedafor:

Det skilles mellom to typer skader. Den første typen er en generell tilbakegang i friskhet hos mosen, som ytrer seg ved at plantene vantrives og blir brune og lite vitale. Skaden er vurdert som liten (÷), middels (÷÷) eller stor (÷÷÷). Den andre typen er plutselige akutte

nyskader (NS) av den typen som opptrer i Agder. Dessuten kunne tilstanden bli vurdert som uendra (≈). o = manglende observasjon eller plottet ødelagt.

Skade ble notert som manglende (S1), liten (S2), middels (S2), stor (S4) eller fullstendig (S5). Gjenvekst ble tilsvarende vurdert som liten (G2), middels (G3), stor (G4) eller fullstendig (G5).

I Agder betyr T/S merket (f. eks. T/S 20') frisk mose fra Trøndelag transplantert til skadde moseflekker, mens det i Trøndelag betyr skadd mose fra Agder transplantert til frisk mose; bare T/S betyr frisk mose transplantert til frisk mose.

1-5f og 1-5s betegner gjensidig transplantasjon av frisk og skadd mose; det friske plottet 1f er satt ut der det skadde plottet 1s er tatt - og omvendt. Serien 1-5f er derfor frisk mose som står i skadd mose, og 1-5s skadd mose som står i frisk mose. Dette gjelder bare lokaliteter i Agder.

Hver lokalitet har tre kontroller med gjensidig transplantasjon av frisk mose til frisk mose. I Agder kalles disse 6-8f og 6-8f*, i Trøndelag 1-3f og 1-3f*.

For hver lokalitet gis en oversikt over utviklinga hos alle plott fra høsten 1989 til høsten 1992, og en oppsummering om skade og gjenvekst.

4.1 Agder

A-Flatemo med krussigd

Lokaliteten hadde størst skadefrekvens av alle områdene. Av 9 plott 'frisk til skadd' ble 7 middels og 2 mye skadd. Av 10 plott 'frisk til frisk' ble 4 litt og 3 middels skadd. Ingen andre områder fikk store skader på noe plott. Gjenveksten på plott 'skadd til frisk' var middel god på 2 og god på 3 plott, og i disse kom det 4 nyskader.

Plott	1989 høst	1990 høst	1991 høst	1992 høst	Status
T/S 17	S1	≈	÷	÷ NS2	÷÷ NS2
T/S 18	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 19	S1	÷	≈	÷	÷÷
T/S 24	S1	≈	≈	÷	÷
T/S 20'	S1	÷	≈	÷	÷÷
T/S 21'	S1	≈	÷	÷	÷÷
T/S 22'	S1	÷	≈	÷	÷÷
T/S 23'	S1	≈	÷	÷	÷÷
A 1f	S1	÷	÷	÷	÷÷÷
A 2f	S1	÷	≈	÷	÷÷
A 3f	S1	÷	≈	÷	÷÷
A 4f	S1	÷	÷	÷	÷÷÷
A 5f	S1	÷	÷	G2	÷÷G2
A 1s	S5	G3	≈	≈	G3
A 2s	S5	G3	G4	NS2	G4,NS2
A 3s	S5	G3	≈	NS2	G3,NS2
A 4s	S5	G4	NS2	≈	G4,NS2
A 5s	S5	G3	G4	NS2	G4,NS2
A 6f	S1	≈	≈	≈	≈
A 6f*	S1	÷	≈	≈	÷
A 7f	S1	≈	÷	÷G2	÷÷G2
A 7f*	S1	≈	≈	≈	≈
A 8f	S1	≈	≈	÷	÷
A 8f*	S1	≈	≈	÷	÷

	Utvikling og tilstand, antall plott								
	Uendra	Tilbakegang			Gjenvekst				Ny- skade
	≈	÷	÷÷	÷÷÷	G2	G3	G4	G5	NS
Lok.: A-Flatemo (24 plott)									
T/S (8 plott) til frisk (4 plott)	1	1	2	-	-	-	-	-	1
til skadd (4 plott)	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Internt (16 plott) frisk til skadd (1-5f)	-	-	3	2	1	-	-	-	-
frisk til frisk (6-8f/f*)	2	3	1	-	1	-	-	-	-
skadd til frisk (1-5s)	-	-	-	-	-	2	3	-	4
Alle frisk til frisk (10 plott)	3	4	3	-	-	-	-	-	1

C-Rugsland med krussigd

Lokaliteten hadde stor skadefrekvens. Av 9 plott 'frisk til skadd' var 3 uendra, 4 litt og 2 middels skadd. Av 10 plott 'frisk til frisk' var 3 uendra og 6 litt skadd. Gjenveksten på plott 'skadd til frisk' var liten på 1 og middels god på 4 plott. Det dukket opp 1 nyskade.

Plott	1989 høst	1990 høst	1991 høst	1992 høst	Status
T/S 25	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 30	S1	÷	≈	≈	÷
T/S 31	S1	÷	≈	≈	÷
T/S 32	S1	≈	÷	≈	÷
T/S 26'	S1	÷	÷	G3	÷÷G3
T/S 27'	S1	÷	≈	G2	÷G2
T/S 28'	S1	÷	÷	G3	÷÷G3
T/S 29'	S1	≈	≈	÷	÷
C 1f	S1	≈	÷÷	G2	÷÷ G2
C 2f	S1	≈	≈	÷	÷
C 3f	S1	≈	÷	G2	÷ G2
C 4f	S1	≈	÷÷	≈	÷÷
C 5f	S1	≈	≈	≈	≈
C 1s	S4	G2	≈	G3	G3
C 2s	S5	G2	÷	G2	÷G2
C 3s	S5	G2	≈	G3	G3
C 4s	S4	G2	G3	NS2	G3, NS2
C 5s	S5	≈	G2	G3	G3
C 6f	S1	≈	≈	NS2	NS2
C 6f*	S1	≈	÷	G2, NS2	÷G2, NS2
C 7f	S1	÷	≈	≈	÷
C 7f*	S1	≈	≈	≈	≈
C 8f	S1	≈	≈	≈	≈
C 8f*	S1	0	0	0	0

Lok.: C-Rugsland (24 plott)	Utvikling og tilstand, antall plott								
	Uendra ≈	Tilbakegang			Gjenvekst				Ny- skade
		÷	÷÷	÷÷÷	G2	G3	G4	G5	NS
T/S (8 plott) til frisk (4 plott)	1	3	-	-	-	-	-	-	-
til skadd (4 plott)	2	2	-	-	1	2	-	-	-
Internt (16 plott) frisk til skadd (1-5f)	1	2	2	-	2	-	-	-	-
frisk til frisk (6-8f/f*)	2	3	-	-	1	-	-	-	2
skadd til frisk (1-5s)	-	-	-	-	1	4	-	-	1
Alle frisk til frisk (10 plott)	3	6	-	-					2

B-Gangsei med blanksigd

Lokaliteten hadd svært liten skadefrekvens. Av 9 plott 'frisk til skadd' forble alle uten skade. Av 10 plott 'frisk til frisk' forble 6 uskadd og 4 fikk små skader. Gjenveksten på plott 'skadd til frisk' var middels på 2, god på 1 og fullstendig på 2 plott. Det oppsto 5 nyskader.

Plott	1989 høst	1990 høst	1991 høst	1992 høst	Status
T/S 10	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 12	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 14	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 16	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 9'	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 11'	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 13'	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 15'	S1	≈	≈	≈	≈
B 1f	S1	≈	≈	≈	≈
B 2f	S1	≈	≈	≈	≈
B 3f	S1	≈	≈	≈	≈
B 4f	S1	≈	≈	≈	≈
B 5f	S1	≈	≈	≈	≈
B 1s	S4	G2	G3	≈	G3
B 2s	S4	≈	G4	G5	G5
B 3s	S4	≈	G2	G3	G3
B 4s	S3	≈	G3	G4	G4
B 5s	S3	G2	G4	G5	G5
B 6f	S1	≈	≈	NS2	NS2
B 6f*	S1	≈	≈	NS2	NS2
B 7f	S1	≈	≈	≈	≈
B 7f*	S1	≈	≈	≈	≈
B 8f	S1	≈	≈	NS2	NS2
B 8f*	S1	≈	NS2	NS2	NS2,NS2

	Utvikling og tilstand, antall plott								Ny- skade
	Uendra	Tilbakegang			Gjenvekst				
Lok.: B-Gangsei (24 plott)	≈	÷	÷÷	÷÷÷	G2	G3	G4	G5	NS
T/S (8 plott) til frisk (4 plott)	4	-	-	-	-	-	-	-	-
til skadd (4 plott)	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Internt (16 plott) frisk til skadd (1-5f)	5	-	-	-	-	-	-	-	-
frisk til frisk (6-8f/f*)	2	4	-	-	-	-	-	-	5
skadd til frisk (1-5s)	-	-	-	-	-	2	1	2	-
Alle frisk til frisk (10 plott)	6	4	-	-	-	-	-	-	5

D-Ruenes med blanksigd

Lokaliteten hadde middels skadefrekvens. Av 9 plott 'frisk til skadd' forble 7 uten skade og 2 fikk en liten skade. Av 10 plott 'frisk til frisk' forble 7 uskadd og 3 fikk små skader. Gjenveksten på plott 'skadd til frisk' var liten på 1, middels på 1 og fullstendig på 3 plott. Det oppsto 6 nyskader.

Plott	1989 høst	1990 høst	1991 høst	1992 høst	Status
T/S 1	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 4	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 6	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 7	S1	≈	NS2	G2	NS2,G2
T/S 2'	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 3'	S1	≈	≈	NS2	NS2
T/S 5'	S1	≈	≈	≈	≈
T/S 8'	S1	≈	≈	≈	≈
D 1f	S1	≈	≈	≈	≈
D 2f	S1	≈	≈	≈	≈
D 3f	S1	≈	≈	NS2	NS2
D 4f	S1	≈	≈	≈	≈
D 5f	S1	≈	≈	≈	≈
D 1s	S4	G2	≈	≈	G2
D 2s	S3	G3	G4	G5	G5
D 3s	S4	≈	G2,NS2	G3,NS2	G3,NS2
D 4s	S4	G2	G3	G5	G5
D 5s	S3	G3	G4	G5	G5
D 6f	S1	≈	≈	≈	≈
D 6f*	S1	≈	≈	≈	≈
D 7f	S1	≈	NS2	≈	NS2
D 7f*	S1	≈	≈	≈	≈
D 8f	S1	≈	≈	≈	≈
D 8f*	S1	≈	≈	NS2	NS2

	Utvikling og tilstand, antall plott								Ny- skade
	Uendra	Tilbakegang			Gjenvekst				
Lok.: D-Ruenes (24 plott)	≈	÷	÷÷	÷÷÷	G2	G3	G4	G5	NS
T/S (8 plott) til frisk (4 plott)	3	1	-	-	1	-	-	-	1
til skadd (4 plott)	3	1	-	-	-	-	-	-	1
Internt (16 plott) frisk til skadd (1-5f)	4	1	-	-	-	-	-	-	1
frisk til frisk (6-8f/f*)	4	2	-	-	-	-	-	-	2
skadd til frisk (1-5s)	-	-	-	-	1	1	-	3	1
Alle frisk til frisk (10 plott)	7	3	-	-					3

4.2 Trøndelag

R-Djupsjøåsen med krussigd

Lokaliteten hadde liten skadefrekvens. Av 4 plott 'skadd til frisk' hadde 2 middels, 1 god og 1 full gjenvekst. Av 10 plott 'frisk til frisk' forble 5 uendra og 5 ble litt skadd.

Plott	1989 høst	1990 høst	1991 høst	1992 høst	Status
S/T 17	S1	≈	≈	0	≈
S/T 18	S1	≈	+	0	÷
S/T 19	S2	G2	+	0	÷
S/T 24	S1	≈	≈	÷	÷
S/T 20'	S4	G3	G4	≈	G4
S/T 21'	S4	G2	G3	0	G3
S/T 22'	S4	≈	G5	≈	G5
S/T 23'	S4	G2	G3	≈	G3
R 1f	S1	≈	≈	≈	≈
R 1f*	S1	≈	≈	≈	≈
R 2f	S1	≈	≈	≈	≈
R 2f*	S1	≈	≈	≈	≈
R 3	S1	≈	≈	÷	÷
R 3f*	S1	≈	≈	÷	÷

	Utvikling og tilstand, antall plott								Ny- skade
	Uendra	Tilbakegang			Gjenvekst				
Lok.: R-Djupsjøåsen (14 plott)	≈	÷	÷÷	÷÷÷	G2	G3	G4	G5	NS
T/S (8 plott) fra frisk (4 plott)	1	3	-	-	-	-	-	-	-
fra skadd (4 plott)	-	-	-	-	-	2	1	1	-
Internt (6 plott) frisk til frisk (1-3f/f*)	4	2	-	-	-	-	-	-	-
Alle frisk til frisk (10 plott)	5	5	-	-	-	-	-	-	-

P-Skauvollen med blanksigd

Lokaliteten hadde ingen skader. Av 4 plott 'skadd til frisk' hadde 1 middels og 3 full gjenvekst.

Plott	1989 høst	1990 høst	1991 høst	1992 høst	Status
S/T 1	S1	≈	≈	≈	≈
S/T 4	S1	0	≈	≈	≈
S/T 6	S1	≈	≈	≈	≈
S/T 2'	S4	G3	G4	G5	G5
S/T 3'	S4	G2	≈	G3	G3
S/T 5'	S4	G3	G4	G5	G5
S/T 7'	S4	G4	G5	≈	G5
S/T 8'	S4	G3	G5	≈	G5
P 1f	S1	≈	≈	≈	≈
P 1f*	S1	≈	≈	≈	≈
P 2f	S1	≈	≈	≈	≈
P 2f*	S1	≈	≈	≈	≈
P 3	S1	≈	≈	0	≈
P 3f*	S1	≈	≈	≈	≈

	Utvikling og tilstand, antall plott								Ny- skade
	Uendra	Tilbakegang			Gjenvekst				
Lok.: P-Skauvollen (14 plott)	≈	+	++	+++	G2	G3	G4	G5	NS
T/S (8 plott) fra frisk (3 plott)	3	-	-	-	-	-	-	-	-
fra skadd (5 plott)	-	-	-	-	-	1	-	4	-
Internt (6 plott) frisk til frisk (1-3f/f*)	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Alle frisk til frisk (10 plott)	10	-	-	-	-	-	-	-	-

Q-Mørkdalstjøenna med blanksigd

Lokaliteten hadde nesten ikke skader. Av 10 plott 'frisk til frisk' forble 9 uskadd mens 1 fikk en liten skade. Av 3 plott 'skadd til frisk' fikk alle full gjenvekst. Det oppsto 1 nyskade (som vi ikke kan forklare).

Plott	1989 høst	1990 høst	1991 høst	1992 høst	Status
S/T 10	S1	≈	≈	≈	≈
S/T 12	S2	G5	≈	≈	≈
S/T 14	S1	≈	≈	≈	≈
S/T 16	S1	≈	≈	≈	≈
S/T 9'	S4	0	0	0	0
S/T 11'	S4	G3	G5	≈	G5
S/T 13'	S4	G4	G5	≈	G5
S/T 15'	S4	G5	≈	≈	G5
Q 1f	S1	≈	0	≈	≈
Q 1f*	S1	≈	NS4	0	NS4
Q 2f	S1	0	≈	≈	≈
Q 2f*	S1	0	≈	≈	≈
Q 3	S1	≈	≈	0	≈
Q 3f*	S1	≈	≈	≈	≈

	Utvikling og tilstand, antall plott								Ny- skade
	Uendra	Tilbakegang			Gjenvekst				
Lok.: Q-Mørkdalstjøenna (14 plott)	≈	÷	÷÷	÷÷÷	G2	G3	G4	G5	NS
T/S (8 plott) fra frisk (4 plott)	4	-	-	-	-	-	-	-	-
fra skadd (3 plott)	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Internt (6 plott) frisk til frisk (1-3f/f*)	5	1	-	-	-	-	-	-	1
Alle frisk til frisk (9 plott)	8	1	-	-	-	-	-	-	1

4.3 Vurdering

Alt tyder på at mosen tåler transplantasjonsteknikken godt. Vi går derfor ut fra at skadene skyldes andre årsaker.

4.3.1 Agder

Det har generelt oppstått flere skader i krussigdplotta 'frisk til frisk' enn i de tilsvarende blanksigdplotta. I Agder forble 31 % av krussigdplotta uskadd mens 68 % fikk fra små til store skader. Hos blanksigd var forholdet

65 % uskadd og 35 % skadd, og ingen plott fikk mer enn små skader.

Det var heller ingen forskjell på om friske plott stammet fra Trøndelag eller fra egen lokalitet.

Det foregikk gjenvekst hos alle skadde plott. Hos krussigd var gjenveksten oftest middels eller stor, mens den hos blanksigd oftest var middels til fullstendig.

Det oppsto forholdsvis mange nyskader, 7 i krussigdplotta og 11 i blanksigdplotta.

	Uendra ≈	÷	Tilbakegang ÷÷	÷÷÷	Nyskade NS
Dicranum majus (frisk-frisk)					
Agder (20 plott)					
B-Gangsei (10 plott)	6	4	-	-	5
D-Ruenes (10 plott)	7	3	-	-	3
	13 (65%)	7 (35%)	-	-	8
Trøndelag (20 plott)					
P-Skauvollen (10 plott)	10	-	-	-	-
Q-Mørkdalstjønnna (10 plott)	9	1	-	-	1
	19 (95%)	1 (5%)	-	-	1
Dicranum polysetum (frisk-frisk)					
Agder (19 plott)					
C-Rugslund (9 plott)	3	6	-	-	2
A-Flatemo (10 plott)	3	4	3	-	0
	6 (31%)	10 (52%)	3 (16%)	-	2
Trøndelag (10 plott)					
R-Djupsjøåsen (10 plott)	5 (50%)	5 (50%)			

4.3.2 Trøndelag

Også i Trøndelag oppsto det flere skader hos krussigd enn hos blanksigd. Dette var oftest diffuse skader med brun og ufrisk mose, og kan være et resultat av snøfattige vintre. Lokaliteten er relativt høgtliggende, og skadene var nokså like hos stedegen (transplantert og *in situ*) mose og transplantert mose fra Sørlandet. Hos blanksigd forekom det nesten ikke skade.

Gjenveksten hos krussigd var god. Hos blanksigd var gjenveksten stort sett fullstendig. Tilsynelatende nesten helt død mose fra Agder regenererte i ett tilfelle fullstendig fra én høst til neste (lokalitet Q-Mørkdalstjønna), og ellers på 2-3 år.

Det oppsto 1 nyskade.

4.3.3 Sammenlikning Agder - Trøndelag

Krussigd viste flere skader enn blanksigd både i Agder og Trøndelag.

Det oppsto flere vitalitetsskader hos transplantert mose i Agder enn i Trøndelag, og også flere nyskader.

