

Undersøkelser av skader hos to sigdmoser i Agder

Kjell I. Flatberg
Arne Frisvoll

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING
Tungstadele 2, N-2005 Trondheim



NINA

NATURENS
TÅLEGRENSENER

Miljøverndepartementet
Fagrapport 26

Undersøkelser av skader hos to sigdmoser i Agder

Kjell I. Flatberg
Arne Frisvoll

NATURENS 
TÅLEGRENSE

Miljøverndepartementet
Fagrapport 26

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:

Jon Barikmo	- DN
Eva Fuglei	- NP
Tor Johannessen	- SFT
Else Løbersli	- DN

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

Henvendelse vedrørende programmet kan rettes til:

Direktoratet for naturforvaltning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
tel: (07) 58 05 00

eller

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep
0032 Oslo 1
Tel: (02) 57 34 00

Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1992
Undersøkelser av skade hos to sigdmoser i Agder
NINA Oppdragsmelding 134: 1-22.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0244-1

Forvaltningsområde:
Forurensninger
Pollution

Copyright (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning
Oppdragsmeldinga kan siteres fritt med kilde-
angivelse

Redaksjon:
Eli Fremstad og Tone Skarsaune

Opplag: 170

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf. (07) 58 05 00

Referat

Flatberg, K.I & Frisvoll, A.A. 1992. Undersøkelser av skade hos to sigdmoser i Agder. - NINA Oppdragsmelding 134 : 1-22.

Rapporten tar for seg skademengde og -tilstand hos blanksigd og krussigd på prøvefelt i Agder og Trøndelag.

Store moseskader fins på lokalitet D-Ruenes i Vennesla, Vest-Agder. En detaljstudie av skadeomfanget viser at blanksigd dekte mellom 40 og 50 % av arealet i et 20 x 20 m prøvefelt, og at omtrent 15 % av dette var skadd forsommeren 1991.

Skadene overvåkes med fastruter av skadd og uskadd mose. Det foregår en gjenvekst på skadde moseflekker i alle områda i Agder. Samtidig opptrer også nye skader av middels omfang.

Transplantert krussigd fra Trøndelag til Agder viser til dels omfattende nyskader. Transplantert trønderisk sigdmose produserer ofte sporehus i Agder, mens stedegen mose stort sett mangler sporehus.

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

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

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

Abstract

Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1992. Damage to two *Dicranum* species in Agder, South Norway. - NINA Oppdragsmelding 134: 1-22.

The paper reports on the condition of *Dicranum majus* and *D. polysetum* at localities in Agder, South Norway, and Trøndelag, Central Norway.

Investigations at locality D-Ruenes in Vest-Agder show that *Dicranum majus* covered 40-50 % of a 20 x 20 m plot, and that about 15 % of the moss was damaged in June 1991.

The situation is being monitored in permanent plots of damaged and undamaged moss. Some rejuvenation of damaged moss takes place at every locality in Agder, but a moderate amount of new damage occurs simultaneously.

Dicranum polysetum transplanted from Trøndelag to Agder shows serious new damage. *D. majus* and *D. polysetum* transplanted from Trøndelag to Agder often produce sporophytes, whereas local populations rarely do so.

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

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

Arne 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, undersøkelser gående for å kartlegge og finne årsaken til skadene. Her rapporteres arbeid utført i 1991.

Den engelske teksten er kontrollert av Richard Binns.

Trondheim mars 1992

Kjell I. Flatberg
Arne A. Frisvoll

Moss communities may become depauperate due to a few severe air pollution episodes or because of continued, low-level exposures.
William E. Winner (1988: 146).

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning og problemstilling	6
2 Ruter og plott på lokalitetene	6
3 Detaljstudie av skade hos blanksigd	7
3.1 Undersøkelsesfeltet	7
3.2 Skademengde	7
3.3 Skadelokalisering	8
4 Kontroll av transplantert sigdmose	12
4.1 Agder	12
4.1.1 Lokalitet A-Flatemo	12
4.1.2 Lokalitet C-Rugsland	12
4.1.3 Lokalitet B-Gangsei	12
4.1.4 Lokalitet D-Ruenes	12
4.2 Trøndelag	16
4.3 Oppsummering	16
5 Kontroll av fastruter i Agder	17
5.1 Lokalteter	17
5.1.1 Lokalitet A-Flatemo	17
5.1.2 Lokalitet C-Rugsland	17
5.1.3 Lokalitet B-Gangsei	17
5.1.4 Lokalitet D-Ruenes	17
5.2 Oppsummering	18
6 Konsentrasjon av nedbørsvatn	18
7 Diskusjon	20
8 Sammendrag	21
9 Summary	21
10 Litteratur	22

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 mosematte i Agder (1989, 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).

Det har ikke vært lett å finne enkle skadeårsaker. Undersøkelser andre steder tyder på at moseskadene i Sør-Norge er karakteristisk forskjellige fra skader i Midt- og Nord-Norge (Frisvoll & Flatberg 1990).

Tilførselen av skadestoffer til et område avhenger av nedbørmengden. Men samme årsnedbør kan gi nokså forskjellig utslag i observerte skader på moser. Erfaringen til nå er at mye nedbør gir stor skade.

Det har vært merkbar forskjell på nedbørmengde og -fordeling i Agder i de siste åra. Som nevnt ble store skader observert sommeren 1988. Sommeren 1989 var tørr og nye skader ble ikke sett. Sommeren 1990 hadde mye nedbør, og skader på moser ble igjen observert. Situasjonen i 1991 rapporteres her.

Mye tyder derfor på at forholda i Agder balanserer omkring punktet for utvikling av store, akutte moseskader. Kroniske skader vil opptre selv om ikke akutte skader er å se.

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 krus-sigd (*Dicranum polysetum*) og B, D, P og Q av blanksigd (*D. majus*). I sør har alle områda et sett transplantasjonsplott og fastruter, og i nord et sett transplantasjonsplott. Transplantasjonene ble utført høsten 1989; de fleste fastrutene ble lagt ut i juni og de resterende i september 1990. For nærmere omtale og forklaring av rutemerking se Frisvoll (1989) og Flatberg & Frisvoll (1991). Lokaliteter i sør og nord er stilt parvis sammen slik de gjensidige transplantasjonene er foretatt. 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/6f*		7f/7f*		8f/8f*		

Fastruter:

Overvåking skade B:	I	II	III	IV	V		
(0,5 x 0,5 m)							
Uskadd referanse B:	X	XI	XII	XIII	XIV		
(1 x 1 m)							
Analyse skade B:	A1	A2	A3	A4	A5		
(0,25 x 0,25 m)							
Foto svartskade B:	XX	XXI	XXII				
(0,25 x 0,25 m)							

Q-Mørkdalstjønn (Malvik i ST; 14 transplantasjonsplott)

Transplantasjoner:

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

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	5f/5s		
Gjens. intern frisk D:	6f/6f*		7f/7f*		8f/8f*		

Fastruter:

Overvåking skade D:	I	II	III	IV	V		
(0,5 x 0,5 m)							
Uskadd referanse D:	X	XI	XII	XIII	XIV		
(1 x 1 m)							
Foto bleiskade D:	XX						
(0,25 x 0,25 m)							
Foto svartskade D:	XXI						
(0,25 x 0,25 m)							