Hos blanksigd var gjenveksten nesten fullstendig hos alle **skadde** plott transplantert fra Agder til Trøndelag, og mindre fullstendig men fortsatt relativt god i Agder. Hos krussigd var gjenveksten middels god til elendig i Agder og relativt god i Trøndelag.

Det var ingen entydig forskjell i skadegrad som følge av at frisk mose ble transplantert til skadde eller friske flekker. Det tyder på at den skadelige påvirkningen på skadeflekker endrer seg over tid. I en skog kan forholda for avrenning fra trekronene forandres fra ett år til neste. Kanskje er det hovedårsaken til det manglende sammenfallet mellom tidligere og nye skader. Vi hadde forventa en sammenheng her.

Det er klart at store moseskader oppstår fra tid til annen i Agder - men ikke i Trøndelag. Vår hypotese har vært at forskjellen mellom landsdelene skyldes ulikt innhold av skadestoffer i nedbøren. Denne forskjellen er stor og overvåkes (SFT 1991, 1992).

Det ser ut som en del moseskader i Agder repareres over noen år. Men da må ikke skaden på alle enkeltskudd være dødelig. Dersom det er tilfelle vil veksten stoppe helt opp og mosen raskt drukne i strøfall. Men planter som ikke er døde vil skyte friske sideskudd, og vokse opp og i beste fall tette igjen skaden i løpet av noen år.

Mosene i Agder står i stadig fare for å skades med dagens forurensningsnivå. Med mellomrom vil det

komme stygge episoder med ekstra stort nedfall som lager store skader. Slike skremmende store skader oppsto i 1988-89 og på nytt i 1992. Mindre skader oppsto flere ganger mellom disse tidspunkta.

De mosene vi arbeider med er gode indikatorer på at dagens forurensningsnivå i Agder er uakseptabelt høgt, og at tålegrensene for akutt-skader hos sigdmoser ofte overskrides. Tålegrensene for kroniske skader er vaskelige å fastsette men er trolig en god del lågere.

5 Kjemiske analyser

5.1 Materiale og metoder

Blanksigd for kjemisk analyse ble innsamlet i oktober 1992 på lokalitetene D-Ruenes i Vennesla, Vest-Agder og P-Skauvollen i Malvik, Sør-Trøndelag.

På hver lokalitet ble 6 småområder (ca. 5 x 5 m) subjektivt valgt ut for å dekke lokal variasjon. Innenfor hvert av småområdene ble det tilfeldig samla inn ca. 10 nevestore prøver av blanksigd. Prøvene fra hvert småområde ble blanda og oppbevart i hver sin plastpose. Det ble dermed en samleprøve fra hvert av de 12 småområdene, 6 fra Agder og 6 fra Trøndelag. Bare frisk og godt utvikla mose uten synlige skader ble samla. Innsamlingsstedene ble ikke økologisk karakterisert, men lå alle i blåbær- eller småbregneutformingen av blåbærgranskog. Samleprøvene ble oppbevart nedfrosset ved -20° C inntil videre behandling.

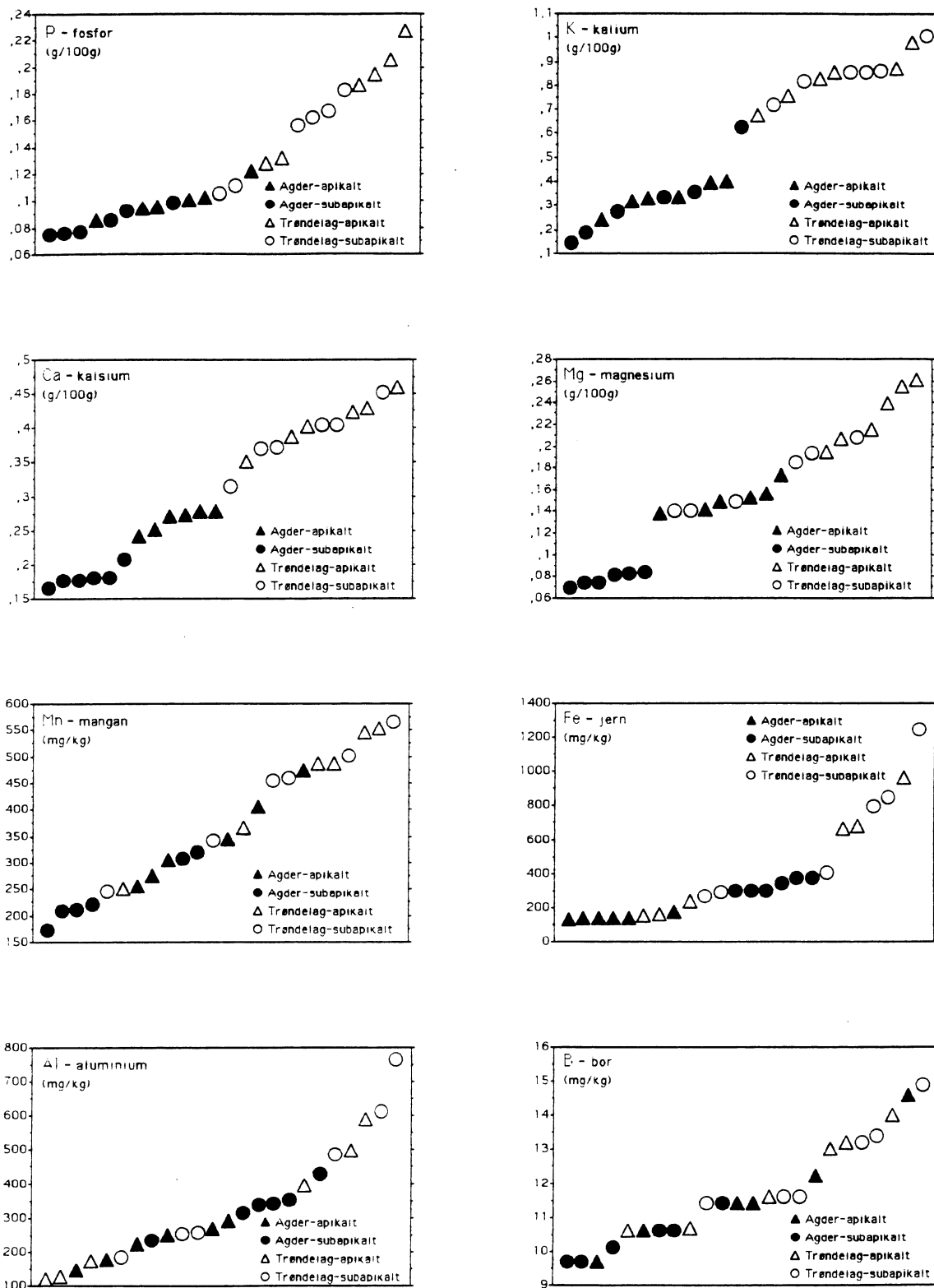
Etter opptining ble materialet av blanksigd i hver av de 12 plastposene sortert og rensert for barnåler og annet strøfall. Skudd med kortere grønn del enn ca. 3 cm ble fjerna. Blanksigdsukka ble deretter delt med

barberblad i et toppsegment ca. 1,5 cm langt og et underliggende segment også ca. 1,5 cm. De to delene er i det følgende kalt henholdsvis apikale og subapikale segment. Hver av de 12 samleprøvene ble på denne måten skilt i en fraksjon med apikale og én med subapikale segment. Materialet ble lufttørka i to døgn og deretter pakka i brune papirposer og sendt til kjemisk analyse. Hver av posene inneholdt mellom 7 og 10 g tørrvekt med mose.

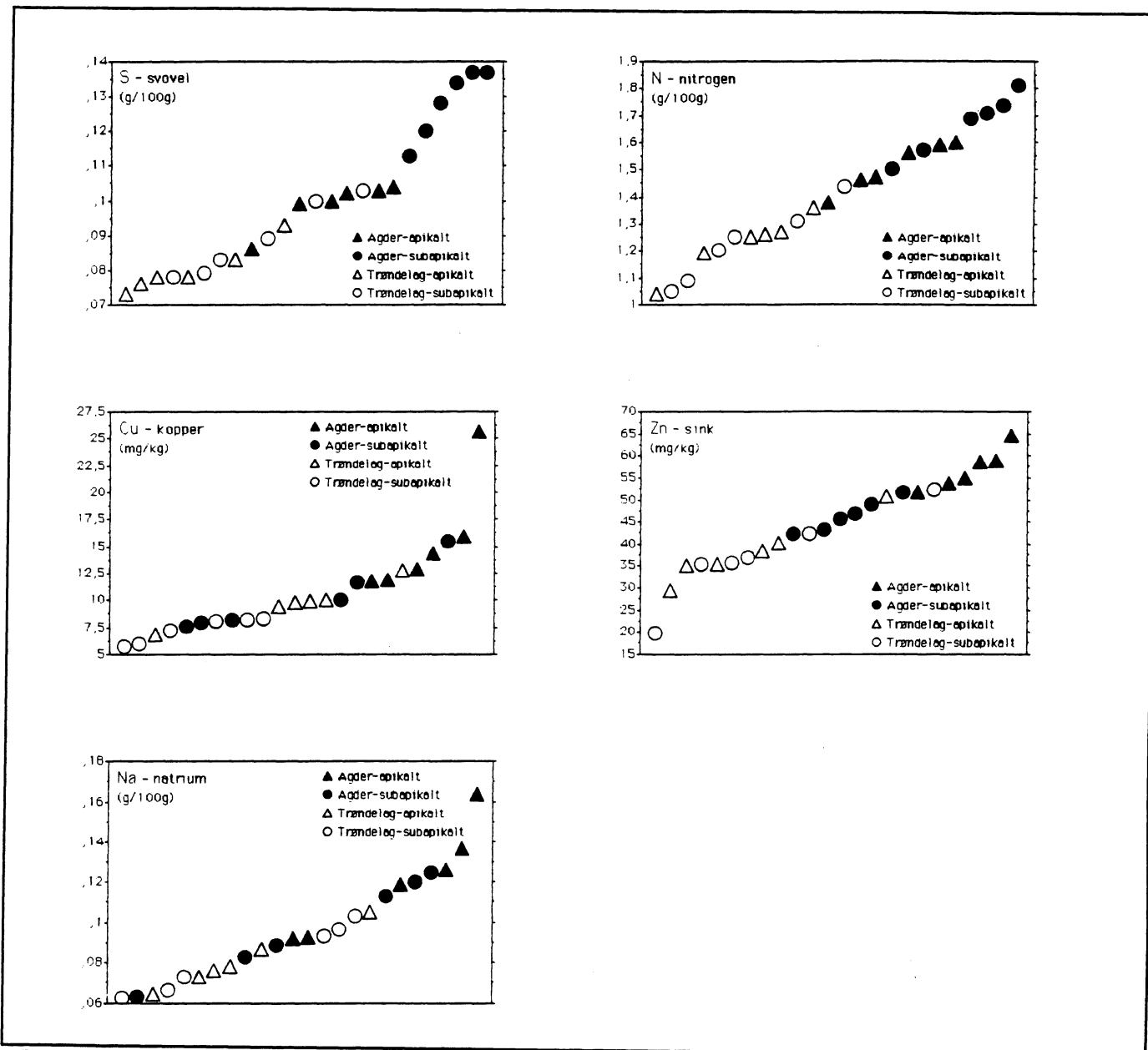
De kjemiske analysene ble utført ved Landbrukets analysesenter, Ås. Prøvene ble analysert for følgende 14 element: Bor (B), svovel (S), nitrogen (Kjeldal-N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), jern (Fe), kopper (Cu), mangan (Mn), sink (Zn), molybden (Mo) og aluminium (Al). I resultatdelen er elementa omtalt med sine kjemiske symboler.

5.2 Resultater

Konsentrasjonen av molybden lå i alle prøvene under deteksjonsgrensa på 1,50 mg/kg og er derfor ikke kommentert videre. Resultata er presentert i **figur 1** og **tabell 1-3**.



Figur 1. Konsentrasjoner av 13 kjemiske elementer hos blanksigd fra seks småområder innenfor en granskogskokalitet i Agder (D-Ruenes) og én i Trøndelag (P-Skauvollen). - Concentrations of 13 chemical elements in the moss *Dicranum majus* from six sites in one spruce forest locality in Agder, South Norway, and one in Trøndelag, Central Norway.



Figur 1 forts.

Agder: apikal - subapikal fordeling

Når alle prøveresultata sammenliknes har subapikale segment signifikant **lågere** innhold av P, Ca, Mg, Mn, Cu og Zn enn apikale (tabell 3). I parvise sammenlikninger (dvs fra samme skudd) er det alltid lågere konsentrasjoner av P, Ca, Mg, Na, Mn og Zn subapikalt enn apikalt i alle seks prøvene, og med ett unntak gjelder dette også Cu.

Innholdet av Fe, Al, S og N øker signifikant fra apikale til subapikale segment i totalsammenlikningen, og er i parvise sammenlikninger i de seks prøvene konsekvent høyere subapikalt. K viser stor variasjon, og har i parvise sammenlikninger til dels betydelig

høyere verdier apikalt enn subapikalt (lok. 3 i tabell 1), til dels omvendt (lok. 2 i tabell 1).

Trøndelag: apikal - subapikal fordeling

I totalsammenlikningen viser bare Mg og Cu signifikante forskjeller med lågere innhold i subapikale enn apikale segment. I parvise sammenlikninger har Fe, Al, og med ett unntak også K, høyere konsentrasjoner subapikalt enn apikalt i alle prøvene. Tilsvarende har P, Ca, Cu og Mn med ett unntak hver lågere konsentrasjoner subapikalt enn apikalt. N og S viser ingen signifikante forskjeller og heller ingen entydig tendens i parvise sammenlikninger.

Tabell 1. Konsentrasjoner av 13 kjemiske elementer hos blanksigd fra seks småområder innenfor en granskoglokaltitet i Agder (D-Ruenes) og én i Trøndelag (P-Skauvollen). Innhold av P, K, Ca, Mg, Na, S og N angitt i g/100 g tørrvekt mose; Fe, Cu, Mn, Zn, Al og B er angitt i mg/kg. Apikale og subapikale segment er hver ca. 1,5 cm lange. Innsamling oktober 1992. - Concentrations of 13 chemical elements in the moss *Dicranum majus* from six sites at one spruce forest locality in Agder, South Norway, and one in Trøndelag, Central Norway. Apical and subapical segments are each approximately 1.5 cm long. Collected in October 1992.

Lokalitet	Skuddel	Lok. nr	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	Al	B	S	N	
1	Trøndelag	Apikal	1	,13210	,8271	,40332	,21545	,0644	236	6,90	250	29,4	173	10,7	,076	1,19
2	Trøndelag	Subapikal	1	,15684	,8561	,45144	,14891	,0934	291	8,34	565	37,0	253	14,9	,100	1,31
3	Trøndelag	Apikal	2	,18672	,8689	,42963	,20649	,0767	158	9,42	554	40,3	126	14,0	,093	1,27
4	Trøndelag	Subapikal	2	,10536	,8148	,37001	,14053	,0664	408	5,71	247	19,9	255	11,6	,089	1,25
5	Trøndelag	Apikal	3	,22726	,8515	,45951	,23903	,0868	962	12,80	546	50,7	591	13,2	,083	1,36
6	Trøndelag	Subapikal	3	,18319	,8517	,40484	,18486	,1030	1250	8,09	501	42,3	765	11,6	0,83	1,20
7	Trøndelag	Apikal	4	,20595	,9777	,35071	,26023	,1051	662	9,75	366	35,5	497	11,6	,078	1,26
8	Trøndelag	Subapikal	4	,16257	1,0070	,31439	,19391	,0966	793	7,27	343	52,4	612	13,2	,078	1,09
9	Trøndelag	Apikal	5	,12784	,6739	,42266	,19503	,0733	152	9,88	487	35,2	119	10,6	,073	1,04
10	Trøndelag	Subapikal	5	,11108	,7196	,40394	,14030	,0626	265	5,93	460	35,3	183	13,4	,079	1,05
11	Trøndelag	Apikal	6	,19427	,7564	,38748	,25457	,0784	682	10,00	487	38,5	394	13,0	,078	1,25
12	Trøndelag	Subapikal	6	,16749	,8597	,37260	,20796	,0729	847	8,23	456	35,8	488	11,4	,103	1,44
1	Agder	Apikal	1	,09548	,3330	,27826	,15632	,1260	134	14,40	344	53,9	176	14,6	,103	1,56
2	Agder	Subapikal	1	,08558	,3323	,17744	,08383	,1202	374	15,40	222	42,3	430	10,6	,137	1,74
3	Agder	Apikal	2	,09413	,3929	,27182	,17326	,0928	134	11,80	306	58,5	144	12,2	,104	1,59
4	Agder	Subapikal	2	,09243	,6235	,18093	,08225	,0635	295	7,54	208	45,8	233	9,7	,134	1,69
5	Agder	Apikal	3	,10183	,3299	,25191	,15266	,1188	136	11,90	255	55,1	221	11,4	,099	1,47
6	Agder	Subapikal	3	,07702	,1422	,16620	,07411	,0886	345	8,16	171	46,8	340	11,4	,137	1,71
7	Agder	Apikal	4	,12164	,2413	,24103	,14887	,0919	179	15,90	275	51,7	291	9,7	,102	1,60
8	Agder	Subapikal	4	,09834	,2722	,17740	,08216	,0831	375	10,10	212	51,6	352	9,7	,128	1,81
9	Agder	Apikal	5	,08520	,3190	,27027	,13870	,1369	136	25,70	474	64,7	251	10,6	,086	1,38
10	Agder	Subapikal	5	,07534	,1847	,18065	,06918	,1131	296	11,60	320	43,4	316	10,1	,113	1,57
11	Agder	Apikal	6	,10071	,3985	,27793	,14190	,1639	133	12,90	405	58,8	270	11,4	,100	1,46
12	Agder	Subapikal	6	,07496	,3554	,20823	,07413	,1249	295	7,98	307	48,9	339	10,6	,120	1,50

Agder - Trøndelag: apikalt segment

P, K, Ca, Mg og Fe har signifikant høyere verdier i Trøndelag enn Agder, mens det for S, N, Cu og Zn er omvendt. Mn, Al og B viser ingen signifikante forskjeller.

Agder - Trøndelag: subapikalt segment

Mg, Mn og B har signifikant høyere verdier i Trøndelag enn Agder, mens det for S og N er omvendt. Fe, Al, Cu, Zn og Na viser ingen signifikante forskjeller.

Agder - Trøndelag: apikalt + subapikalt segment (tabell 3)

P, K, Ca, Mg, Mn, Fe og B viser signifikant høyere verdier i Trøndelag enn Agder, mens det for S, N, Cu, Zn og Na er omvendt. Al viser ingen signifikant forskjell.