P-Skauvollen (Malvik i ST; 14 transplantasjonsplott)

Transplantasjoner:

Fra D-Ruenes	T/S:	1	2	3	4
		5	6	7	8
Gjens. intern frisk	P:	1f/1f*	2f/2f*	3f/3f*	

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/uskadd	A:	1f/1s	2f/2s	3f/3s	4f/4s
		5f/5s			
Gjens. intern frisk	A:	6f/6f*	7f/7f*	8f/8f*	

Fastruter:

Overvåking skade	A:	I	II	III	IV	V
(0,5 x 0,5 m)						
Uskadd referanse	A:	X	XI	XIII	XIV	XV
(1 x 1 m)						
Analyse skade	A:	A1	A2	A3	A4	A5
(0,25 x 0,25 m)						

R-Djupsjøåsen (Skaun i ST; 14 transplantasjonsplott)

Transplantasjoner:

Fra A-Flatemo	T/S:	17	18	19	20
		21	22	23	24
Gjens. intern frisk	R:	1f/1f*	2f/2f*	3f/3f*	

C-Rugsland (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/uskadd	C:	1f/1s	2f/2s	3f/3s	4f/4s
		5f/5s			
Gjens. intern frisk	C:	6f/6f*	7f/7f*	8f/8f*	

Fastruter:

Overvåking skade	C:	I	II	III	IV	V
(0,5 x 0,5 m)						
Uskadd referanse	C:	X	XI	XII		
(1 x 1 m)						

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

Transplantasjoner:

Fra C-Rugsland	T/S:	25	26	27	28
		29	30	31	32
Gjens. intern frisk	S:	1/1f*	2/2f*	3/3f*	

3 Detaljstudie av skade hos blanksigd

De største moseskadene i våre undersøkelsesområder fins hos blanksigd på lokalitet D-Ruenes i Vennesla kommune, Vest-Agder. Når vi ville gjøre en detaljert studie over skadeomfang og -lokalisering var det naturlig å bruke denne lokaliteten. Den er beskrevet nærmere andre steder (Frisvoll 1989, 1991).

3.1 Undersøkelsesfeltet

I ei jamt skrånende li med helling 30–35° ble et felt på 20 x 20 m målt opp. Det vender omtrent rett nord eller 380°. Størstedelen av feltet er dekt med storvokst gran; i øvre venstre hjørne er en del smågran. Ellers fins 3–4 bjørker og ei lita eik. Av de 400 m² er – etter beregning på skisse – ca. 143 m² dekt av tre- og busksjikt; det gir ca. 57 m² fri mark (figur 1). Men trærne er store, og den nordvendte sninga på lia gjør at bunnen nesten ikke er utsatt for direkte sollys (figur 2). Dette gir svak karplantevekst og mye mose. Blanksigd er den dominerende mosen; den er trolig til stede på hver eneste kvadratmeter, og over store områder danner den rene, tette matter.

I hele feltet ble alle skader på blanksigd (figur 3) merka opp og registrert. Mer detaljerte mengde-registreringer ble gjort i et delfelt på 4 x 4 m og i en profil på 1 x 16 m. Området på 4 x 4 m ligger nederst til høyre i 20 x 20 m feltet, og profilen på 1 x 16 m starter nederst på midten og går rett opp lia. Dette gir oss data for skademengde og skade-lokalisering.

3.2 Skademengde

Feltet på 4 x 4 m og profilen på 1 x 16 m er begge 16 m². Hver m² ble delt i 4, det ga i alt 64 kvartkvadratmetre. Totaldekningen av blanksigd ble arealbedømt i alle kvartkvadratmetrene, og det samme ble skademengden. Til arealbedømmingen ble det brukt ei 0,5 x 0,5 m ramme som var delt i 16 småruter. Dekning og skademengde ble bedømt i antall småruter. Betegnelsen '7/2' angir at blanksigd hadde en dekning tilsvarende 7 av 16 småruter, og at skadd blanksigd hadde en dekning tilsvarende 2 av disse (figur 4). Dette gir oss data for beregning av gjennomsnittlig skademengde. I hvert av de to felte er det 1024 småruter.

I 4 x 4 m feltet hadde blanksigd en dekning tilsvarende 395 småruter eller 39 % av hele arealet. Av dette utgjorde skadd blanksigd 77 småruter eller 19 %.

I 1 x 16 m profilen hadde blanksigd en dekning tilsvarende 549 småruter eller 54 %. Av dette utgjorde skadd blanksigd 73 småruter eller 13 %.

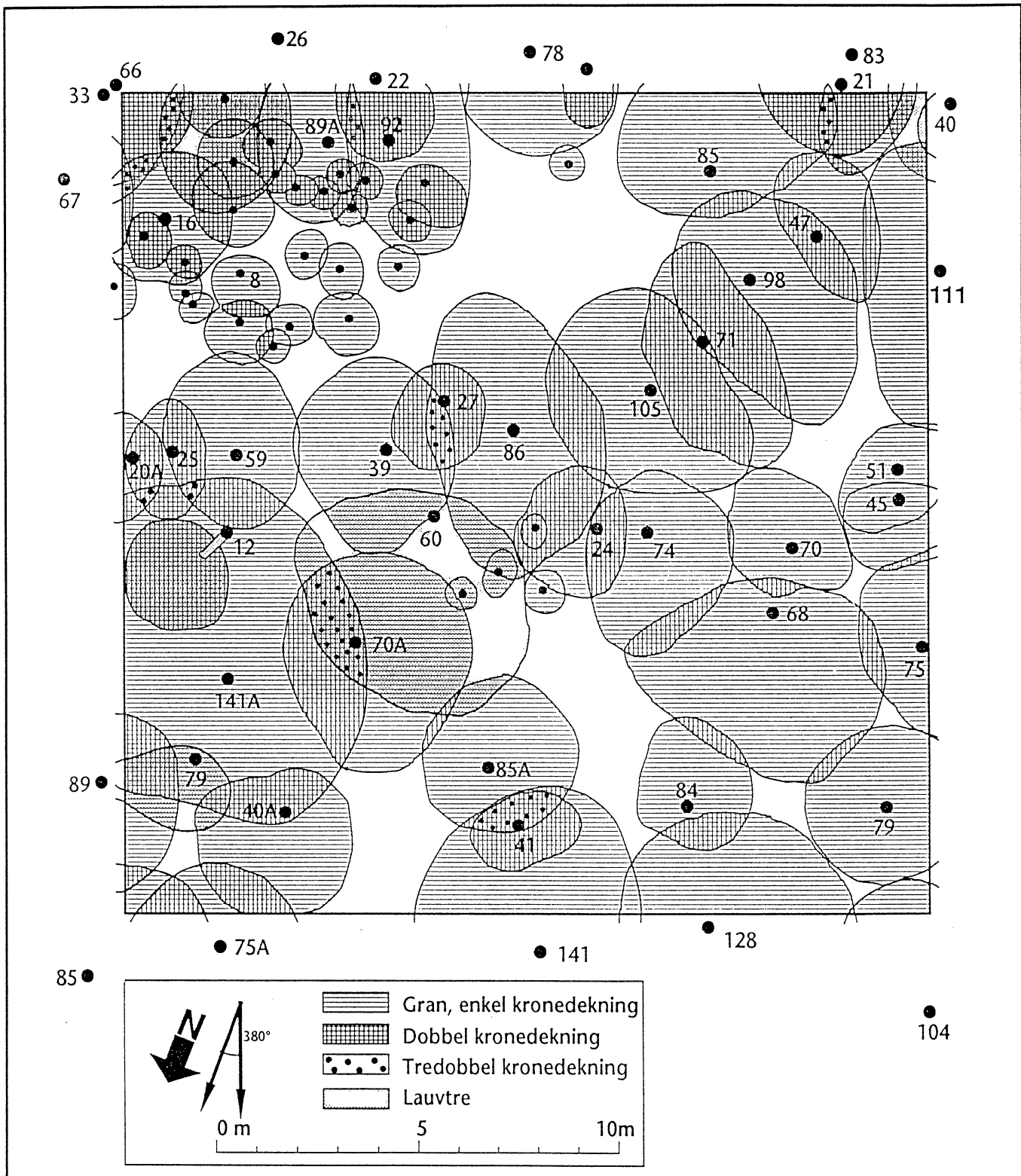
I middel hadde blanksigd en arealdekning på 46 %, og av blanksigdarealet var 16 % skadd. Overføres dette på hele 20 x 20 m feltet får en følgende størrelsesorden på forekomsten av blanksigd og skade: Av 400 m² ville 184 m² (46 %) være dekt av blanksigd, og av dette ville 29 m² (16 %) være skadd mose.