Tabell 2. Innhold av 13 kjemiske elementer i blanksigd fra en lokalitet i Agder (D-Ruenes) og én i Trøndelag (P-Skauvollen). $n = 6$. Innhold av P, K, Ca, Mg, Na, S og N angitt i g/100 g tørrvekt (dry weight); Fe, Cu, Mn, Zn, Al og B er angitt i mg/kg tørrvekt. Verdiene er gjennomsnitt \pm standardavvik. Apikale og subapikale segmenter er ca. 1,5 cm lange. Innsamling oktober 1992. - Content of 13 chemical elements in *Dicranum majus* from one locality in Agder, South Norway, and one in Trøndelag, Central Norway. $n = 6$. The values are mean \pm s.d. Apical and subapical segments are approximately 1.5 cm long. Collected in October 1992.

Element	Agder-apikal	Agder-subapikal	Trøndelag-apikal	Trøndelag-subapikal
P	0,100 \pm 0,022	0,084 \pm 0,01	0,179 \pm 0,04	0,148 \pm 0,032
K	0,330 \pm 0,06	0,318 \pm 0,17	0,826 \pm 0,10	0,851 \pm 0,093
Ca	0,265 \pm 0,015	0,182 \pm 0,014	0,409 \pm 0,038	0,386 \pm 0,046
Mg	0,152 \pm 0,012	0,078 \pm 0,006	0,228 \pm 0,027	0,169 \pm 0,030
Mn	343,2 \pm 83,4	240,0 \pm 59,6	448,3 \pm 118,2	428,7 \pm 114,8
Fe	142,0 \pm 18,2	330,0 \pm 39,5	475,3 \pm 339,7	642,3 \pm 388,5
Al	225,5 \pm 56,6	335,0 \pm 63,4	316,7 \pm 204,9	426,0 \pm 233,1
B	11,65 \pm 1,68	10,35 \pm 1,68	12,18 \pm 1,41	12,68 \pm 1,39
S	0,099 \pm 0,07	0,128 \pm 0,01	0,080 \pm 0,01	0,089 \pm 0,01
N	1,51 \pm 0,09	1,67 \pm 0,11	1,23 \pm 0,14	1,223 \pm 0,14
Cu	15,43 \pm 5,27	10,13 \pm 3,00	9,79 \pm 1,88	7,26 \pm 1,18
Zn	57,12 \pm 4,61	46,47 \pm 3,45	38,27 \pm 7,13	37,12 \pm 10,60
Na	0,122 \pm 0,027	0,099 \pm 0,024	0,081 \pm 0,014	0,082 \pm 0,017

Tabell 3. Sammenligning mellom to lokaliteter (Agder og Trøndelag) og to skuddsegmenter (apikalt - subapikalt) med hensyn til tørrvektinnhold av 13 kjemiske elementer hos blanksigd. Mann-Whitney U-test er benyttet i utrekning av signifikans. Analyse materiale innsamlet i oktober 1992. * signifikant på 5%-nivå; ** - på 1%-nivå; * - på 0.1%-nivå; n.s. = ikke signifikant. (T): Høyest verdi i Trøndelag. (A): Høyest verdi i Agder. (Ap): Høyest verdi i apikalt segment. (Su): Høyest verdi i subapikalt segment. - Comparison of two localities (Agder, South Norway and Trøndelag, Central Norway) and two shoot segments (apical and subapical) of *Dicranum majus* with respect to the dry weight content of 13 chemical elements. The significance level was calculated by the Mann-Whitney U-test. Material collected in October 1992. (T): highest values in Trøndelag. (A): highest values in Agder. (Ap): highest values in apical segments. (Su): highest values in subapical segments.**

Element	Agder apikalt/subapikalt (n=6)	Trøndelag apikalt/subapikalt (n=6)	Agder/Trøndelag apikalt (n=6)	Agder/Trøndelag subapikalt (n=6)	Agder//Trøndelag apikalt + subapikalt (n=12)
P	* (Ap)	n.s.	** (T)	** (T)	*** (T)
K	n.s.	n.s.	** (T)	** (T)	*** (T)
Ca	** (Ap)	n.s.	** (T)	** (T)	*** (T)
Mg	** (Ap)	* (Ap)	** (T)	** (T)	*** (T)
Mn	* (Ap)	n.s.	n.s.	* (T)	** (T)
Fe	** (Su)	n.s.	* (T)	n.s.	* (T)
Al	** (Su)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B	n.s.	n.s.	n.s.	** (T)	** (T)
S	* (Su)	n.s.	** (A)	** (A)	*** (A)
N	* (Su)	n.s.	** (A)	** (A)	*** (A)
Cu	* (Ap)	* (Ap)	* (A)	n.s.	** (A)
Zn	** (Ap)	n.s.	** (A)	n.s.	*** (A)
Na	n.s.	n.s.	* (A)	n.s.	* (A)

5.3 Diskusjon

Det er ikke gjort eksakte målinger av veksten hos blanksigd på de to lokalitetene i Agder og Trøndelag i 1992. Stikkprøver fra det innsamla materialet indikerer en lengdevekst på 1,5-2,0 cm i Trøndelag og 1,2-1,6 cm i Agder fram til oktober. Den nedbørsfattige forsommeren i Agder (sammenliknet med Trøndelag) kan trolig forklare noe av denne forskjellen.

Gjennomsnittslengden på hvert av de apikale og subapikale segmenta er ca. 1,5 cm. Den nevnte omtrentlige tilveksten tilsier at de apikale segmenta fra Trøndelag er danna i 1992; de subapikale segmenta vil i alt vesentlig være fra 1991 med noe innslag fra 1992. De apikale segmenta fra Agder omfatter trolig en del blad- og stengellev som er danna i 1991 i tillegg til det fra 1992; tilsvarende kan de subapikale segmenta

inneholde noe fra 1990. Den sterkere veksten i Trøndelag i 1992 skulle tilsi en relativ "uttyningseffekt" når det gjelder konsentrasjonen av de analyserte elementa i apikale segment derfra. Av samme grunn vil apikale segment i Trøndelag også ha hatt en kortere eksponeringstid i forhold til luft- og nedbørsdeposisjoner. Dersom en forutsetter samme årlige avsetning og fastholding i mosen av de undersøkte elementa, skulle dette tilsi lågere konsentrasjoner i apikale segment fra Trøndelag enn fra Agder.

Målestasjonene Birkenes i Aust-Agder og Selbu i Sør-Trøndelag må antas å være nokså representative for våre lokaliteter. Data derfra for nedbør og årlig våtavsetning av en del kjemiske element for 1990, 1991 og 1992 er gitt i tabell 4. Våtavsetningen av Zn var i 1991 ca. 7 ganger høyere i Birkenes i Aust-Agder enn i Namsvatn i Nord-Trøndelag (SFT 1991).

5.3.1 Regionale forskjeller

De høgere verdiene av særlig S og N, men også Cu og Zn, i apikale segment fra Agder må i alt vesentlig kunne forklares ved ulik deposisjon av luftforurensninger i de to områdene (tabell 4). Det samme gjelder S og N fra subapikale segment. Tilsvarende forskjeller mellom Agder og Trøndelag ble rapportert for N hos Frisvoll (1991). Malmer (1988) påviste også tilsvarende regionale forskjeller mellom sør- og nord-Skandinavia hos utvalgte torvmoser (*Sphagnum* spp.) fra nedbørsmyr (ombrotrof myr).

Våtavsetningsdata for 1991 og 1992 viser at Mg og Na har høgere verdier i Selbu i Sør-Trøndelag enn Birkenes i Aust-Agder. (Men i 1990 hadde Birkenes nesten 6 ganger så høy Na-deposisjon som Selbu! Dette skyldes tilfeldige årsvariasjoner i avsetning av havsalt.) Både apikale og subapikale segment fra Trøndelag inneholder da også mer Mg enn de samme segment fra Agder, dette avspeiler de nevnte forskjellene i våtavsetninger. Derimot er innholdet av Na i apikale segment høgere i Agder enn i Trøndelag. En hypotese for å forklare det ulogisk høge Na-innholdet i Agder, kan være at Na i noen grad erstatter K som er fjerna fra utbyttbare ioneoposisjoner gjennom sur nedbør (se også Malmer 1988).

I de tre åra 1990-92 ble det på Birkenes-stasjonen målt noe større mengder av våtavsatt Ca og K enn på Selbu-stasjonen (like mengder K i 1992). Hos blanksigd har P, K, Ca og Mg alle markant høgere verdier i Trøndelag enn i Agder både apikalt og subapikalt. Særlig er den store forskjellen mellom Trøndelag og Agder for K og Ca påfallende. Fire hovedhypoteser kan framsettes for å forklare disse forskjellene:

a. **Betydelig kationlekkasje - også i apikale skuddeler - opptrer hos blanksigd i Agder som følge av nedbørsepisoder med høge H⁺-konsentrasjoner.** Dette vil særlig kunne gjelde kationer som i hovedsak er knyttet til ekstracellulært utbyttbare posisjoner (f. eks Ca⁺⁺). Det er også antatt at Mg⁺⁺ i ekstracellulære kationutbyttbare posisjoner er forsyningsbasen for Mg i de livsviktige intracellulære forbindelsene (klorofyll) (Farmer et al. 1992). Sur nedbør med høy H⁺ vil derfor også indirekte kunne gi intracellulær Mg-mangel ved at forsyningsbasen svikter. Det er også kjent at låg pH kan føre til membranstress og -defekter hos moser, særlig ved oppfukning etter tørke. Det resulterer i lekkasje av kationer i inter- og intracellulære posisjoner, f. eks. av K og P (Brown 1982).

Tabell 4. Måledata for nedbør og årlig våtavsetning av kjemiske elementer på stasjonene Birkenes, Aust-Agder og Selbu, Sør-Trøndelag. Årsnedbør i mm, elementverdier i mg/m². Etter SFT 1991, 1992, SFT unpubl. - Measurements of precipitation and annual deposition of chemical elements at Birkenes, Agder, South Norway and Selbu, Trøndelag, Central Norway. Annual precipitation (= Årsnedbør) in mm, element values in mg/m². After SFT 1991, 1992, SFT unpubl.

	1990		1991		1992	
	Birkenes	Selbu	Birkenes	Selbu	Birkenes	Selbu
Årsnedbør	1861	1339	1247	1336	1344	1402
SO ₄ -S	1325	220	930	240	991	240
NO ₃ -N	869	83	710	125	703	103
NH ₄ -N	852	31	618	80	589	45
Ca	260	75	175	150	262	153
K	267	45	171	119	97	97
Mg	392	135	240	291	179	283
Na	3261	1101	1900	2205	1572	2168

b. Blanksigd er i stand til å ta opp element fra undergrunnens mineraljord, og forskjellene avspeiler ulik undergrunnskjemi i de to områdene. Blanksigd vokser i begge områdene i identisk vegetasjonstype, nemlig blåbærgranskog. Det er vanlig antatt at moser som vokser i næringsfattige barskoger ikke får elementtilførsel fra undergrunnens mineraljord. Dette begrunnes først og fremst med manglende røtter og dårlig utviklet ledningsvev hos moser, og ved et vokse- og nedbrytningssett som raskt gir manglende fysisk kontakt med den underliggende mineraljorda.

c. Blanksigd tar opp element fra humuslaget. Blanksigd har tett filtkledde stengler, og passiv kapillær transport av vann og oppløste element fra det underliggende humuslaget til skuddtoppen er sannsynlig. Opptak av element som er frigjort fra død mose, strøfall (eks. barnåler), og visne plantedeler av karplanter med røtter i kontakt med underliggende mineraljord, må derfor kunne forekomme.

d. Innhold og konsentrasjon av kjemiske element hos blanksigd avspeiler storområdets jord- og berggrunnsforhold. Denne hypotesen innebærer at høyere innhold av P, K, Ca, Mg og Fe i apikale segment fra Trøndelag kan forklares gjennom *in situ* tørravsatte støvpartikler fra storområdets jord og berggrunn. Trøndelags-lokaliteten ligger i et område med langt rikere berggrunn enn Agder-lokaliteten. Men i så fall skulle dette også i noen grad avspeiles i våtavsetningenes kjemiske sammensetning på målestasjonene i Selbu og Birkenes. Dette er ikke tilfelle for K, Ca og Mg (**tabell 4**). Rühling et al. (1992) indikerer at jorddrift og støv er årsak til forhøya verdier av Fe i Danmark, i sørlige deler av Sverige og Finland, og i snaufjellet.

Topsegment hos torvmoser (*Sphagnum* spp.) fra nedbørsmyr har høyere konsentrasjon av P, K, Mg og Ca i nordlige Skandinavia (Andøya, Tometräsk) enn i sørlige (sørligste Sverige) (Malmer 1988). Pakarinen (1981) viste tilsvarende forskjeller mellom nordlige og sørlige Finland for Ca og Mg i torvmoser fra nedbørsmyr. Nedbørsmyr får all næring tilført fra lufta, så undergrunnens kjemiske sammensetning kan ikke forklare forskjellene der. Men effekter fra storområdenes geologi og jordsmonn kan ikke alltid utelukkes.

5.3.2 Segmentforskjeller

For en del elements vedkommende er det hos etasjehusmose (*Hylocomium splendens*) påvist **avtagende** konsentrasjon med alderen (f. eks. av K og P i hovedsaklig intracellulære posisjoner), og **økende** for andre element (f. eks. Ca og andre element i hovedsak knyttet til ekstracellulære kationutbyttable

posisjoner) (Tamm 1953). Avtagende konsentrasjon kan være et resultat av ikke avsluttet vekst og økende tørvvekt, og - med ytterligere økt alder - begynnende cellededbrytning. N viste ikke markant minking i konsentrasjon med segmentalder hos etasjehusmose, noe som i følge Tamm (1953) reflekterer elementets viktige rolle i oppbygning av proteinmolekyler.

Økt akkumuleringen av N og S ved økt alder er et påfallende trekk i Agder-materialet sammenliknet med Trøndelag-materialet. Dette må i hovedsak avspeile den mye større deposisjonen av N og S i Agder enn i Trøndelag (jfr. våtavsetninger på Selbu- og Birkenes-stasjonene, **tabell 4**).

Den markert avtagende konsentrasjonen av Mg i subapikale segment fra Agder sammenliknet med Trøndelag, kan i noen grad forklares gjennom større innslag av eldre skuddeler (fra 1990) i dette segmentet i Agder, men kan også forklares gjennom en raskere degenerering av jevngamle skuddeler sammenliknet med Trøndelag.

Den sterkt avtagende konsentrasjonen av Ca i subapikale segment fra Agder er interessant, etter som litteraturangivelser indikerer det motsatte hos moser (Tamm 1953, Brown 1982). Fordi Ca i all hovedsak er bundet til ekstracellulære kationbytteposisjoner, er det nærliggende å foreslå at den låge konsentrasjonen i subapikale segment fra Agder er et resultat av ionebytte forårsaket av nedbør med låg pH. Det samme kan også gjelde Mg og Zn, mens de høyere konsentrasjonene av Fe og Al i subapikale enn i apikale segment fra Agder (gjelder også Trøndelag i parvise sammenlikninger), kan indikere at disse er tyngre ionebyttbare enn de nevnte bivalente ionene. Ca er bl. a. et viktig element for å opprettholde funksjonelle membraner og ved sammenhold av celler (Brown 1982).

Raeymaekers (1987) fant ved simulert sur nedbør-vatning ($\text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{molarforhold } 2 : 1, \text{ pH } 3.0$) av furumose (*Pleurozium schreberi*) 64% reduksjon i vevs-Ca, og 40% reduksjon i Mg etter 2 år, mens vevs-K ikke ble endra i forhold til kontroll. I det foreliggende materialet er det heller ingen signifikant forskjell mellom konsentrasjonen av K i apikale og subapikale segment. Det gjelder både Trøndelag og Agder.

5.4 Vurdering

Undersøkelsen gir ikke noe entydig svar på årsakene til de målte forskjellene i konsentrasjon av kjemiske element hos blanksigd fra Agder og Trøndelag. Flere forhold, bl.a. ulik årlig tilvekst, vanskeliggjør tolkningen. Bare én lokalitet fra hvert område gir også for dårlig sammenlikningsgrunnlag. Det er imidlertid uventa store forskjeller mellom de to lokalitetene når det gjelder konsentrasjon av fosfor, kalium, kalsium og magnesium. Forskjellene lar seg rimelig forklare gjennom ulik belastning av sur nedbør. Det synes helt klart at de høyere konsentrasjonene av nitrogen og svovel i Agder-materialet er et resultat av større tilførsel av disse stoffa der. Resultata virker svært interessante som utgangspunkt for videre eksperimentell utprøving.

6 Sammendrag

Arbeidet som rapporteres har foregått på fire lokaliteter i Agder og tre i Trøndelag (én falt bort der), og har vart i tre år fra høsten 1989 til høsten 1992. I Agder domineres to lokaliteter av gran og mosen blanksigd (*Dicranum majus*) og to av furu og krussigd (*D. polysetum*); i Trøndelag er det to granlokaliteter med blanksigd og én furulokalitet med krussigd.

På de fire lokalitetene i Agder ble det forsommeren 1990 lagt ut to slags fastruter. Halvparten ble forsøkt lagt over mest mulig uskadde mosematter, og resten over store skadeflekker. De uskadde fastrutene var 1 x 1 m, og de skadde 0,5 x 0,5 m.

Høsten 1992 var seks av åtte ruter med uskadd krussigd omtrent som da forsøket starta, mens det i to ruter hadde oppstått skader. Hos blanksigd var seks av ti ruter omtrent som før, mens det hadde oppstått skader i fire ruter.

På samme tidspunkt var tilstanden i sju av ti ruter med skadd krussigd verre enn før, i éi uendra og i to bedre. Hos blanksigd var tilstanden bedre i ni av ti ruter og omtrent som før i éi rute.

På lokalitetene og mellom landsdelene har vi gjensidig transplantert uskadd og skadd mose i ulike konstellasjoner. I Agder var mosene ofte skadd. Vi kunne derfor flytte uskadd mose fra Trøndelag til uskadd eller skadd mose i Agder, og uskadd eller skadd mose i Agder til uskadd mose i Trøndelag. I Trøndelag flytta vi uskadd mose for å se om metodikken førte til skader, og i Agder uskadd til skadd mose, skadd til uskadd mose eller uskadd til uskadd mose. I alt har vi fulgt 96 plott i Agder og 42 i Trøndelag, tilsammen 138 plott. Alle er fotografert minst fire ganger (fire høstsesonger i tre fulle år). I plansjedelen presenteres 20 serier, som viser at skadd mose kan stagnere eller regenerere og uskadd mose kan få skader.

I Trøndelag er det lite skadd mose, og skadene har trolig andre årsaker enn i Agder. Skadd mose flytta fra Agder til Trøndelag hadde ofte fullstendig gjenvekst i løpet av treårsperioden. I Agder oppstod det en god del nye skader. Men særlig plott med blanksigd hadde god gjenvekst også der. Det kan derfor se ut som mange moseskader i Agder repareres over noen år. Men samtidig oppstår det med mellomrom skader på nye steder. Totalt var skadebildet høsten 1992 like stygt eller styggere enn høsten 1989.