3.3 Skadelokalisering

Når regnet treffer grankronene, ledes det utover og nedover langs kvister og bar til bestemte punkter, hvor det samles og renner ned på bakken. Greinenes barfysiognomi og helling er avgjørende for avrenningsmønsteret hos enkelttrær. Det er en del som tyder på at skadeflekker særlig opptrer i tilknytning til konsentrerte kronedryppfelter under gran. Slike kronedryppfelter i tilknytning til et bestemt tre er vanskelige å lokalisere i detalj, og det er ikke gjort forsøk på slik registrering i dette prosjektet.

Forutsatt at blanksigd har en jamn utbredelse fra stamme til kroneperiferi, skulle en forvente størst antall skadeflekker ytterst, og færre når en går mot stammen. Men det er samtidig rimelig å regne med stor individuell variasjon fra tre til tre, avhengig av treets alder, krone- og barstruktur, og kroneoverlapp med nabotrær (**figur 1**).

For å teste hypotesen om økt skademengde mot kroneperiferien, ble det sommeren 1991 utprøvd forskjellige registreringsmåter for lokalisering av skadeflekker i undersøkelsesfeltet på Ruenes. Det viste seg imidlertid under behandlingen av materialet at den registreringsmetoden som det ble lagt hovedvekt på ikke ga grunnlag for meningsfull statistisk analyse, og resultatene er derfor ikke presentert her. En vil forsøke å komme fram til en registreringsmetode som gir et statistisk bedre grunnlag for å belyse problemstillingen.



Figur 1. Lokalitet D-Ruenes. Undersøkelsesfeltet på 20 x 20 m. Forekomst av trær, med stammeomkrets i brysthøgde og kronestørrelse. Plassering og størrelse av trær der bare deler av krona berører feltet er også angitt. - Locality D-Ruenes. The area where detailed studies of damaged *Dicranum majus* are being carried out. The circumference about 1.5 m above the ground of the trunks of all trees is given.

Figur 2. Undersøkelsesfelt for detaljstudier av skade hos blanksigd på lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder. - The area where detailed studies of damaged *Dicranum majus* are being carried out at locality D-Ruenes, Agder, South Norway. - Foto: K.I. Flatberg 20.09.1991.



Figur 3. Bleike skadeflekker av blanksigd i undersøkelsesfeltet på lokalitet D-Ruenes. - Pale, damaged spots on *Dicranum majus* at locality D-Ruenes. - Foto K.I. Flatberg 1989.



Figur 4. Forekomst og skadeandel av blanksigd på lokalitet D-Ruenes. a. I et 4 x 4 m felt. b. I en profil på 1 x 16 m; venstre kolonnes nederste rute er første 1 x 1 m-rute i profilen. Hver m² er delt i fire, og forekomst og skadeandel av blanksigd er anslått i hver fjerdedel. Første tall gjelder forekomst og andre tall skadeandel. '7/2' betyr at blanksigd hadde en dekning tilsvarende 7 av 16 deler for hver kvartkvadrarmeter, og av disse var 2 deler skadd. + = skade < 1.

- Occurrence of and damage to *Dicranum majus* at locality D-Ruenes. a. In a 4 x 4 m plot. b. in a 1 x 16 m section. '7/2' indicates that 7/16 is covered by *Dicranum majus* and that 2 of the 7/16 are damaged.

a

7/2 4/1	1/0 1/0	2/0 7/1	9/1 5/0
3/1 3/1	1/0 1/0	3/0 9/2	4/1 3/0
6/2 6/1	6/0 1/0	5/2 6/1	9/1 4/0
7/2 9/2	8/3 1/1	1/0 10/3	2/0 2/0
11/3 8/4	10/4 2/1	10/2 7/0	5/1 2/0
9/1 0/0	7/2 4/1	4/1 10/1	12/1 5/0
11/1 13/2	15/1 3/0	5/1 11/2	13/2 3/1
12/2 10/2	12/1 5/0	8/3 7/5	8/2 6/2

b

15/2 15/2	14/1 14/2	14/2 10/2	9/+ 13/+
14/2 12/1	9/+ 6/1	11/2 2/0	3/0 15/1
13/1 11/2	4/1 2/0	11/1 2/0	7/+ 11/1
10/1 12/3	1/+ 1/+	12/+ 12/1	5/0 6/0
6/0 8/+	5/+ 6/+	16/4 15/3	6/4 11/+
2/0 4/+	1/0 7/1	15/2 16/1	2/1 7/1
2/0 10/+	7/1 7/+	14/+ 15/+	5/2 9/2
9/1 12/1	9/1 8/1	15/0 15/6	10/2 10/2
1-4 m	5-8 m	9-12 m	13-16 m

4 Kontroll av transplantert sigdmose

Alle transplantasjoner ble utført høsten 1989. Av 8 prøver fra hver lokalitet i Trøndelag, ble 4 satt ut i friske og 4 i skadde mosematter i sør. Transplantasjonsplotta i Agder og Trøndelag ble fotografert høsten 1991, og skader, regenerasjon og fertilitet ble notert. Forrige tilsvarende fotografering ble foretatt høsten 1990.