Materiale av blanksigd for kjemiske analyser ble samla inn høsten 1992 fra seks steder på en granskogslokalitet i Agder og en i Trøndelag. Det grønne på hvert moseskudd ble delt i et apikalt og

subapikalt segment, hvert ca. 1,5 cm langt. De to skuddtypene fra hver lokalitet ble analysert for innhold (i forhold til tørrvekt av mose) av 14 kjemiske elementer: B, S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, Zn og Al.

Agder-mosen viste signifikant høyere konsentrasjon av nitrogen (N) og svovel (S) i begge skuddelene i forhold til Trøndelag-materialet, og signifikant lågere konsentrasjoner av fosfor (P), kalium (K), mangan (Mg) og kalsium (Ca). I Agder-materialet var det signifikant lågere konsentrasjoner av fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), mangan (Mg), kobber (Cu) og sink (Zn) i subapikale segment og høyere konsentrasjoner av jern (Fe), aluminium (Al), svovel (S) og nitrogen (N). I Trøndelag-materialet viste bare magnesium og kalsium signifikant forskjell med lågere konsentrasjoner i subapikale segment. De høyere konsentrasjonene av nitrogen og svovel i Agder-mosen avspeiler de store konsentrasjonene av disse elementer målt i nedbøren i Agder. De lågere konsentrasjonene av fosfor, kalium, kalsium og magnesium i Agder-mosen kan skyldes kationeutbytting og cellelekkasje som følge av vedvarende tilførsel av sur nedbør med høye konsentrasjoner av H^+ . Tilsvarende prosesser kan også være med på å forklare at subapikale segment i Agder-mosen har lågere konsentrasjoner av fosfor, kalsium, magnesium og sink enn i de apikale segmenta. Den kjemiske oppførsel og de forskjeller som er funnet, kan være av betydning for å forstå de underliggende mekanismer som forårsaker skade og død hos sigdmoser i Agder. Videre undersøkelser er nødvendig.

De to sigdmosene vi har arbeidet med er gode indikatorer på at dagens forurensningsnivå i Agder er uakseptabelt høgt, og at tålegrensene for akuttskader hos sigdmoser ofte overskrides.

7 Summary

The study took place at four localities in Agder, South Norway, and three in Trøndelag, Central Norway (the fourth one there was disturbed soon after the investigation began), and lasted for three years from autumn 1989 to autumn 1992. In Agder, two localities were dominated by Norway Spruce *Picea abies* and the moss *Dicranum majus*, and two by Scots Pine *Pinus sylvestris* and *D. polysetum*; in Trøndelag, two localities were dominated by Norway Spruce and *D. majus* and one by Scots Pine and *D. polysetum*.

In early summer 1990, two kinds of permanent plot were established at the four localities in Agder. Half the plots were located on undamaged and half on damaged moss mats. The undamaged squares measured 1 x 1 m and the damaged ones 0.5 x 0.5 m.

In autumn 1992, six of the eight squares carrying **undamaged** *D. polysetum* were in approximately the same state as when observations started, whereas new damage had appeared in two squares. Six of the ten squares carrying *D. majus* were approximately unchanged, whereas new damage had appeared in four squares.

During the same period, seven of the ten squares containing **damaged** *D. polysetum* had become worse, one was almost unchanged and two had improved. Nine of ten squares containing *D. majus* had improved and one was almost unchanged.

Undamaged and damaged moss has been reciprocally transplanted within localities and between Central and South Norway. Because moss was often damaged in Agder, undamaged moss was transplanted from Central Norway to sites with damaged or undamaged moss in South Norway, and undamaged or damaged moss from South Norway was transplanted to sites with undamaged moss in Central Norway. In Trøndelag, undamaged moss was moved to find out whether the method of transplantation caused it to become damaged (the moss proved to be completely unaffected). In South Norway, undamaged moss was moved to sites with damaged moss, damaged moss to sites with undamaged moss, and undamaged moss was moved just to see the effect of the transplantation (as in Central Norway). The fortunes of a total of 138 plots, 96 in Agder and 42 in Trøndelag, have been followed. Every plot was photographed at least four times (four autumns during the three years). Twenty Plates, each containing a colour photograph from each of the four autumns, show the process of change in twenty plots. They clearly show that damaged moss can recover and undamaged moss become damaged simultaneously at the same locality in Agder.

Almost no moss damage is to be seen in Central Norway, and when present it probably differs from the more serious damage in South Norway. Damaged moss transplanted from South to Central Norway often recovered completely during the three-year period. At the same time, much new damage appeared in South Norway, although in particular the plots containing damaged *D. majus* recovered satisfactorily there, too. It therefore seems that in South Norway, too, damaged moss may often recover after some time. The overall damage in South Norway was, however, just as serious, or even worse, in autumn 1992 as when the work started in autumn 1989.

Material of *Dicranum majus* was collected in autumn 1992 for chemical analysis from six sites at single spruce forest localities in Agder, South Norway, and Trøndelag, Central Norway, respectively. The green part of the moss shoots was divided into apical and subapical portions, each about 1.5 cm long. The two kinds of shoots from each locality were analysed with respect to their content (dry weight of moss) of 13 chemical elements: B, S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, Zn and Al.

The Agder moss showed significantly higher concentrations of nitrogen (N) and sulphur (S) in both the apical and subapical portions than the Trøndelag moss, and significantly lower concentrations of phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg). The subapical segments were found to have significantly lower concentrations of phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), manganese (Mn), copper (Cu) and zinc (Zn) than the apical ones in the Agder moss, and *vice versa* concerning iron (Fe), aluminium (Al), sulphur (S), and nitrogen (N). Only calcium (Ca) and magnesium (Mg) showed significant differences in the Trøndelag moss, with lower concentrations in the subapical portions.

The higher concentrations of nitrogen and sulphur in the Agder moss reflect the high wet depositions of these two elements measured in Agder. The lower concentrations of phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the Agder moss may be due to cation exchange and cell leakage, being the result of continual supply of acid precipitation containing high concentrations of H^+ . Similar processes may also explain the lower concentrations of phosphorus, calcium, magnesium and zinc in the subapical segments compared to the apical ones in the Agder moss. The chemical behaviour and differences found may be important for understanding the mechanisms which underlie the damage and death of *Dicranum* in Agder, but further investigations have to be done.

The two *Dicranum* species studied indicate that the level of far-transported, airborne pollution in Agder, South Norway, is objectionably high and the critical loads for damage in *Dicranum* species are often exceeded.

8 Litteratur

- Bakken, S. 1991. Klorofyllinnhold og a/b-forhold hos blanksigd (*Dicranum majus*) i Agder og Trøndelag. - I Flatberg, K.I., red. Moser og luftforurensninger. NINA Oppdragsmelding 69: 20-25.
- Brown, D.H. 1982. Mineral nutrition. - I Smith, A.J.E., red. Bryophyte ecology. Chapman and Hall, London. s. 383-443.
- Farmer, A.M., Bates, J.W. & Bell, J.N.B. 1992. Ecophysiological effects of acid rain on bryophytes and lichens. - I Bates, J.W & Farmer A.M., red. Bryophytes in a changing environment. Clarendon Press, Oxford. s. 284-313.
- Flatberg, K.I. 1989. Overvåking av moseskader i barskog 1989. - Rapp. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Botanisk avdeling. 20 s.
- Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1991. Morfologiske skader hos blanksigd (*Dicranum majus*) og krussigd (*D. polysetum*). - I Flatberg, K.I., red. Moser og luftforurensninger. NINA Oppdragsmelding 69: 7-19.
- Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1992. Undersøkelser av skade hos to sigdmoser i Agder. - NINA Oppdragsmelding 134: 1-22.
- Foss, B.S. & Såstad, S.M. 1989. Dør *Dicranum majus* og *Dicranum polysetum* som følge av soppangrep? En forundersøkelse av dynamikken mellom mose og sopp i et forurensningsbelastet område. - Rapp. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Botanisk avdeling/AVH, Botanisk institutt. 35 s.
- Frisvoll, A.A. 1989. Moseskader i skog i Sør-Norge. - NINA Oppdragsmelding 18: 1-41.
- Frisvoll, A.A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. - NINA Oppdragsmelding 80: 1-19.
- Frisvoll, A.A. & Flatberg, K.I. 1990. Moseskader i Sør-Varanger. - NINA Oppdragsmelding 55: 1-25.
- Løken, A. 1989. Terrestrisk naturovervåking moser. En kjemisk analyse. - Rapp. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Botanisk avdeling. 39 s.
- Malmer, N. 1988. Patterns in the growth and the accumulation of inorganic constituents in the *Sphagnum* cover on ombrotrophic bogs in Scandinavia. - OIKOS 53: 105-120.
- Odasz, A.M., Vange, V., Øiesvold, S. & Edvardsen, H. 1991. Nitrate reductase enzyme activity in bryophytes; bioindicator of nitrogen deposition. - I Flatberg, K.I., red. Moser og luftforurensninger. NINA Oppdragsmelding 69: 26-41.
- Overvåkingsprogram for skogskader 1991. Årsrapport 1990. - Norsk institutt for skogforskning. 47 s.
- Pakarinen, P. 1981. Metal content of ombrotrophic *Sphagnum* mosses in NW Europe. - Ann. Bot. Fennici 18: 281-292.
- Raeymaekers, G. 1987. Effects of simulated acidic rain and lead on the biomass, nutrient status, and heavy metal content of *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. - Journ. Hatt. Bot. Lab. 61: 525-541.
- Rühling, Å. et al. 1992. Atmospheric heavy metal deposition in northern Europe 1990. - Nord 1992,12. 41 s.
- SFT 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. - SFT Rapp. 466/91: 1-306.
- SFT 1992. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1991. - SFT Rapp. 506/92: 1-360.
- Tamm, C.O. 1953. Growth, yield, and nutrition in carpets of a forest moss (*Hylocomium splendens*). - Meddn. St. Skogforsk. Inst. 43: 1-140.

Fargeplansje 1-20

Transplantert mose 1989-92

Blanksigd *Dicranum majus*

Trøndelag til Agder:

Plansje 1. Uskadd mose → uskadd mose (holder seg frisk)

Plansje 2. Uskadd → skadd (holder seg frisk)

Plansje 3. Uskadd → skadd (holder seg frisk)

Agder til Trøndelag:

Plansje 4. Uskadd → uskadd (holder seg frisk)

Plansje 5. Skadd → uskadd (god gjenvækst)

Plansje 6. Skadd → uskadd (full gjenvækst)

Internt i Agder:

Plansje 7. Uskadd → uskadd (holder seg frisk)

Plansje 8. Uskadd → skadd (holder seg frisk)

Plansje 9. Uskadd → skadd (noe tilbakegang)

Plansje 10. Skadd → uskadd (liten gjenvækst)

Plansje 11. Skadd → uskadd (middels god gjenvækst)

Plansje 12. Skadd → uskadd (full gjenvækst)

Krussigd *Dicranum polysetum*

Trøndelag til Agder:

Plansje 13. Uskadd → uskadd (stor tilbakegang)

Plansje 14. Uskadd → skadd (litt tilbakegang)

Agder til Trøndelag:

Plansje 15. Skadd → uskadd (god gjenvækst)

Internt i Agder:

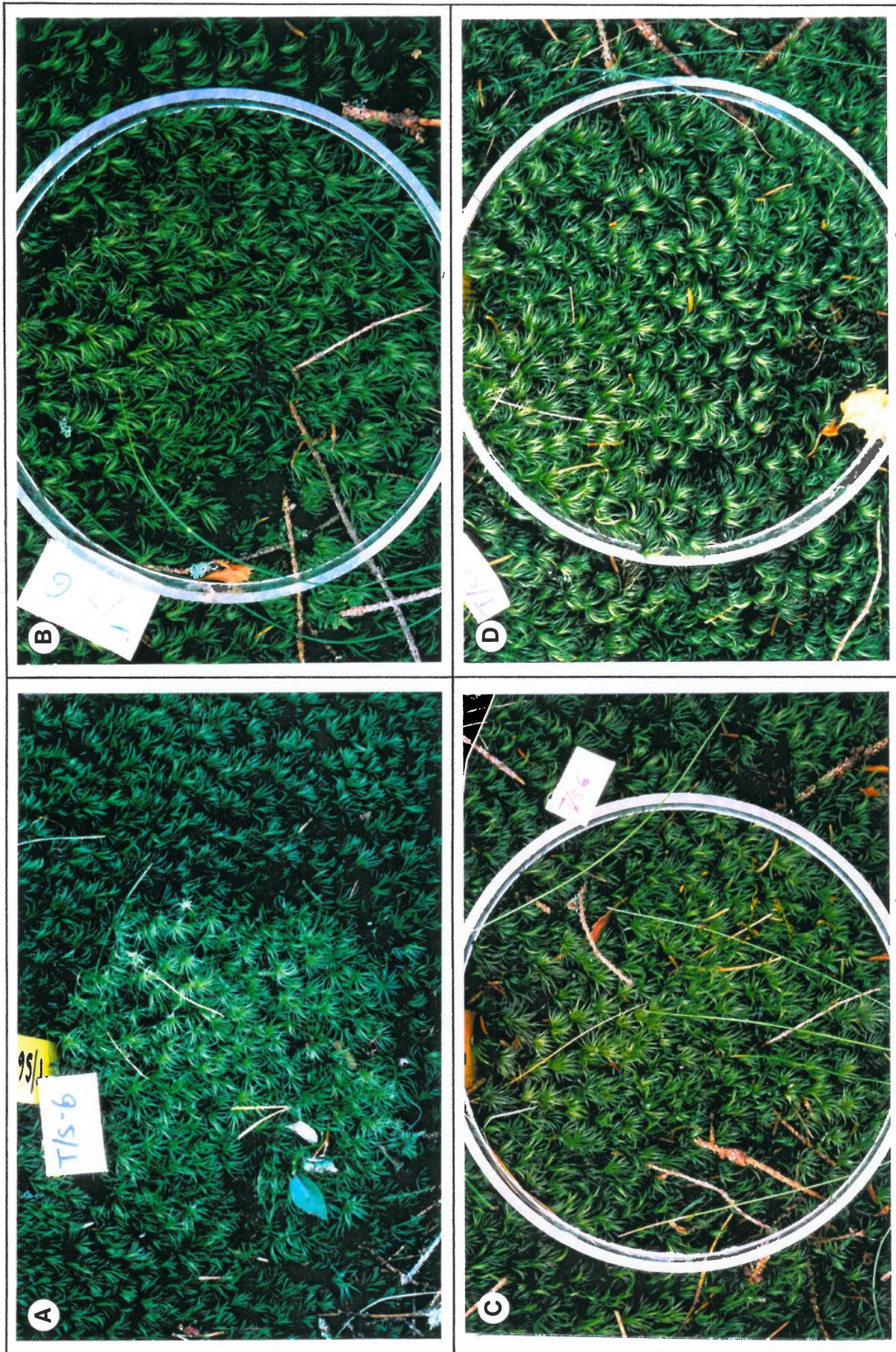
Plansje 16. Uskadd → uskadd (omtrent uendra)

Plansje 17. Uskadd → skadd (litt tilbakegang)

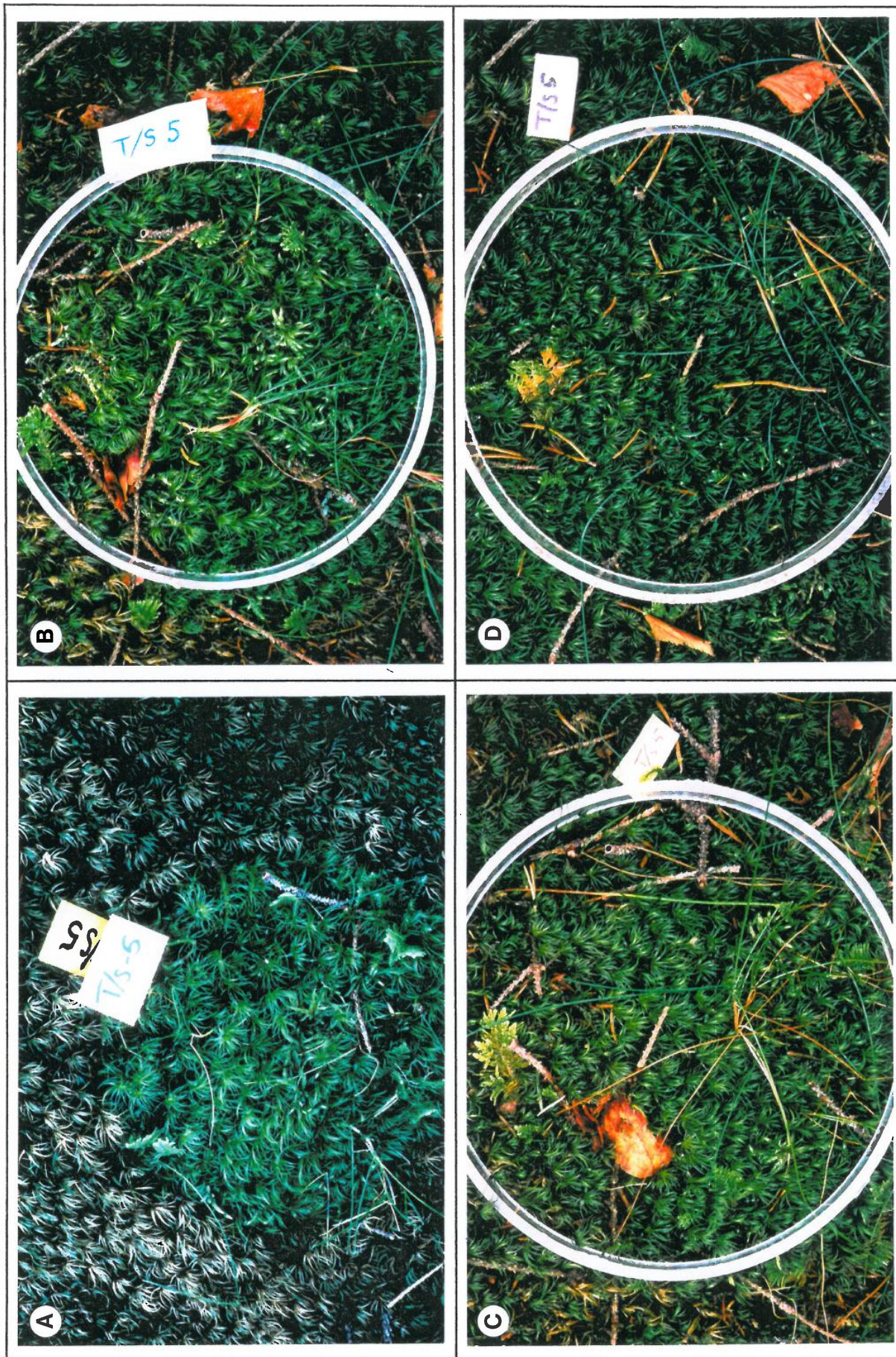
Plansje 18. Skadd → uskadd (økende skade)