4.1 Agder

4.1.1 Lokalitet A-Flatemo (krussigd)

Transplantasjoner fra Trøndelag (T/S 17-24): I plott T/S 23 (transplantert i skadd matte) ble det påvist tydelig nyskade (bleikskade) som også var til stede hos stedegen krussigd utafor plottet. I de øvrige plotta ble det ikke påvist nyskader. Stedegen krussigd med sporehus er sjelden på lokaliteten, og ble notert sporadisk høsten 1991. I 4 av de 8 plotta fra Trøndelag ble det registrert til dels rikelig med sporehus. Tre av disse plotta var satt ut i friske matter av krussigd.

Interne transplantasjoner frisk til skadd (1f-5f): I alle plotta med unntak av 1f ble det påvist nyskader. Disse nyskadene var under utvikling høsten 1990, men var langt tydeligere høsten 1991.

Interne transplantasjoner skadd til frisk (1s-5s): Ingen nyskader ble registrert.

4.1.2 Lokalitet C-Rugsland (krussigd)

Transplantasjoner fra Midt-Norge (T/S 25-32): I 4 av de 8 transplantasjonsplotta ble det påvist nye skader, til dels betydelige. Begynnende skade ble til dels registrert i disse plotta høsten 1990 (**figur 5**), til dels ikke. To av plotta med nyskade var transplantert i matter av skadd agdermose og 2 i uskadd. Det ble ikke registrert sporofytter i transplantasjonsplotta, og heller ikke funnet stedegen krussigd med sporofytter på lokaliteten.

Interne transplantasjoner frisk til skadd (1f-5f): I alle de 5 plotta ble det registrert til dels omfattende nyskader (**figur 6**). Ingen av disse skadene ble registrert høsten 1990.

Interne transplantasjoner skadd til frisk (1s-5s): Ingen nyskader ble registrert i disse plotta.

4.1.3 Lokalitet B-Gangsei (blanksigd)

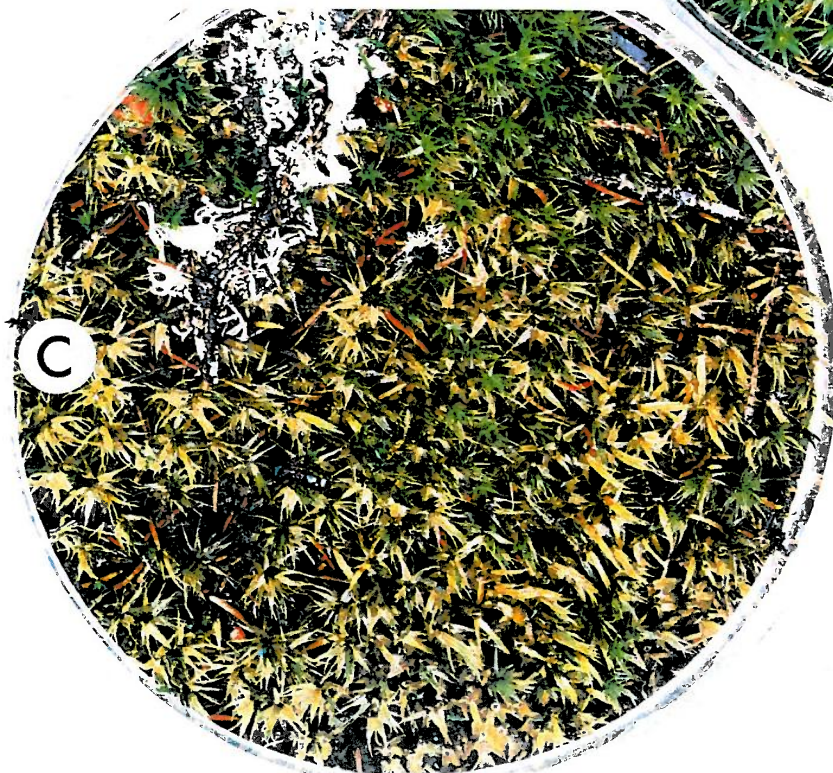
Transplantasjoner fra Trøndelag (T/S 9-16): Det ble ikke registrert tydelige nyskader i de 8 plotta. Men i plott S/T 13 var det antydning til bleikskade. Sporehus hos stedegen blanksigd ble funnet spredd i undersøkelsesområdet. Det ble funnet sporehus i de 2 transplantasjonsplotta S/T 10 og 11, transplantert i henholdsvis frisk og skadd mose.

Interne transplantasjoner (1f/s-5f/s): Det ble ikke påvist nyskader i de interne transplantasjonene.

4.1.4 Lokalitet D-Ruenes (blanksigd)

Transplantasjoner fra Trøndelag (T/S 1-8): Det ble registrert antydning til bleikskade i plott T/S 7 som ble transplantert i uskadd mose i 1989. Ellers var nyskader fraværende i de 7 øvrige plotta. Sporehus ble registrert bare helt sporadisk hos stedegen blanksigd på Ruenes-feltet høsten 1991. I 5 av transplantasjonsplotta (T/S 2-4, 6-7) ble det funnet sporehus, til dels rikelig. T/S 3 ble transplantert til skadd mose, de øvrige tre til uskadd mose.

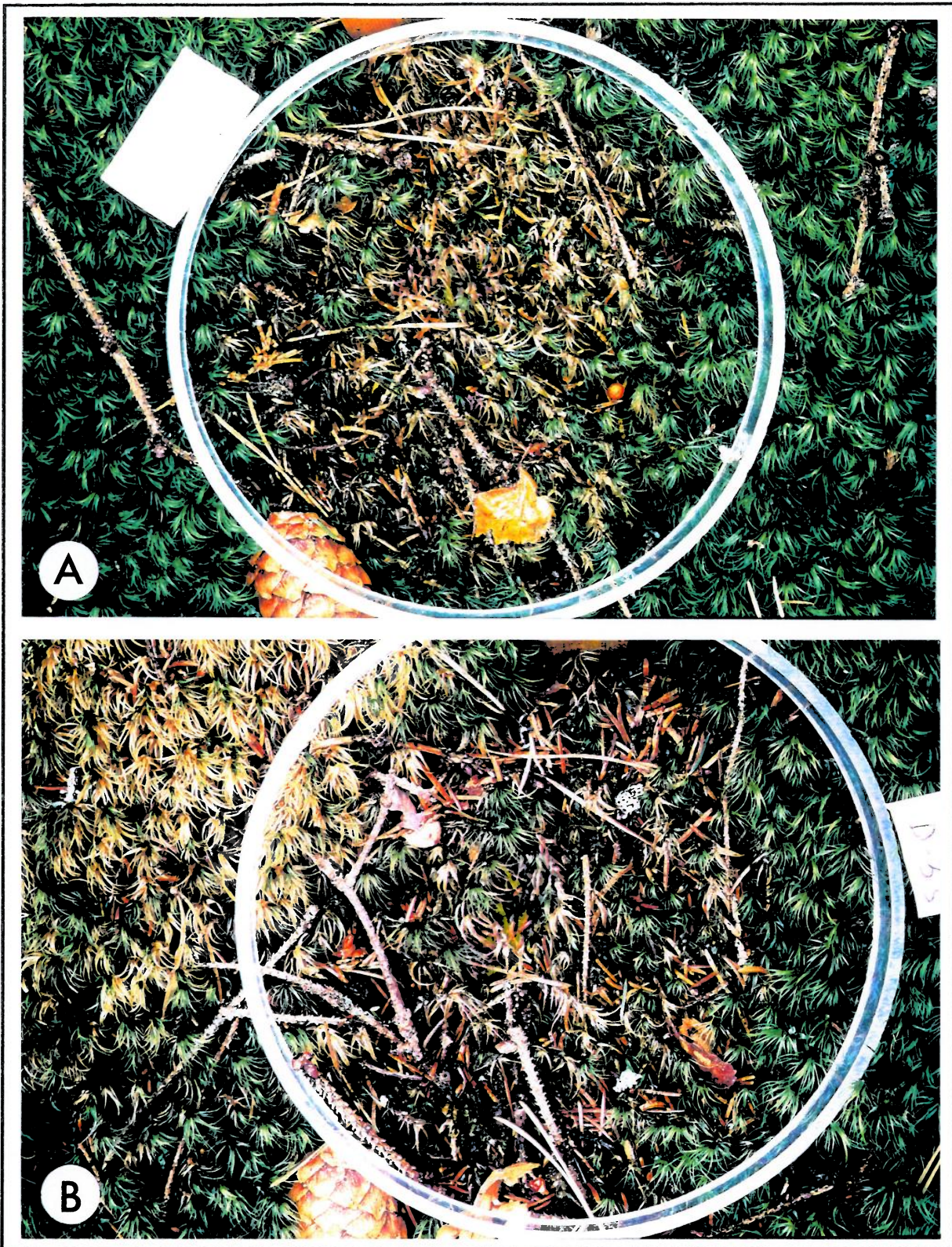
Interne transplantasjoner (1f/s-5f/s): I to av plotta (3s og 5f) ble det registrert noe nyskade som manglet høsten 1990. I plott 3s var skaden utbredd også utafor plottet hos stedegen blanksigd (**figur 7**).