Plansje 19. Skadd → uskadd (middels god gjenvækst)

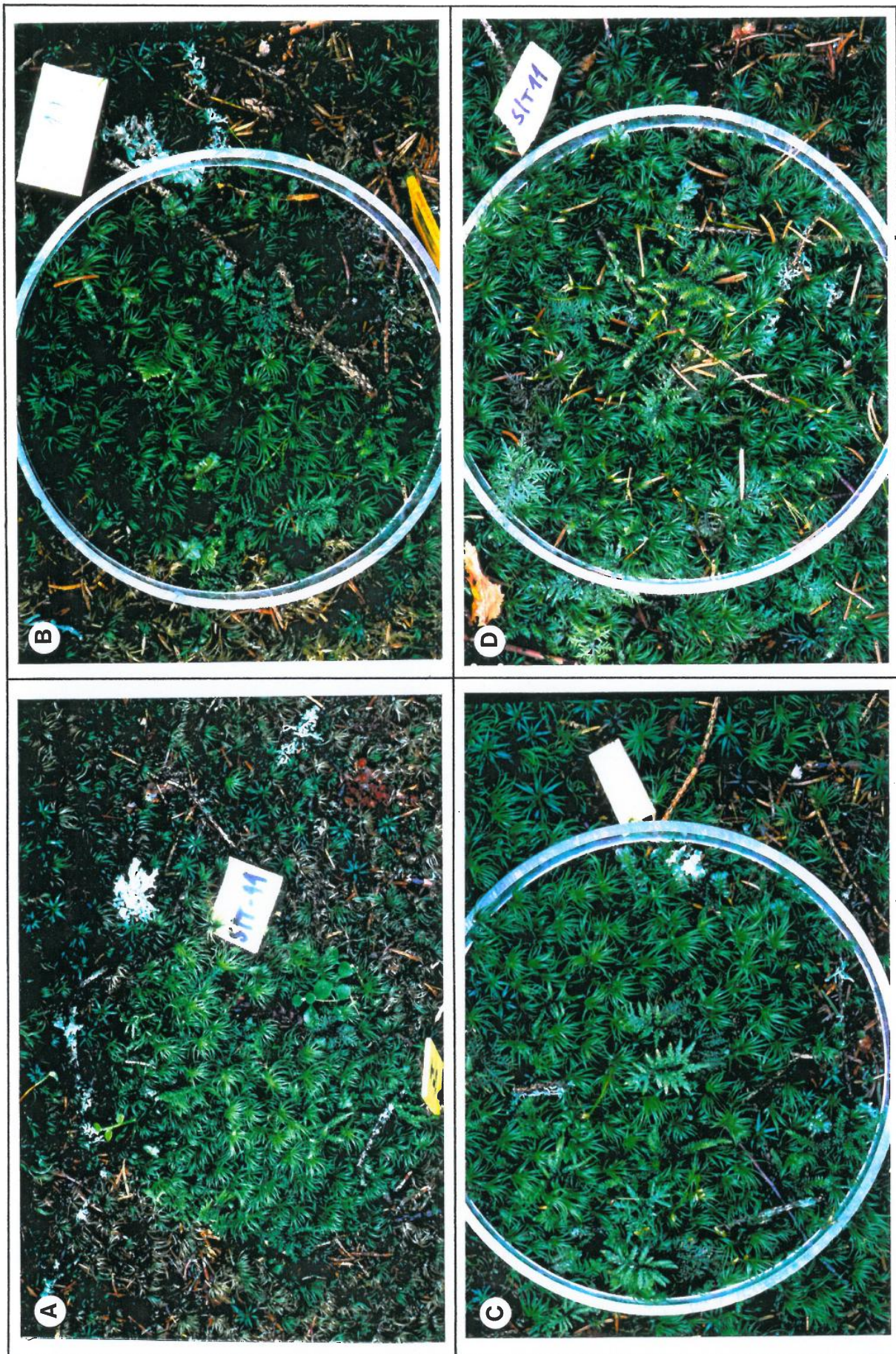
Plansje 20. Skadd → uskadd (svært god gjenvækst)



Plansje 1. Blanksigd *Dicranum majus* (plott S/T 6 i Agder, se også plansje 4). Uskadd mose fra lokalitet P-Skauvollen, Malvik, Sør-Trøndelag transplantert til uskadd mose på lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Merk fargeforskjell høsten 1989, ellers uendra. - Undamaged moss from locality P-Skauvollen (Malvik, Sør-Trøndelag in Central Norway) transplanted to a site with undamaged moss at locality D-Ruenes (Vennesla, Vest-Agder in South Norway). A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: note difference in colour autumn 1989, otherwise unchanged.



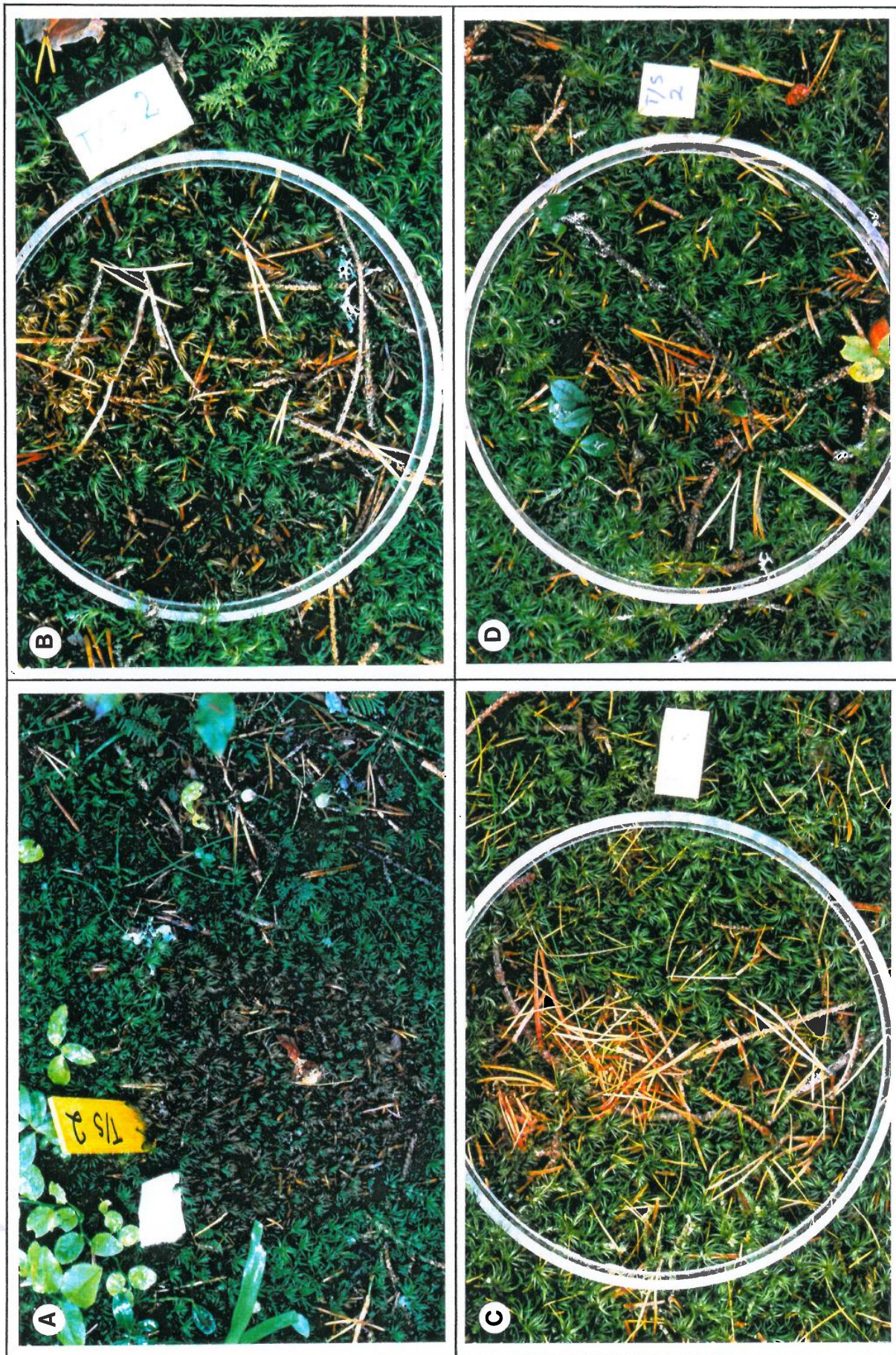
Plansje 2. Blanksigd *Dicranum majus* (plott S/T 5 i Agder). Uskadd mose fra lokalitet P-Skauvollen, Malvik, Sør-Trøndelag transplantert til skadd mose på lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Uendra; god gjenvekst i skadd mose utom plottet. - Undamaged moss from locality P-Skauvollen (Malvik, Sør-Trøndelag in Central Norway) transplanted to a site with damaged moss at locality D-Ruenes (Vennesla, Vest-Agder in South Norway). A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: unchanged; good rejuvenation of damaged moss outside the plot.



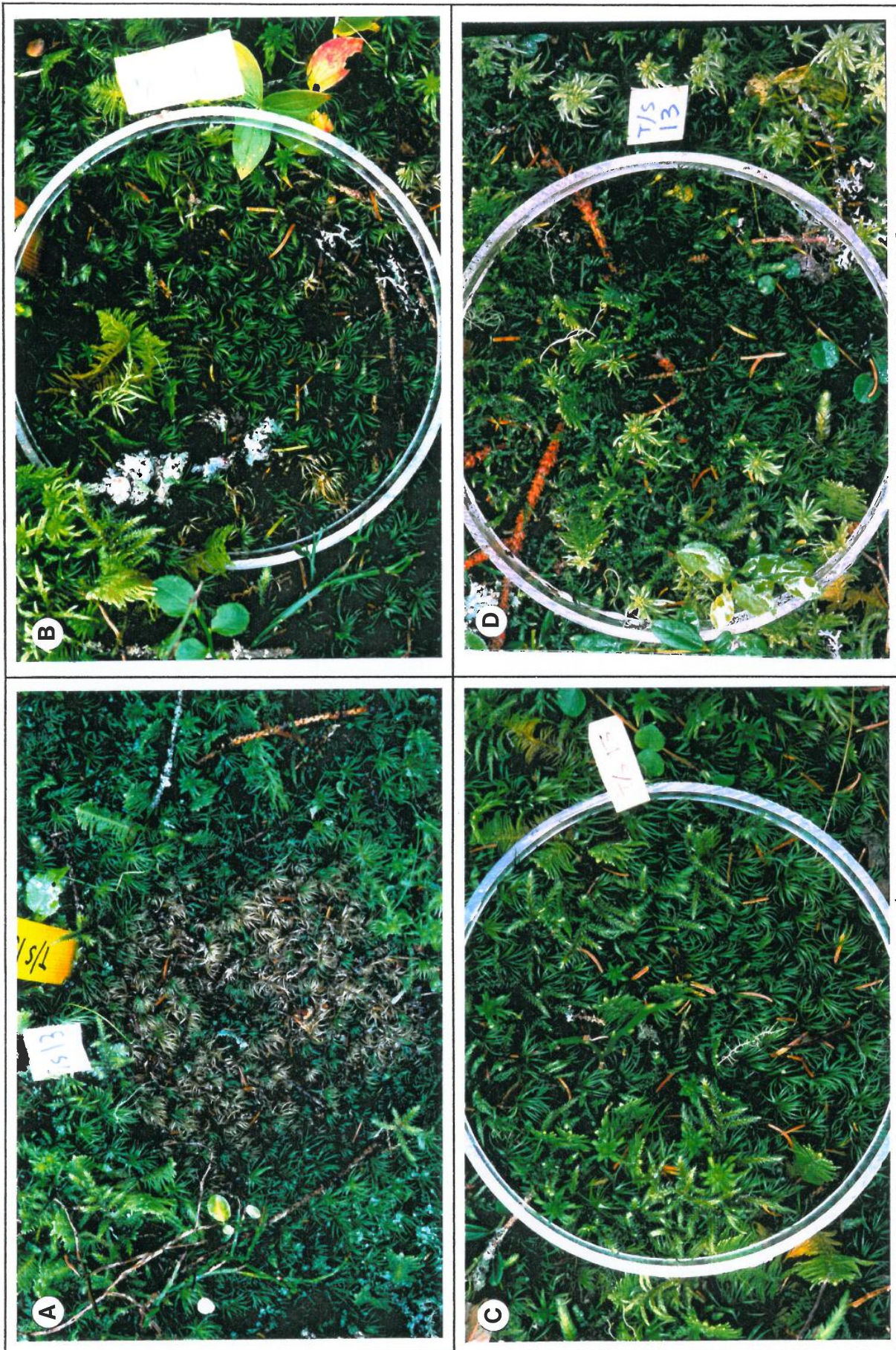
Plansje 3. Blanksigd *Dicranum majus* (plott S/T 11 i Agder). Uskadd mose fra lokalitet Q-Mørkdalstjønna, Malvik, Sør-Trøndelag transplantert til skadd mose på lokalitet B-Gangsei, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Uendra; god gjenvekst i skadd mose utom plottet. - Undamaged moss from locality Q-Mørkdalstjønna (Malvik, Sør-Trøndelag in Central Norway) transplanted to a site with damaged moss at locality B-Gangsei (Åmli, Aust-Agder in South Norway). A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: unchanged; good rejuvenation of damaged moss outside the plot.



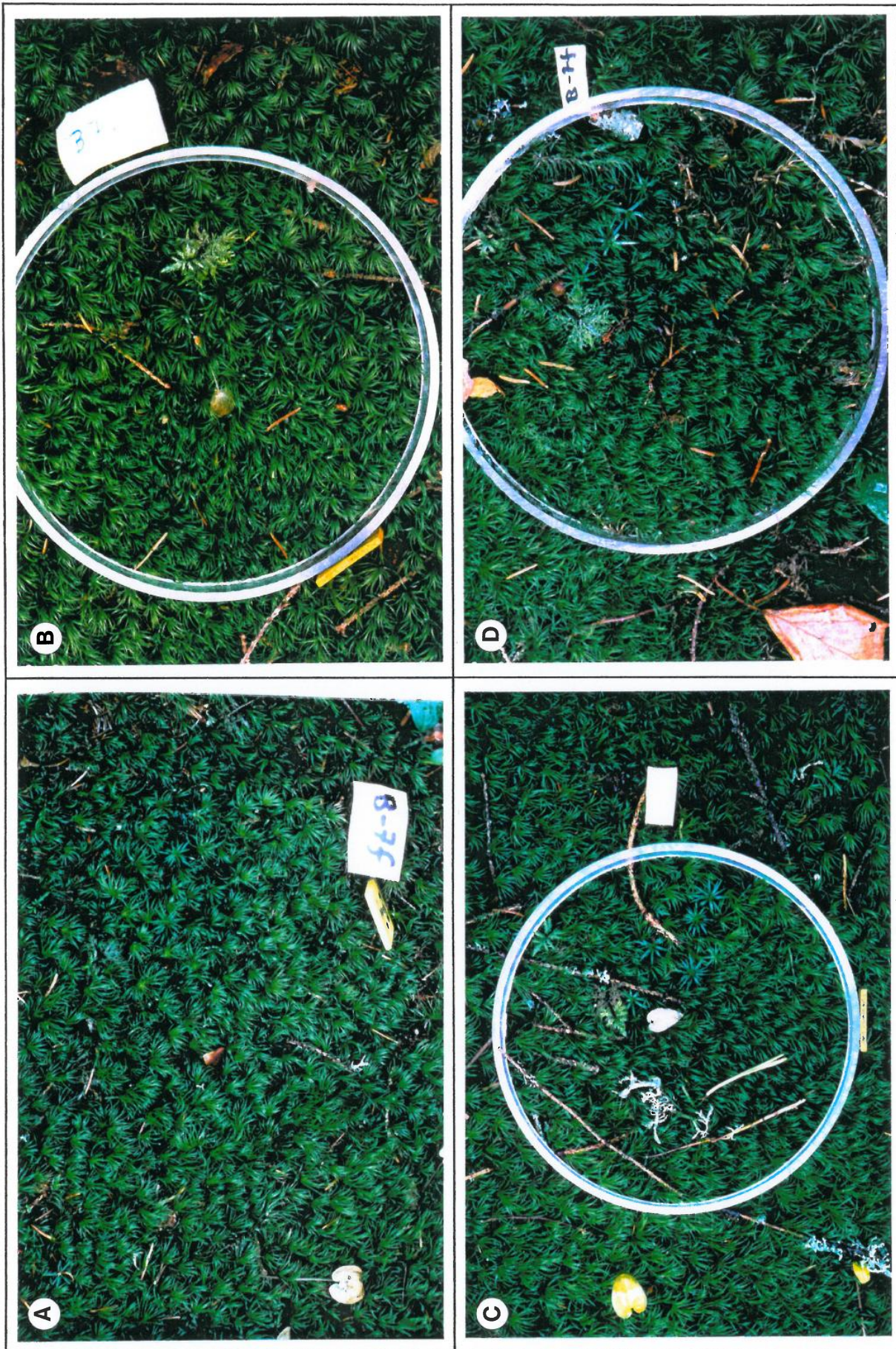
Plansje 4. Blanksigd *Dicranum majus* (plott S/T 6 i Trøndelag, se også plansje 1). Uskadd mose fra lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder transplantert til uskadd mose på lokalitet P-Skauvollen, Malvik, Sør-Trøndelag. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Uendra, trolig tråkkskade av elg høsten 1992. - Undamaged moss from locality D-Ruenes (Vennesla, Vest-Agder in South Norway) transplanted to a site with undamaged moss at locality P-Skauvollen (Malvik, Sør-Trøndelag in Central Norway). A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: unchanged, plot probably trampled by elk autumn 1992.



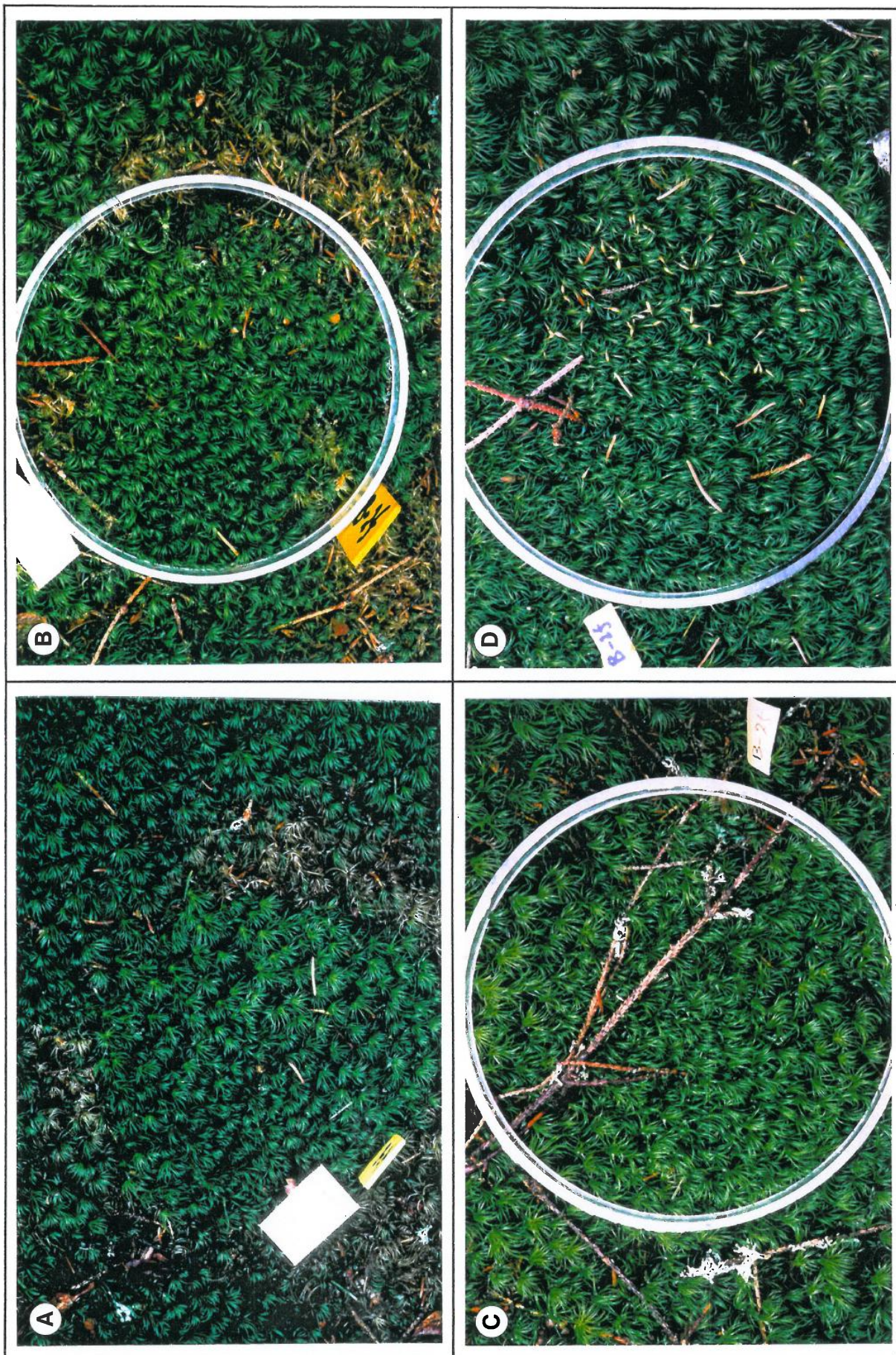
Plansje 5. Blanksigd *Dicranum majus* (plott S/T 2 i Trøndelag). Skadd mose fra lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder transplantert til uskadd mose på lokalitet P-Skauvollen, Malvik, Sør-Trøndelag. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: God gjenvekst. - Damaged moss from locality D-Ruenes (Vennesla, Vest-Agder in South Norway) transplanted to a site with undamaged moss at locality P-Skauvollen (Malvik, Sør-Trøndelag in Central Norway). A. Autumn



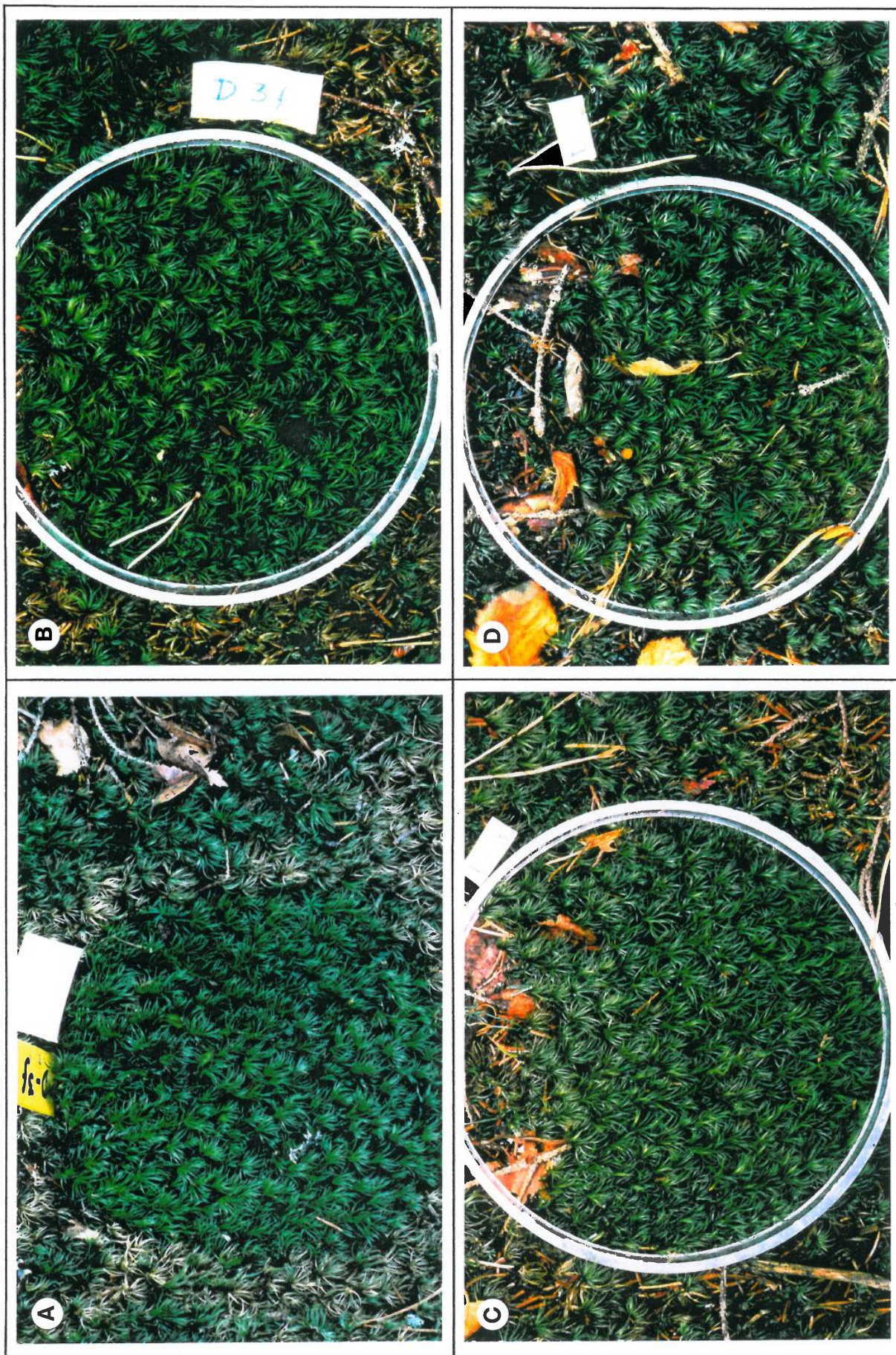
Plansje 6. Blanksigd *Dicranum majus* (plott S/T 13 i Trøndelag). Skadd mose fra lokalitet B-Gangsei, Åmli, Aust-Agder transplantert til uskadd mose på lokalitet Q-Mørkdalstjønna, Malvik, Sør-Trøndelag. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Full gjenvekst. - Damaged moss from locality B-Gangsei (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to a site with undamaged moss at locality Q-Mørkdalstjønna (Malvik, Sør-Trøndelag in Central Norway). A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: complete rejuvenation.



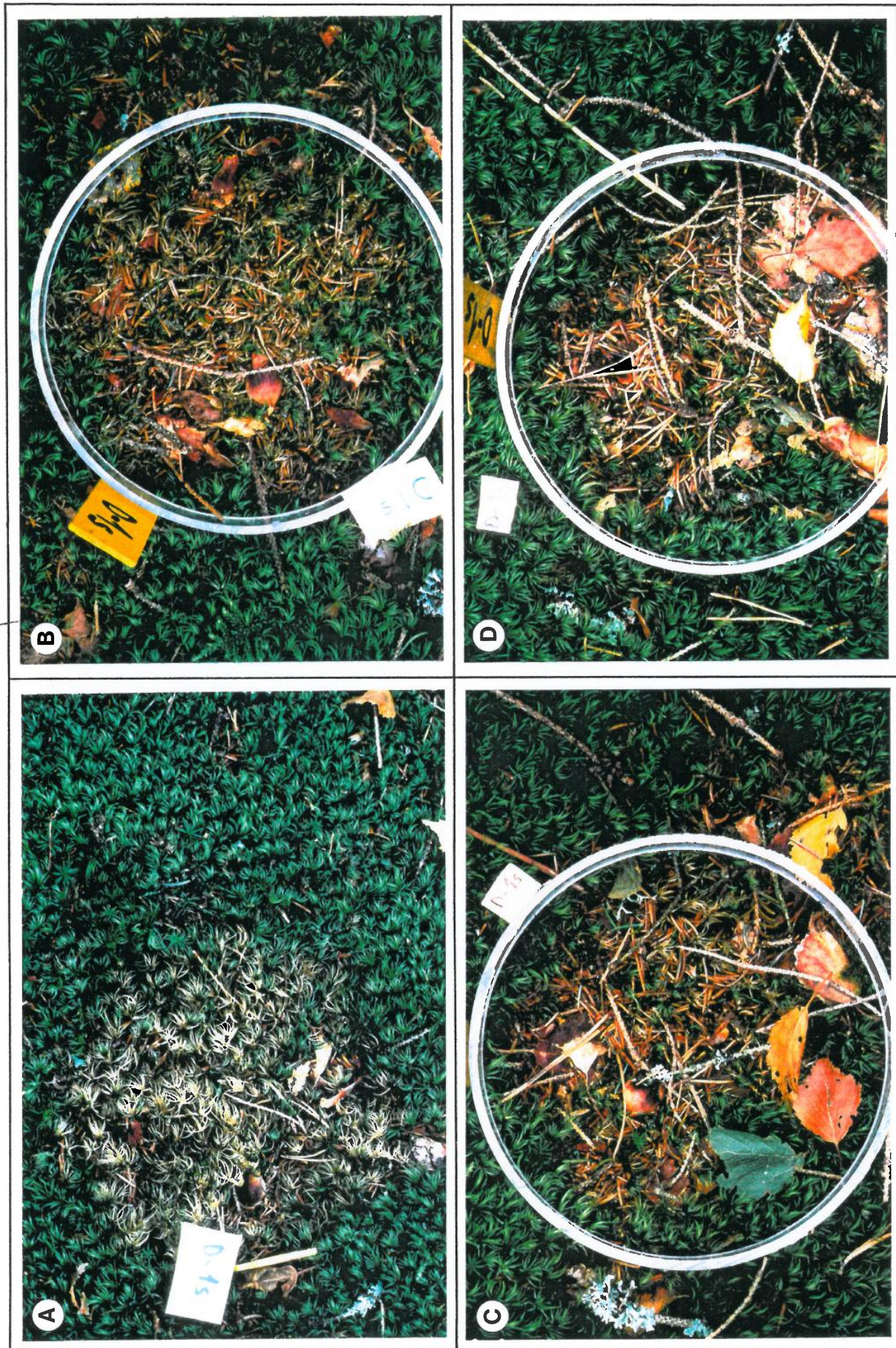
Plansje 7. Blanksigd *Dicranum majus* (plott B-7f). Intern transplantasjon av uskadd mose til uskadd mose på lokalitet B-Gangsei, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Uendra. - Undamaged moss at locality B-Gangsei (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to undamaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: unchanged.



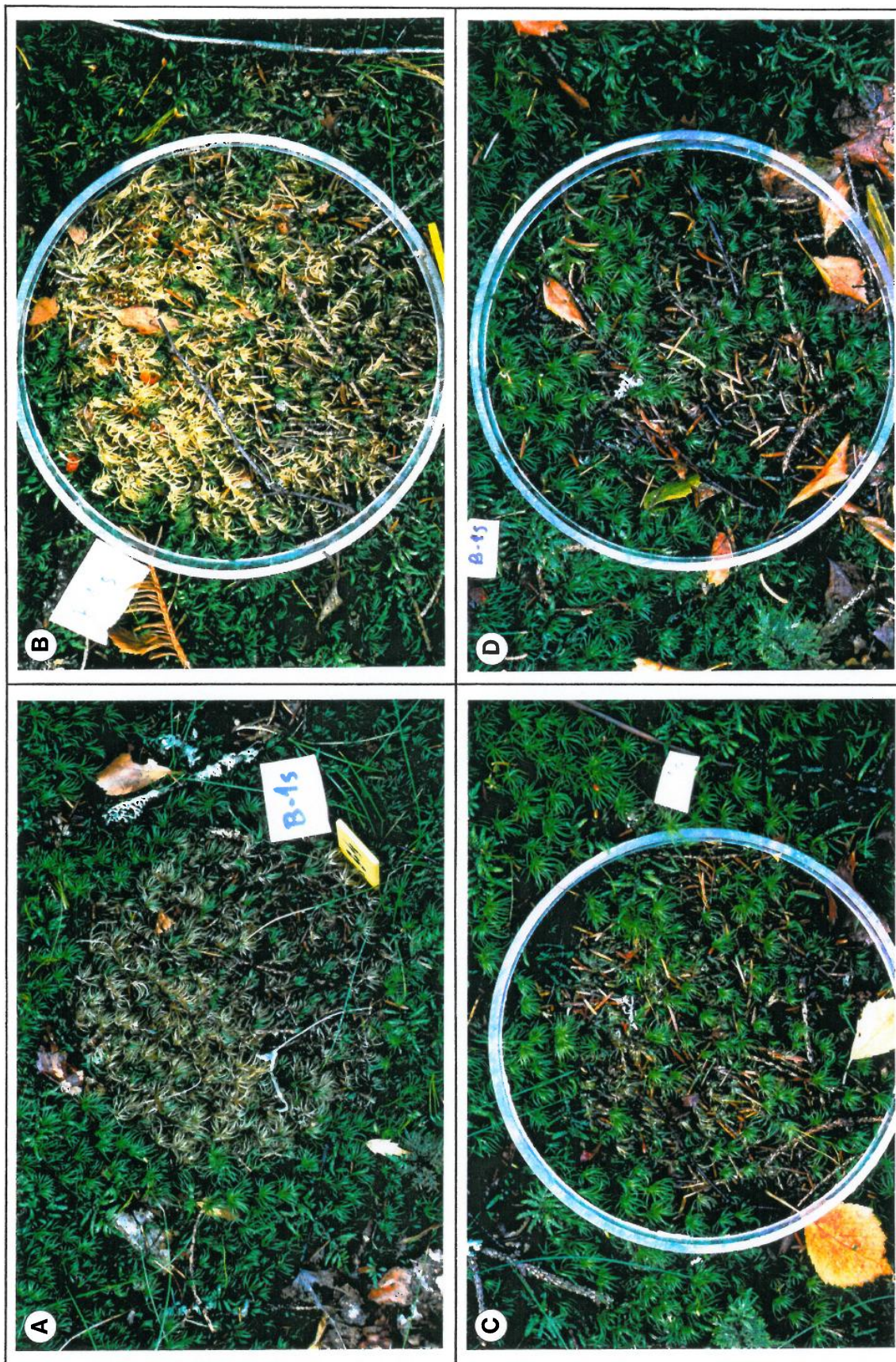
Plansje 8. Blanksigd *Dicranum majus* (plott B-2f). Intern transplantasjon av uskadd mose til skadd mose på lokalitet B-Gangsei, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Holder seg frisk, rikelig fertil høsten 1992; også skadeflekken regenererer. - Undamaged moss at locality B-Gangsei (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to damaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: unchanged, many sporophytes autumn 1992; also the damaged moss recovers completely,



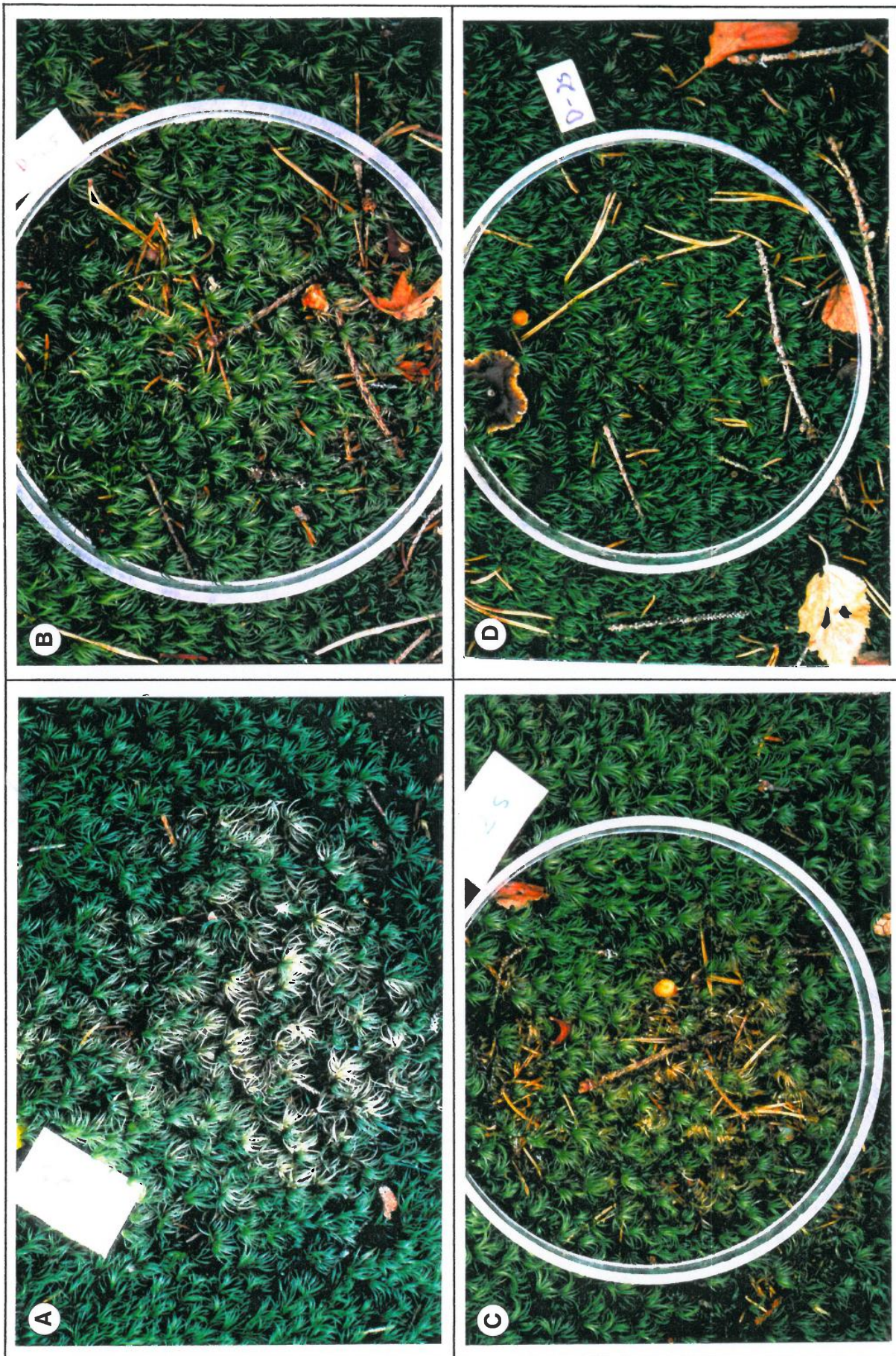
Plansje 9. Blanksigd *Dicranum majus* (plott D-3f). Intern transplantasjon av uskadd mose til skadd mose på lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Noe tilbakegang; nyskade (bleik) høsten 1992. - Undamaged moss at locality D-Ruenes (Vennesla, Vest-Agder in South Norway) transplanted to damaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: somewhat reduced; new damage (pale) autumn 1992.