Figur 5. Skadeforløp hos krussigd i transplan-
tasjonsplott S/T 26 på lokalitet C-Rugslund,
Birkenes, Aust-Agder. Transplantert høsten
1989 fra lokalitet S-Urset, Tolga, Hedmark.
Diameter 14,2 cm. A. 25.06.1990; ingen skade
(no damage). B. 12.09.1990; noe nyskade
(some new damage). C: 16.09.1991; mye skade
(much new damage). - Increase in damage in
the transplant plot S/T 26 of *Dicranum poly-
setum* at locality C-Rugslund, Agder, South
Norway. Foto: K.I. Flatberg.



Figur 6. Skadeforløp hos krussigd i internt transplantasjonsplott 1f på lokalitet C-Rugslund, Birkenes, Aust-Agder. Plott 1f representerer uskadd mose transplantert i matte av skadd krussigd høsten 1989. Diameter 14,2 cm. A. 12.09.1990; antydning til nyskade (very sparse new damage). B. 16.09.1991; betydelig nyskade med bleike skudd (much new damage with pale shoots). Foto: K.I. Flatberg. - Increase in damage in the transplant plot 1f of *Dicranum polysetum* at locality C-Rugslund, Agder, South Norway. Plot 1f represents undamaged moss transplanted in a mat of damaged moss in autumn 1989.



Figur 7. Skadeforløp hos blanksigd i internt transplantasjonsplott 3s på lokalitet D-Ruenes, Vennesla, Vest-Agder. Plot 3s representerer skadd mose transplantert i matte av uskadd mose høsten 1989. Diameter 14,2 cm. A. 12.09.1990. B. 16.09.1991; ny skadeflekk med bleike skudd av blanksigd i og særlig utafor plottet. Foto: K.I. Flatberg. - Increase in damage in the local transplant plot 3s of *Dicranum majus* at locality D-Ruenes, Agder, South Norway. Plot 3s represents damaged moss transplanted in a mat of undamaged moss in autumn 1989.

4.2 Trøndelag

Det ble ikke registrert skader hos transplantert blanksigd fra Agder på lokalitetene P-Skauvollen (T/S 1-8) og Q-Mørkdalstjønna (T/S 9-16), og heller ikke skader hos de interne transplantasjonsplotta. Det ble ikke registrert sporehus hos blanksigd fra Agder. Stedegen blanksigd hadde rikelig med sporehus.

Tydelige skader ble heller ikke registrert i krussigd-plotta på lokalitet R-Djupsjøåsen (T/S 17-24). Men flere av plotta hadde uvanlig bleike skudd. Det gjaldt imidlertid også skudd hos stedegen krussigd. Sporehus ble ikke registrert i transplantasjonsplotta fra Agder. Stedegen krussigd ble notert med sporehus.

Lokalitet S-Urset ble ikke fotografert høsten 1991 (delvis ødelagt, se Flatberg & Frisvoll 1991).

4.3 Oppsummering

Det foregikk en ulik utvikling hos krussigd- og blanksigdplotta i Agder mot høsten 1991. Mens det i blanksigdplotta på Gangsei og Ruenes med ett unntak ikke ble registrert nyskader, var det omfattende nyskader i krussigdplotta både på Flatemo og Rugsland. Det gjaldt både transplantasjonene fra Midt-Norge og de interne transplantasjonene. Dette indikerer at krussigd under de gitte forhold er lettere utsatt for skader enn blanksigd. Begynnende skader hos krussigd ble til dels registrert høsten 1990. Men mange er nyere og må ha oppstått fra høsten 1990 til høsten 1991. Det var også mer omfattende skader i transplantasjonsplotta av krussigd på lokalitet C-Rugsland enn A-Flatemo. Hos skadd krussigd transplantert i frisk mose ble det ikke registrert nyskader høsten 1991, verken på Rugsland eller Flatemo; derimot ble nyskader registrert i nesten alle plott av frisk mose transplantert i skadd mose.

Det var frekvent sporehusproduksjon i mose transplantert fra Trøndelag til Agder. Dette gjaldt både krussigd på Flatemo og blanksigd særlig på Ruenes. Dette er påfallende når en tar i betraktning den sjeldne opptreden av sporehus hos stedegen mose. Det er også verdt å merke seg at krussigd på Rugsland ikke ble funnet med sporehus, heller ikke i transplantasjonsplotta. På Flatemo var det også en klar tendens til at trøndelagsmaterialet hadde produ-

sert sporehus i plott som ble transplantert i frisk mose, men ikke i plott transplantert i skadd mose. De grønne sporehusa som ble registrert høsten 1991, er et resultat av befruktning våren 1991 (eventuelt høsten 1990), og er derfor ikke et resultat fra trøndelagstilværelsen før transplantasjon i 1989. Det er også påfallende at agdermose transplantert til Trøndelag ikke er observert med sporehus. Både blanksigd og krussigd er særbu med egne hann- og hunnplanter. Disse artene har dverghanner som lever i stengelfilten på hunnplanten. Den sparsomme sporofytt-dannelsen hos agdermaterialet (også i Trøndelag) sammenholdt med at trøndelagsmosen i Agder til dels viser frekvent sporehusproduksjon, kan indikere at hannplanter er sjeldne på agderlokalitetene. Den klare forskjellen mellom Flatemo og Rugsland når det gjelder sporehusproduksjon hos krussigd, kan også indikere at dette har noe med den ulike forurensningsbelastningen å gjøre. Dette forholdet må undersøkes nærmere.

5 Kontroll av fastruter i Agder

5.1 Lokalteter

Det er fastruter over opprinnelig skadd og over opprinnelig uskadd mose. Når mosen dør, vil den etter hvert overdrysses av nålestrø, og etter ei stund kan en ikke uten videre se hvordan skaden har vært før. Det tydelige skadebildet som ble skissert da rutene ble lagt, er blitt mye utvaska. I noen ruter er det vanskelig å rekonstruere det gamle skadebildet uten å se på den opprinnelige skissa.

5.1.1 Lokaltet A-Flatemo (krussigd)

Overvåking av skade (rute A I-V, 0,5 x 0,5 m). Juni: En del regenerering hadde foregått, men det var fortsatt flekker med større skade. Rute A-I var spesielt dårlig.

September: Rute A-I var veldig dårlig, og mye av ruta var langt på veg dekt av nålestrø. Det har skjedd en viss regenerering i de andre rutene.

Uskadd referanse (rute A X-XI, XIII-XV, 1 x 1 m). Juni og september: Rute A-XIV hadde en ny liten skadeflekk. Ellers var det bare ubetydelige forandringer.

5.1.2 Lokaltet C-Rugslund (krussigd)

Overvåking av skade (rute C I-V, 0,5 x 0,5 m). Juni: I rute C-V var det fem middels store nye flekker med bleikskade. På tidligere partier med kraftig skade var mosen delvis død, og over den døde mosen var det algepåvekst. De samme partiene dekkes etter hvert av nålestrø. Rutene ellers var stort sett som før.

September: Rute C-I hadde fått en stor ny skadeflekk av helt død mose. Det kan være en urinerings-skade, for det var mye elgtråkk omkring. I de andre rutene var det små endringer.

Uskadd referanse (rute C X-XII, 1 x 1 m). Juni: Helt friske partier på 1 x 1 m var ikke å finne da disse rutene ble lagt ut, og de hadde derfor opprinnelig en del brune flekker. Nå er disse flekkene stort sett døde. Rute C-X og XI hadde nye skader med helt utbleika mose.

September: De døde skadeflekkene fylles med nålestrø, men ellers ingen nye skader.

5.1.3 Lokaltet D-Gangsei (blanksigd)

Overvåking av skade (rute B I-V, 0,5 x 0,5 m). Juni og september: Det hadde skjedd en del tilvekst i alle rutene, og de gamle skadeflekkene blir mer diffuse etter hvert. Noen ruter hadde nesten ikke spor etter den opprinnelige skaden.

Uskadd referanse (rute B X-XIV, 1 x 1 m). Juni og september: Rutene besto av rene matter av fin og grønn blanksigd; det var ingen nye skader.

Fotoanalyse av svartskade (rute B XXI). Høsten 1990 ble det registrert en ny type skade hos blanksigd i Agder. Denne skadetypen (kalt svartskade) var forskjellig fra den vanlige skadetypen (kalt bleikskade). De to skadetyperne er beskrevet hos Flatberg & Frisvoll (1991). For å følge utvikling av svartskade hos blanksigd i Agder ble det i september 1990 lagt ut 3 fastruter (0,25 x 0,25 m) på lokalitet B-Gangsei, og 1 på lokalitet D-Ruenes (Flatberg & Frisvoll 1991). Hver fastrute var delt i 16 miniruter à 6,25 x 6,25 cm. Hver av disse minirutene ble fotografert.

Tilstanden i september 1991: Figur 8 viser endring hos blanksigd i løpet av ett år. Skadeomfanget hos blanksigd har økt, og blada er blitt markert brunere. Dette er karakteristisk også for bleikskade. I en tidlig fase etter skadeutløsning er blada bleike, men blir markert brunere den påfølgende vekstsesongen. Ny svartskade hos blanksigd ble ikke registrert sommeren 1991.

5.1.4 Lokaltet D-Ruenes (blanksigd)

Overvåking av skade (rute D I-V, 0,5 x 0,5 m). Juni: Rute D I-IV var omtrent som før eller hadde litt gjenvekst. Rute D-V hadde fått en stor ny skade som overlappet med den gamle, delvis gjenvokste skadeflekken.

September: Ingen nye endringer. Gamle skadeflekker var nokså utydelige, og i noen av rutene kunne de ikke vært rekonstruert. De tilgrodde skadepartiene har vært hemma i veksten, og har et lågere relieff enn omkringliggende mose som ikke har vært skadd.

Uskadd referanse (rute D X-XIV, 1 x 1 m). Juni: Det var en del små flekker med ny bleikskade i alle rutene. Tett nedafor rute D-XIV var det en stor bleik skadeflekk.

September: Omtrent samme status. I rute D-XII og XIV var det flekker med begynnende svartskade (se Flatberg & Frisvoll 1991: figur 4).

5.2 Oppsummering

I de fleste fastrutene har det ikke skjedd store endringer. Men mindre forandringer er tydelige:

Overvåking av skade. På alle lokalitetene vokser gamle skadeflekker til igjen, slik at de etter hvert kan være vanskelige å påvise. Der mosen dør, stopper tilveksten, og disse partia blir etter hvert som fordypninger i mosematta. I disse fordypningene skjer det en rask pålagring av strøfall - hovedsakelig nåler, små kvister, lav og delvis kongler. Dette gjør at mosen så å si drukner, og svake forsøk på regenerering kan stoppe opp. På disse flekkene må det skje nyetablering før mosedekket kan bli sammenhengende igjen. Krussigdlokalitetene A-Flatemo og C-Rugsland hadde litt nyskade, og delvis var rutene fortsatt nokså mye skadd. Blanksigdlokalitetene B-Gangsei og D-Ruenes hadde ruter med betydelig gjenvekst. Det synes særlig som Gangsei-lokaliteten tar seg godt igjen, slik at gamle skadeflekker nesten ikke kan gjenfinnes. De sørligste lokalitetene (C-Rugsland med krussigd og D-Ruenes med blanksigd) hadde de største skadene. Her er også tilførselen av forurensning med nedbøren størst.