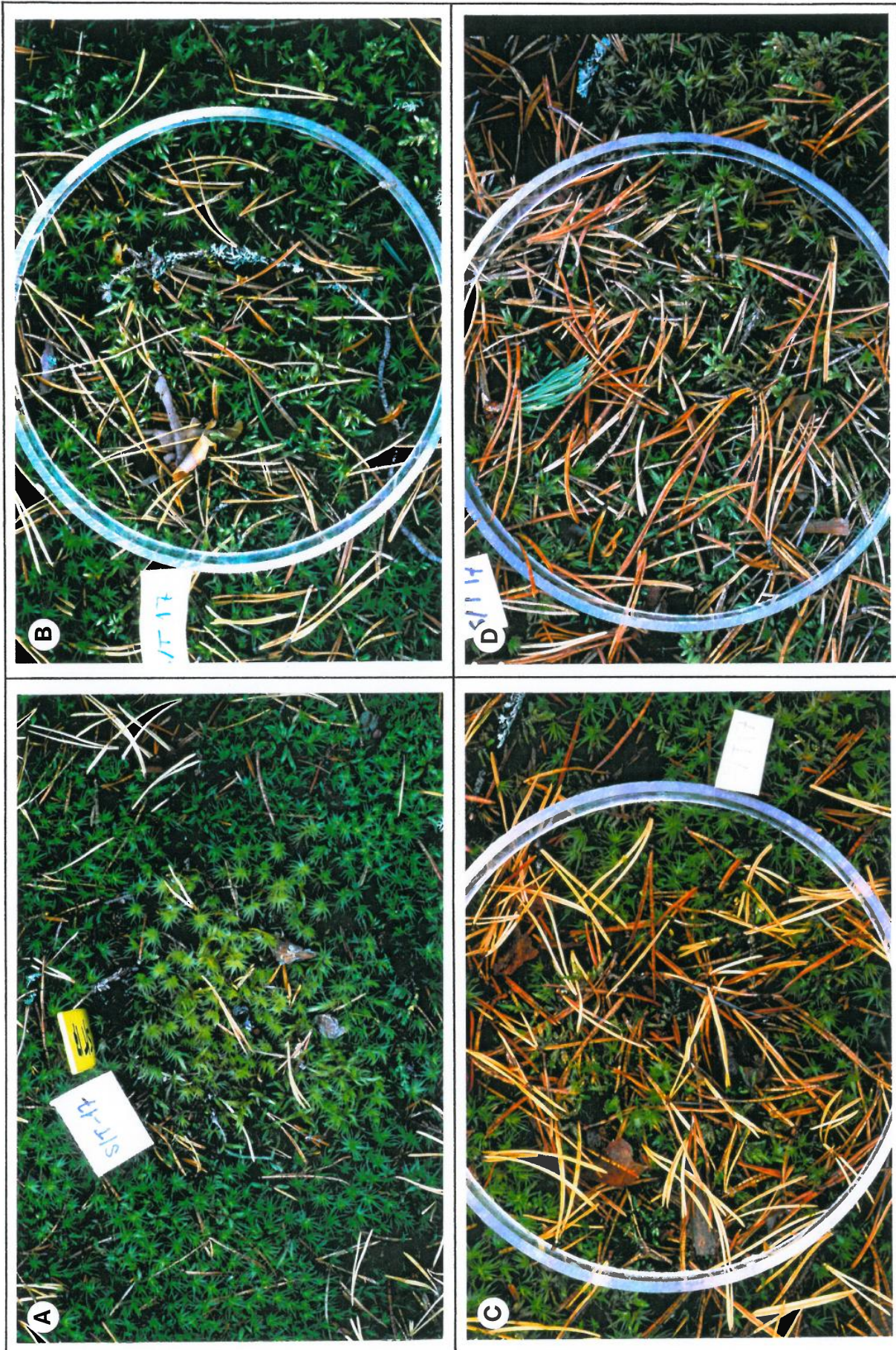
Plansje 10. Blanksigd *Dicranum majus* (plott D-1s). Intern transplantasjon av skadd mose til uskadd mose på lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Liten gjenvekst, strøfall akkumuleres på den skadde mosen. - Damaged moss at locality D-Ruenes (Vennesla, Vest-Agder in South Norway) transplanted to undamaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: slight rejuvenation; needles, twigs and leaves accumulate on the damaged moss.



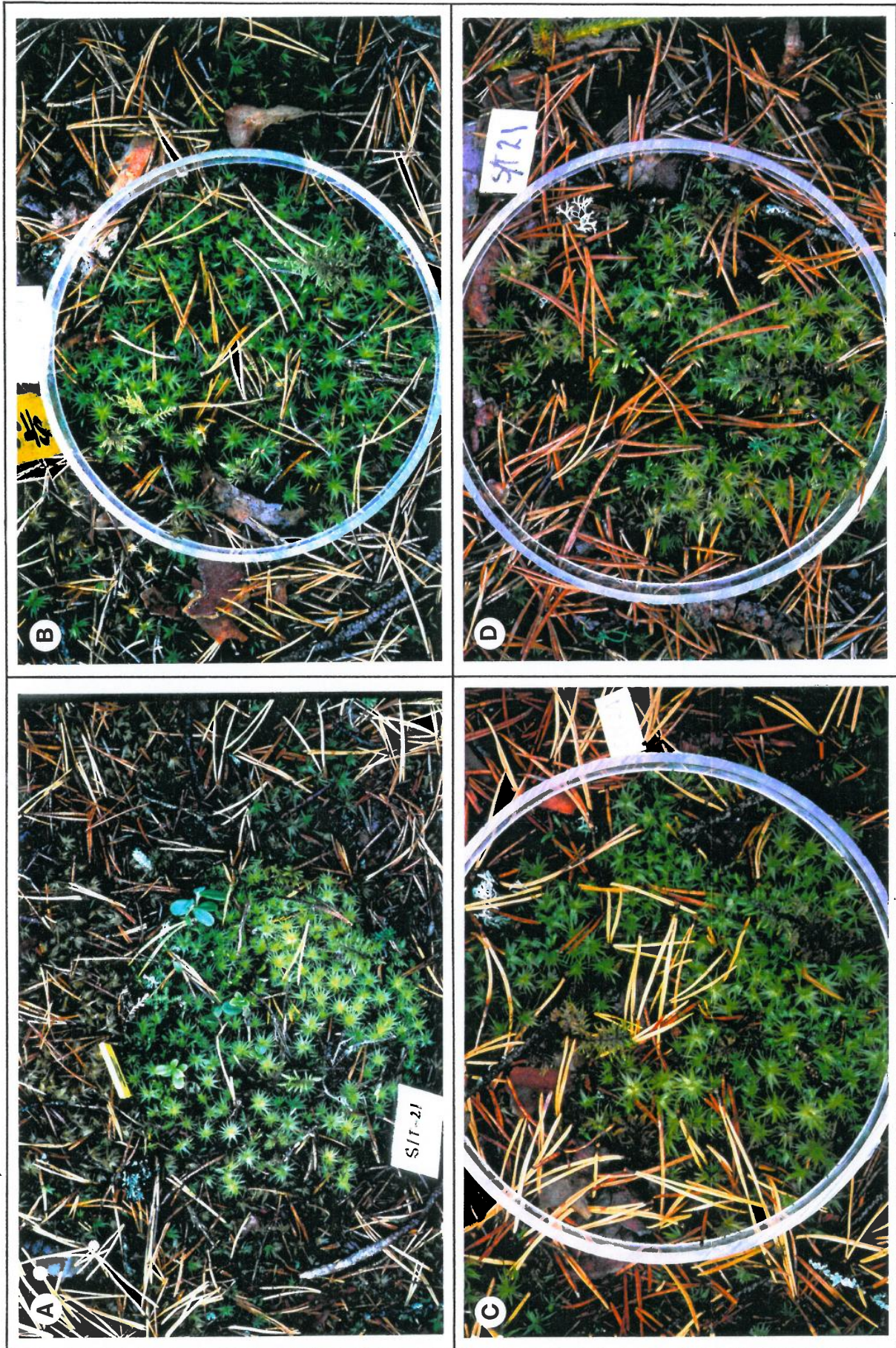
Plansje 11. Blanksigd *Dicranum majus* (plott B-1s). Intern transplantering av skadd mose til uskadd mose på lokalitet B-Gangsei, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Middels god gjenvekst. - Damaged moss at locality B-Gangsei (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to undamaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: moderate rejuvenation.



Plansje 12. Blanksigd *Dicranum majus* (plott D-2s). Intern transplantasjon av skadd mose til uskadd mose på lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Full gjenvekst. - Damaged moss at locality D-Ruenes (Vennesla, Vest-Agder in South Norway) transplanted to undamaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: complete rejuvenation.



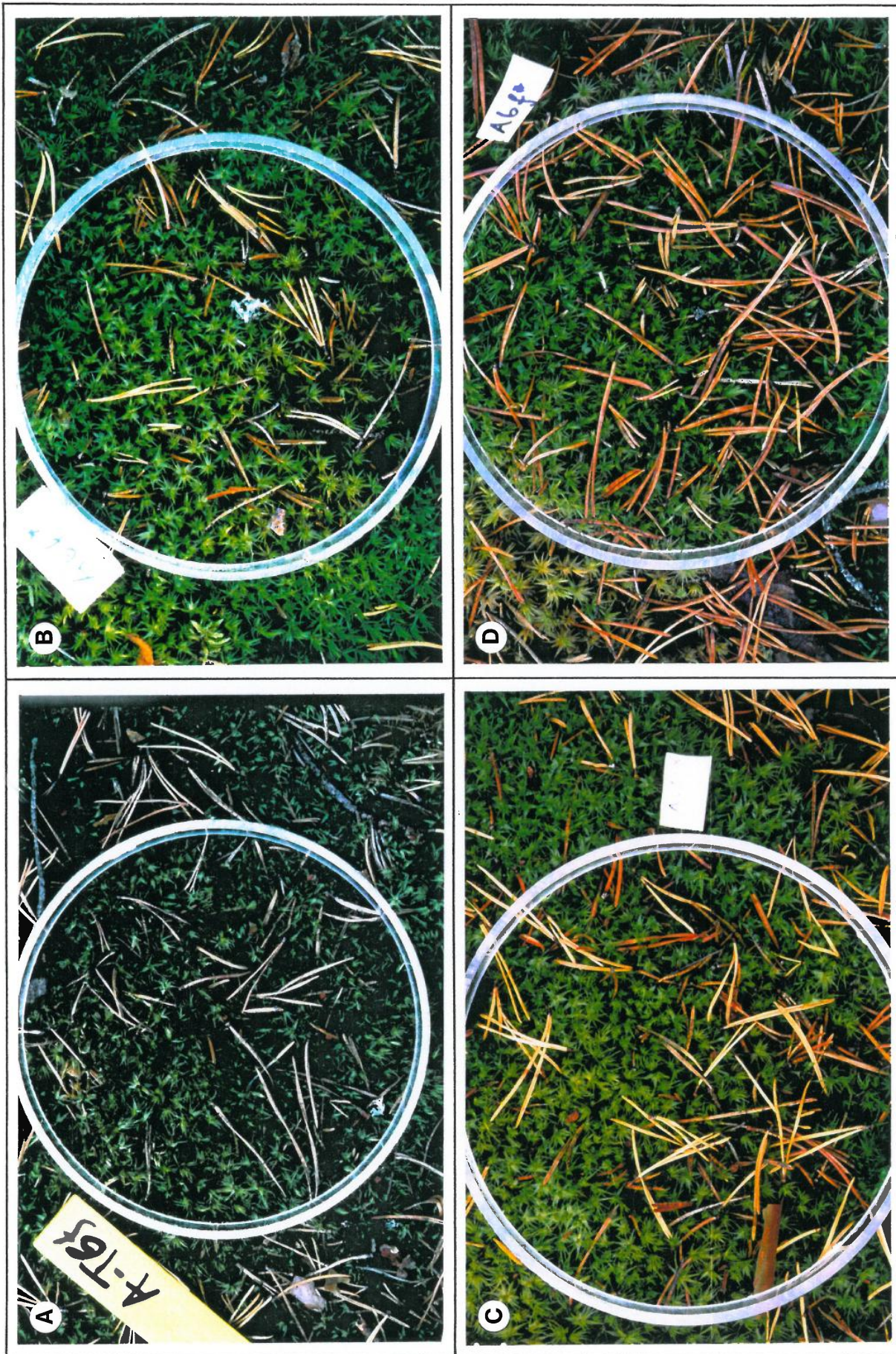
Plansje 13. Krussigd *Dicranum polysetum* (plott S/T 17 i Agder). Uskadd mose fra lokalitet R-Djupsjøåsen, Skaun, Sør-Trøndelag transplantert til uskadd mose på lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Stor tilbakegang, ny skade høsten 1992 både i og utom plottet; merk fargeforskjell høsten 1989. - Undamaged moss from locality R-Djupsjøåsen (Skaun, Sør-Trøndelag in Central Norway) transplanted to a site with undamaged moss at locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway). A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: much reduced, new damage autumn 1992 both within and outside the plot; note the difference in colour autumn 1989.



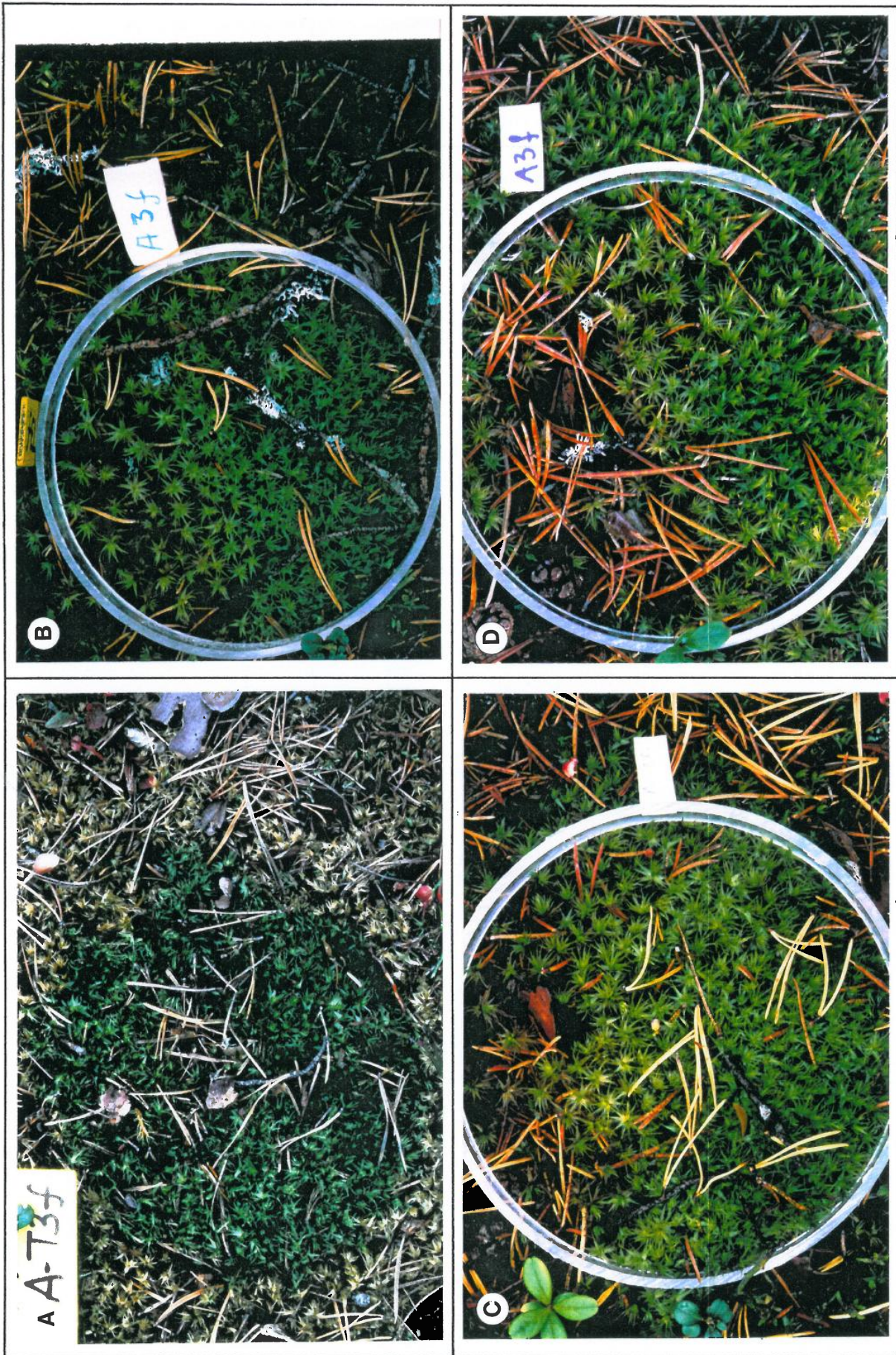
Plansje 14. Krussigd *Dicranum polysetum* (plott S/T 21 i Agder). Uskadd mose fra lokalitet R-Djupsjøåsen, Skaun, Sør-Trøndelag transplantert til skadd mose på lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Litt tilbakegang, ny skade høsten 1992. - Undamaged moss from locality R-Djupsjøåsen (Skaun, Sør-Trøndelag in Central Norway) transplanted to a site with damaged moss at locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway). A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: somewhat reduced, new damage autumn 1992.