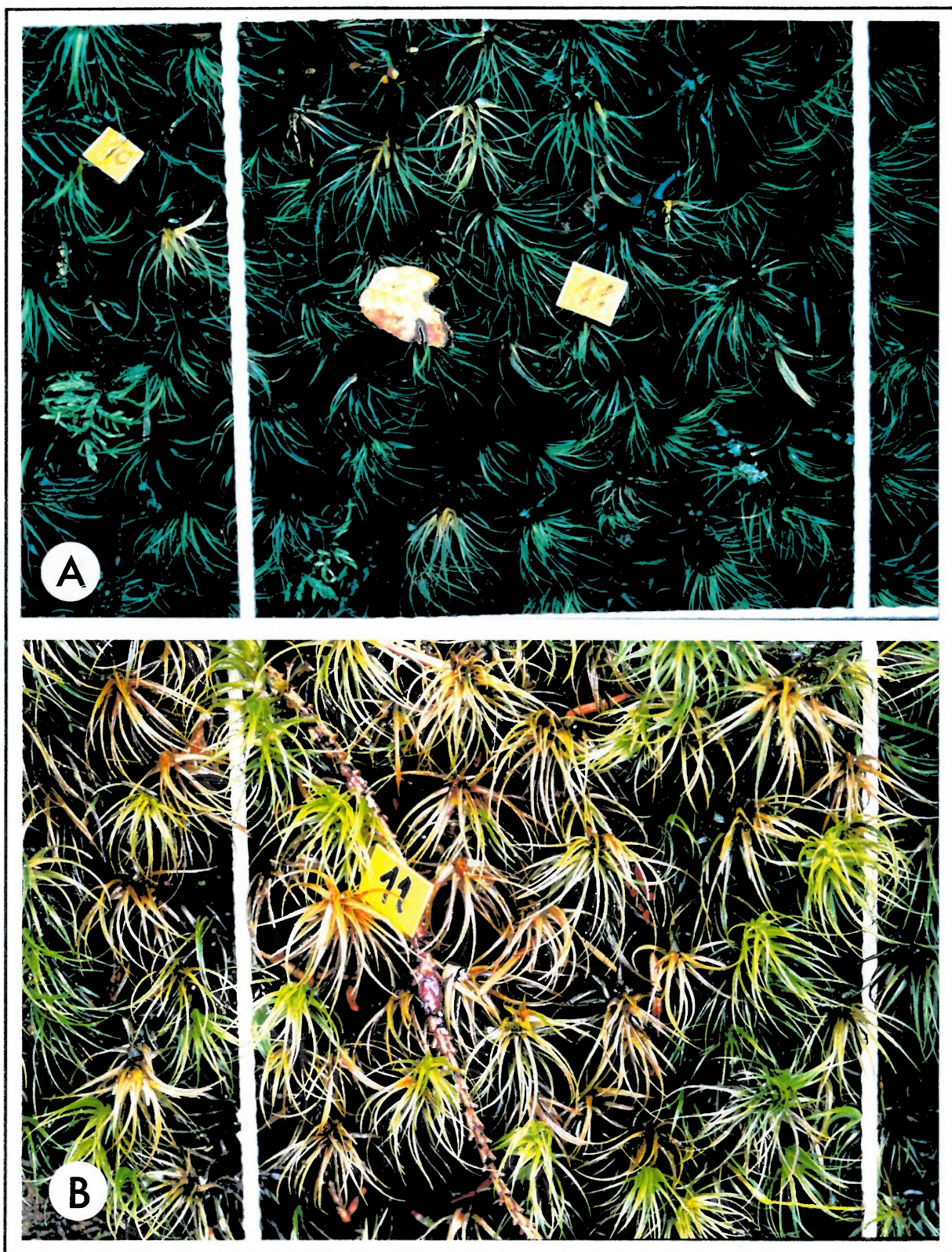
Uskadd referanse. Lokalitetene A-Flatemo og B-Gangsei har bare små endringer som knapt kan tillegges betydning. På de sørligste lokalitetene (C-Rugsland med krussigd og D-Ruenes med blanksigd) er det en del nyskader. Dette er stort sett bleikskade av den typen som var der da forsøka starta.

6 Konsentrering av nedbørsvatn

Dersom det er sammenheng mellom moseskader og skadeutløsende stoffer i nedbøren på Sørlandet, vil det være en hypotese at en økning i mengden av tilført nedbørsvatn pr. arealenhet blanksigdmatte kan føre til initiering av moseskade.

For å teste denne hypotesen ble det 28.06.1991 lagt ut 3 gjennomsluktige plastduker over matter av blanksigd på lokalitet D-Ruenes. Hver duk er ca. 1 x 2 m. Dukene ble lagt ut med lengderetning langs lias helling slik at alt nedbørsvatn som faller på duken renner av i nedre kant. Blanksigd i avrenningssonen nedafor duken mottar derfor betydelig mer nedbørsvatn enn hva som er normalt for arten ellers på lokaliteten.

Tilstand i september 1991: Det ble ikke registrert skader hos blanksigd i avrenningssonen fra plastdukene. Forsøksperioden kan være for kort (i underkant av 3 måneder), og forsøket fortsetter.



Figur 8. Utvikling av svartskade hos blanksigd på lokalitet B-Gangsei, Åmli, Aust-Agder. Minirute 11 (6,25 x 6,25 cm) i fastrute B-XXI. A. 13.09.1990. B. 19.09.1991. Foto: K.I. Flatberg. - Increase in damage in *Dicranum majus* at locality B-Ruenes, Agder, South Norway.

7 Diskusjon

Som vist gjennom transplantasjonsforsøk og andre feltiakttagelser, ble det i september 1990 registrert begynnende nyskader hos blanksigd og krussigd, særlig på lokalitetene lengst i sør (D-Ruenes og S-Rugsland). Disse skadene var vesentlig mer markert i juni 1991 og ennå mer i september samme år. Ved Birkenes målestasjon, som er representativ for begge de nevnte lokalitetene, ble det i juni og oktober 1990 målt våtavsetninger med vesentlig høyere konsentrasjoner av sterk syre (H^+), sulfat og ammonium enn i de andre månedene dette året, og (med unntak av januar og februar) også de høyeste verdiene for nitrat (SFT 1991). Samtidig var disse verdiene vesentlig høyere enn på Treungen målestasjon lenger nord. Videre ble det på NISKs Birkenes-stasjon registrert en ekstrem 'sur' uke i perioden 04-11.06.1990 (pH 3,67 i nedbørsvatn). Ei tilsvarende 'sur' uke opptrådte i oktober (21-28.10) med pH 3,97 (upubliserte data, pers. comm. Dan Aamlid, NISK). Forekomsten av slike spesielle vannkjemiske episoder og nedbørsperioder kan være av avgjørende betydning for initiering av moseskader i Agder, og kan også forklare at det ble registrert betydelig mer nyskade på de sørlige enn nordlige undersøkelseslokalitetene. De spesielle nedbørskjemiske forholdene i juni i Birkenes-området kan ha vært utslagsgivende for den nyskaden som ble registrert høsten 1990, mens oktobernedbøren samme år kan være årsak til det forverra skadebildet som ble registrert på forsommeren 1991.

Den flekkvise opptreden av særlig skadd blanksigd kan indikere en sammenheng mellom utbredelse av skadeflekker og kronedryppvatn. Overvåkingsprogram for skogskader (1991) viser at kronedryppvatn på Birkenes-stasjonen i 1990 i gjennomsnitt inneholdt mer SO_4 -S og var surere enn frittfallende nedbør. Disse resultatene er i overensstemmelse med andre norske undersøkelser (se f.eks. Røsberg 1991, resultater fra Nordmoen). Årsaken til dette forholdet er trolig at en del av nitrogenet som avsettes med nedbøren tas opp av nåler og lav, mens svovelet i langt større grad føres ned med kronedryppvatnet; i syreform vil det være den viktigste årsaken til den lågere pH-en.