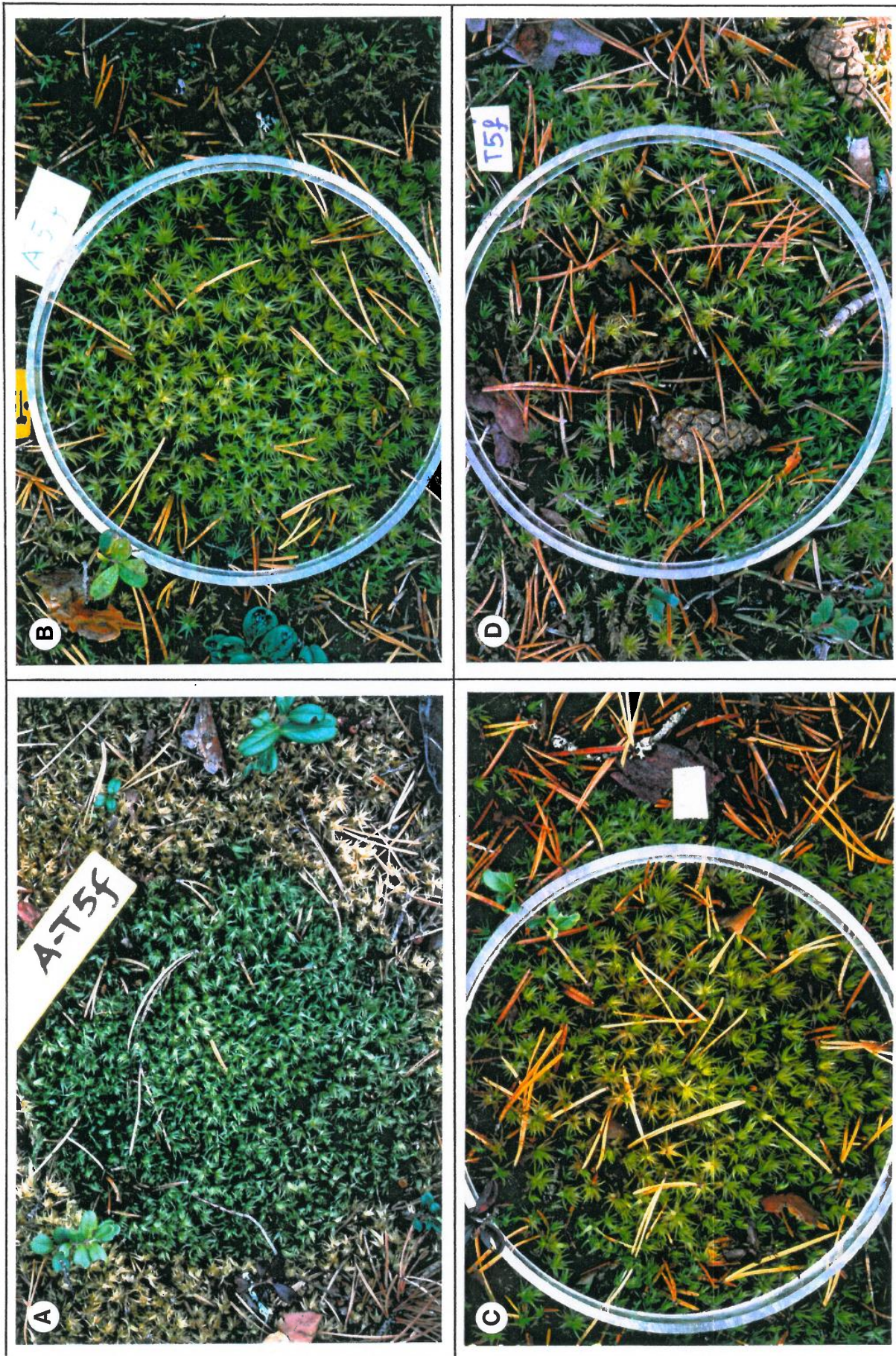
Plansje 15. Krussigd *Dicranum polysetum* (plott S/T 20 i Trøndelag). Skadd mose fra lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder til uskadd mose på lokalitet R-Djupsjøåsen, Skaun, Sør-Trøndelag. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: God gjenvekst. - Damaged moss from locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to a site with undamaged moss at locality R-Djupsjøåsen (Skaun, Sør-Trøndelag in Central Norway). Status in 1992: good rejuvenation.



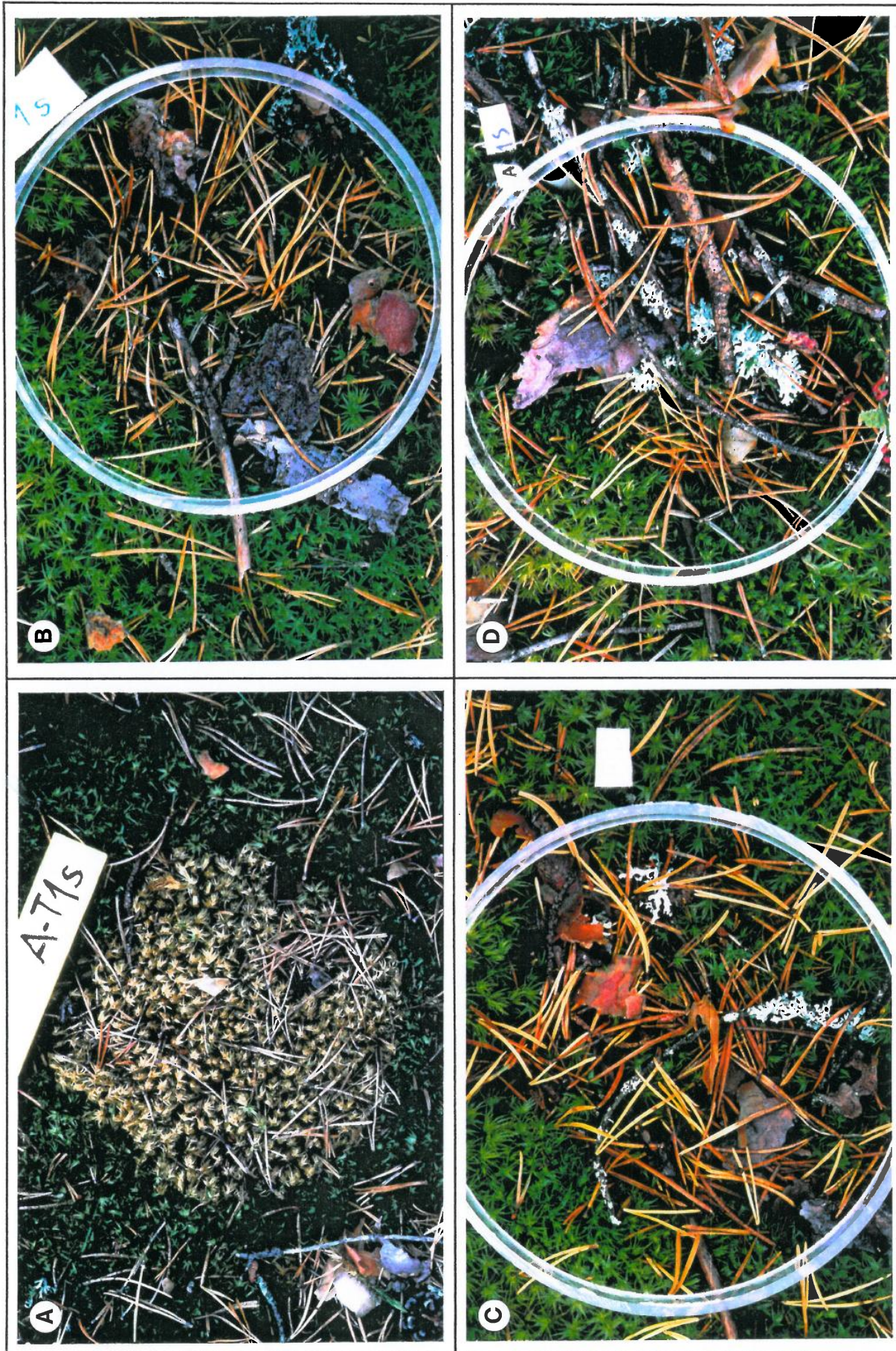
Plansje 16. Krussigd *Dicranum polysetum* (plott A-6f*). Intern transplantasjon av uskadd mose til uskadd mose på lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Omtrent uendra, ny skade utom plottet. - Undamaged moss at locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to undamaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: approximately the same, new damage outside the plot.



Plansje 17. Krussigd *Dicranum polysetum* (plott A-3f). Intern transplantasjon av uskadd mose til skadd mose på lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Litt tilbakegang i plottet og noe gjenvekst omkring. - Undamaged moss at locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to damaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: slightly reduced within and some rejuvenation outside the plot.



Plansje 18. Krussigd *Dicranum polysetum* (plott A-5f). Intern transplantasjon av uskadd mose til skadd mose på lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Økende skade í og brukbar gjenvækst utom plottet. - Undamaged moss at locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to damaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: increasing damage within and good rejuvenation outside the plot.



Plansje 19. Krussigd *Dicranum polysetum* (plott A-1s). Intern transplantasjon av skadd mose til uskadd mose på lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Middels god gjenvekst; merk at redusert vekst på skadeflekken fører til akkumulering av strøfall som trolig hindrer gjenveksten. - Damaged moss at locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to undamaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: moderate rejuvenation; note that bark, needles and twigs from the pine trees accumulate on the damaged moss, probably hindering the rejuvenation.



Plansje 20. Krussig *Dicranum polysetum* (plott A-5s). Intern transplantasjon av skadd mose til uskadd mose på lokalitet A-Flatemo, Åmli, Aust-Agder. A. Høst 1989. B. Høst 1990. C. Høst 1991. D. Høst 1992. Status: Svært god gjenvekst. - Damaged moss at locality A-Flatemo (Åmli, Aust-Agder in South Norway) transplanted to undamaged moss at the same site. A. Autumn 1989. B. Autumn 1990. C. Autumn 1991. D. Autumn 1992. Status in 1992: very good rejuvenation.

Naturens tålegrenser

Oversikt over utgitte rapporter

- 1 Nygård, P.H. [1989]. Forurensningers effekt på naturlig vegetasjon; en litteraturstudie. - Norsk institutt for skogforskning (NISK), Ås.
- Uten nr.
Jaworowski, Z. 1989. Pollution of the Norwegian Arctic: A review. - Norsk polarinstitutt (NP) Rapportserie nr.55. Oslo.
- 2 Henriksen, A., Lien, L. & Traaen, T.S. 1990. Tålegrenser for overflatevann. Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89210.
- 3 Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann. Fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer.- Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89185.
- 4 Bølviken, B. & medarbeidere 1990. Jordforsuringsstatus og forsurningsfølsomhet i naturlig jord i Norge. - Norges geologiske undersøkelse (NGU). NGU-rapport 90.156. 2 bind (Bind I: Tekst, Bind II: Vedlegg og bilag).
- 5 Pedersen, H.C. & Nybø, S. 1990. Effekter av langtransporterte forurensninger på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO₂, NO_x og tungmetaller. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Utredning 5.
- 6 Frisvoll, A.A. 1990. Moseskader i skog i Sør-Norge. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 18.
- 7 Muniz, I.P. & Aagaard, K. 1990. Effekter av langtransportert forurensning på ferskvannsdyr i Norge; virkninger av en del sporelementer og aluminium. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Utredning 13.
- 8 Hesthagen, T., Mack Berger H. & Kvenild, L. 1992. Fiskestatus i relasjon til forsuring av innsjøer. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Forskningsrapport 32.
- 9 Pedersen, U., Walker, S.E. & Kibsgaard, A. 1990. Kart over atmosfærisk avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser i Norge. - Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR: 28/90.
- 10 Pedersen, U. 1990. Ozonkonsentrasjoner i Norge. - Norsk institutt for luftforskning (NILU). OR: 28/29.
- 11 Wright, R.F., Stuanes, A., Reuss, J.O. & Flaten, M.B. 1990. Critical loads for soils in Norway. Preliminary assessment based on data from 9 calibrated catchments. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89153.
- 11b Reuss, J.O. 1990. Critical loads for soils in Norway. Analysis of soils data from eight Norwegian catchments. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89153.
- 12 Amundsen, C.E. 1990. Bufferprosent som parameter for kartlegging av forsurningsfølsomhet i naturlig jord. - Univ. i Trondheim, AVH (stensil).
- 13 Flatberg, K.I., Foss, B., Løken, A. & Saastad, S.M. 1990. Moseskader i barskog. - Direktoratet for naturforvaltning (DN), notat (under trykking).
- 14 Frisvoll, A.A. & Flatberg, K.I. 1990. Moseskader i Sør-Varanger. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 55.
- 15 Flatberg, K.I., Bakken, S., Frisvoll, A.A. & Odasz, A.M. 1991. Moser og luftforurensninger. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 69.
- 16 Mortensen, L.M. 1991. Ozonforurensning og effekter på vegetasjonen i Norge. - Norsk landbruksforsk. 5:235-264.
- 17 Wright, R.F., Stuanes, A.O. & Frogner, T. 1991. Critical Loads for Soils in Norway Nordmoen. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport O-89153.
- 18 Pedersen, H.C., Nygård, T., Myklebust, I. & Sæther, M. 1991. Metallbelastninger i liryte. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 71.
- 19 Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann evertebrater og fisk. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport O-89185,2.
- 20 Amundsen, C.E. 1992. Sammenligning av parametre for å bestemme forsurningsfølsomhet i jord. (NGU)- rapport 91.265.
- 21 Bølviken, B., Nilsen, R., Romundstad, J. & Wolden, O. 1992. Surhet, forsurningsfølsomhet og lettløselige basekationer i naturlig jord fra Nord-Trøndelag og sammenligning med tilsvarende data for Sør Norge. NGU-rapport 91.250.
- 22 Sivertsen, T. & medarbeidere. 1992. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1991-15. 53s.
- 23 Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1992. Critical loads for acidity to freshwater. Fish and invertebrates. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), rapport O-89185,3.

- 24 Fremstad, E. 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetasjon. En litteraturstudie. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 124.
- 25 Fremstad, E. 1992. Heivegetasjon i Norge, utbredelseskart. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 188.
- 26 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A. 1992. Undersøkelser av skader hos to sigdmoser i Agder. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 134.
- 27 Lindstrøm, E.A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-90137/E-90440, rapport-2.
- 28 Brettum, P. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Plan-teplankton. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-90137/E-90440, rapport-3.
- 29 Brandrud, T.E., Mjelde, M. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-90137/E-90440, rapport-1.
- 30 Mortensen, L.M. & Nilsen, J. 1992. Effects of ozone and temperature on growth of several wild plant species. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 6:195-204.
- 31 Pedersen, H.C., Myklebust, I., Nygård, T. & Sæther, M. 1992. Akkumulering og effekter av kadmium i li-type. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmeld.152.
- 32 Amundsen, C.E. 1992. Sammenheng av relativ forsurningsfølsomhet med tålegrenser beregnet med modeller i jord. Norges geo og s.e. undersøkelse NGU-rapport 92.294.
- 33 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, B.J., Esser, J.M., Håøya, A.-O. & Rudi, G. 1992. Map of critical loads for coniferous forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-90147.
- 34 Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T.S. & Taubøll, S. 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-89210.
- 35 Lien, L., Henriksen, A. & Traaen, T.F. 1993. Tålegrenser for sterke syrer på overflatevann - Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-90102.
- 36 Henriksen, A., Hesthagen, T., Berger, H.M., Kvenild, L. & Taubøll, S. 1993. Tålegrenser for overflatevann - Sammenheng mellom kjemisk kriterier og fiskestatus. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-92122.
- 37 Odasz, A.M., Øiesvold, S., & Vange, V. 1993. Nitrate nutrition in *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brd., a bioindicator of nitrogen deposition in Norway (in prep).
- 38 Espelien, I.S. 1993. Genetiske effekter av tungmetaller på pattedyr. En kunnskapsoversikt. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning (in prep).
- 39 Økland, J. & Økland, K.A. 1993. Database for bioindikatorer i ferskvann - et forprosjekt. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk Museum, Oslo. Rapport nr. 144, 1993.
- 40 Aamlid, D. & Skogheim, I. 1993. Nikkel, kopper og andre metaller i multer og blåbær fra Sør-Varanger, 1992. Norsk institutt for skogforskning. Skogforsk rapport (in prep).
- 41 Kålås, J.A., Ringsby, T.H. & Lierhagen, S. 1993. Metals and radiocesium in wild animals from the Sør-Varanger area, North Norway. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 212.
- 42 Fløisand, I. & Løbersli, E. (red.) 1993. Tilførsler og virkninger av lufttransporterte forurensninger (TVLF) og naturens tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Stjørdal, 15. - 17. februar 1993. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 17/93.
- 43 Henriksen, A. & Hesthagen, T. 1993. Critical load exceedance and damage to fish populations. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-89210.
- 44 Lien, L., Henriksen, A. & Traaen, T.S. 1993. Critical loads of acidity to surface waters, Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-90102.
- 45 Løbersli, E., Johannessen, T. & Olsen, K.V. (red.) 1993. Naturens tålegrenser Referat fra seminar i 1991 og 1992. Direktoratet for naturforvaltning (DN), notat 1993-6.
- 46 Bakken, S. 1993. Nitrogenforurensning og variasjon i nitrogen, protein og klorofyllinnhold hos barskogmosen blanksigd (*Dicranum majus*) (in prep).
- 47 Krøkje, Å. 1993. Genotoksisk belastning i jord. Effekstudier, med mål å komme fram til akseptable grenser for genotoksisk belastning fra langtransportert luftforurensning (in prep).
- 48 Fremstad, E. 1994. Heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) som biomonitor på nitrogenforurensning. Norsk institutt for naturforskning (NINA). Oppdragsmelding 239.
- 49 Nygaard, P.H. & Ødegaard, T.H. 1993. Effekter av nitrogen gjødsling på vegetasjon og jord i skog. Norsk institutt for skogforskning (NISK), Skogforsk (in prep).

- 50 Fløisand, I. og Johannessen, T. (red.) 1994. Langtransporterte luftforurensninger. Tilførsler, virkninger og tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Grimstad, 7.-9.3.94. Norsk institutt for luftforskning NILU OR: 17/94
- 51 Kleivane, L. Skåre, J.U. & Wiig, Ø. 1994. Klorerte organiske miljøgifter i isbjørn. Forekomst, nivå og mulige effekter. Norsk Polarinstitutt (in prep)
- 52 Lydersen, E., Fjeld, E. & Andersen, T. 1994. Fiskestatus og vannkjemi i norske innsjøer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) OR-93172
- 53 Schartau, A.K.L. (red.) 1994. Effekter av lavdose kadmium-belastning på litorale ferskvanns-populasjoner og -samfunn. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Forskningsrapport (in prep)
- 54 Mortensen, L. (1994). Variation in ozone sensitivity of *Betula pubescens* Erh. from different sites South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-6.
- 55 Mortensen, L. (1994). Ozone sensitivity of *Phleum alpinum* L. from different locations in South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-7.
- 56 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, J.B. and Esser, J.M. (1994). Maps of critical loads and exceedance for sulfur and nitrogen to forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-91147.
- 57 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. (1994). Moseskader i Agder 1989-92. Norsk institutt for naturforskning (NINA). Oppdragsmelding 298.
- 58 Hesthagen, T. & Henriksen, A. (1994). En analyse av sammenhengen mellom overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander. Norsk institutt for naturforskning (NINA). Oppdragsmelding 288.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjon

298

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0499-1

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. 73 58 05 00