Men det er stor variasjon i de nedbørkjemiske data fra NISKs Birkenes-stasjon i 1990, og enkelte uker hadde langt høyere totalt N-innhold i kronedryppvatn enn i frittfallende nedbør. Det gjaldt f. eks. de nevnte ukene 04-11.06 og 21-28.10, der både innhold av ammonium, nitrat og sulfat var betydelig

høyere i kronedryppvatn enn i frittfallende nedbør (upubliserte data, pers. comm. Dan Aamlid, NISK). Forekomsten av episoder med spesielle vannkjemiske forhold er trolig mer utslagsgivende enn gjennomsnittsforshold for å initiere moseskader.

8 Sammendrag

Undersøkelser over moseskader foregår på fire lokaliteter i Agder, med kontrollstudier på fire lokaliteter i Midt-Norge.

Det har vært og er fortsatt til dels store skader på alle lokalitetene i Agder. Et prøvelfelt på 20 x 20 m ble lagt ut på lokalitet D-Ruenes. Hensikten var å kartlegge omfanget av skade på blanksigd. Forekomst og skade på arten ble kartlagt i detalj i et felt på 4 x 4 m og i en profil på 1 x 16 m, tilsammen i 32 m². På dette arealet var det 46 % dekning av blanksigd, og av blanksigddarealet var 16 % skadd. Dersom resultatet overføres på 20 x 20 m feltet (400 m²), ville 184 m² bestå av blanksigd og 29 m² av dette være skadd.

På lokalitetene i Agder er 54 fastruter plassert over både frisk og skadd mose. En kontroll av rutene viser at de opprinnelige skadeflekkene i de fleste rutene er i ferd med å vokse til. Det skjer ved at nyskudd spirer fra nedre levende deler av skadde mosestengler. Men mosene omkring skaden vokser hele tida, og det blir fort ei grop der skade har fått veksten til å stagnere. Raskt skjer da ei pålagring av strøfall som effektivt hindrer videre gjenvekst. Da må det foregå nyetablering eller innvekst fra sidene for at flekken igjen skal bli mosekledd.

Moderate nye skader har oppstått i noen fastruter, særlig i de sørligste, mest forurensa lokalitetene C-Rugsland og D-Ruenes. På lokalitet B-Gangsei er de opprinnelige store skadene nesten borte, og nye skader er i liten grad oppstått.

På lokalitetene i Agder er det 32 transplantasjonsplott fra Trøndelag og 64 interne plott; de er enten av typen frisk mose til frisk mose, frisk til skadd, eller skadd til frisk. I blanksigdplotta ble det nesten ikke registrert nyskader i 1991. Dette sto i motsetning til krussigdplotta hvor det var omfattende nyskader. De største skadene hadde oppstått på lokalitet C-Rugsland.

Stedegen sigdmose er sjelden fertil med sporehus i Agder. Det er derfor påfallende at transplantert trøndersk krussigd og blanksigd var vanlig med sporehus i 1991. Trøndermosen har stått så lenge i Agder nå at befruktingen også må ha skjedd der.

9 Summary

Investigations of damage to moss are taking place at four localities in Agder (locality A-D) and four in Central Norway (locality P-S). There has been and still is rather serious damage at every locality in Agder. A 20 x 20 m plot has been established at D-Ruenes to study the extent of the damage to *Dicranum majus*. The occurrence of the moss and the damage to it were mapped in detail in a 4 x 4 m square and a 1 x 16 m section. *D. majus* covered 46% of this 32 m² area, and 16% of it was damaged. If the cover and damage are identical over the entire 20 x 20 m plot (400 m²), about 184 m² will consist of *D. majus* and 29 m² of this will be damaged.

We have established 54 permanent plots at the localities in Agder, located at sites where there is both healthy and damaged moss. Old damage is now recovering. New shoots are appearing from vital, lower parts of damaged stems. Moss alongside damaged spots grows continuously and a depression soon appears where there is damage and growth has stagnated. Needles and small branches from coniferous trees soon fill the depressions and hinder further growth. The spots that lack moss will presumably be invaded and covered over by new or adjoining moss.

Moderate damage has appeared at some permanent plots, especially in the southernmost and most polluted localities, C-Rugsland (*D. polysetum*) and D-Ruenes (*D. majus*). The old damage has almost disappeared at locality B-Gangsei (*D. majus*).

The localities in Agder contain 32 transplants from Trøndelag and 64 *in situ* transplants where damaged moss has been replaced with undamaged moss. There was scarcely any new damage to *D. majus* plots in 1991, in contrast to *D. polysetum* plots where a great deal of new damage appeared. The greatest amount of new damage was at locality C-Rugsland.

In situ Dicranum rarely produces sporophytes in Agder. It is therefore remarkable that transplanted *D. majus* and *D. polysetum* from Trøndelag were often found to have sporophytes in 1991. The moss from Trøndelag has been so long in Agder (since autumn 1989) that the fertilisation has also taken place there.

10 Litteratur

- Bakken, S. 1991. Klorofyllinnhold og a/b-forhold hos blanksigd (*Dicranum majus*) i Agder og Trøndelag. - I Flatberg, K.I., et al. Moser og luftforurensninger. NINA Oppdragsmelding 69: 20-25.
- 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., et al. Moser og luftforurensninger. NINA Oppdragsmelding 69: 7-19.
- 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.
- Odasz, A.M., Vange, V., Øiesvold, S. & Edvardsen, H. 1991. Nitrate reductase enzyme activity in bryophytes; bioindicator of nitrogen deposition. - I Flatberg, K.I., et al. Moser og luftforurensninger. NINA Oppdragsmelding 69: 26-41.
- Overvåkingsprogram for skogskader 1991. Årsrapport 1990. - Norsk institutt for skogforskning. 47 s.
- Røsberg, I. 1991. Deposisjon av næringsstoff med strø og nedbør i granbestand på Nannestad, Akershus. - Univ. Trondheim Vitensk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1991, 2: 136-155.
- SFT (Statens forurensningstilsyn) 1991. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport 1990. - SFT Rapp. 466/91.
- Winner, W.E. 1988. Responses of bryophytes to air pollution. Lichens, bryophytes and air quality. - Bibl. Lichenol. 30: 141-173.

Naturens tålegrenser

Rapportoversikt

- 1 Nygård, P.H. [1989]. Forurensningers effekt på naturlig vegetasjon; en litteraturstudie. - Norsk institutt for skogforskning (NISK), Ås.

Unummerert Jaworowski, Z. 1989. Pollution of the Norwegian Arctic: a review. - Norsk polarinstitutt (NP) Rapportser. 55.
- 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. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89185.
- 4 Bølviken, B. et al. 1990. Jordforsuringsstatus og forsurningsfølsomhet i naturlig jord i Norge. - Norges geologiske undersøkelse (NGU). Rapp. 90.156.2 b.
- 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. et al. 1992. Forsuring av innsjøer i Sør-Norge -fiskestatus innen geografiske rutenett. - 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.
- 13 Flatberg, K.I., Foss, B., Løken, A. & Saastad, S.M. 1990. Moseskader i barskog. - Direktoratet for naturforvaltning (DN) Notat.
- 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. Ozonforurensning og effekter på vegetasjonen i Norge. - Direktoratet for naturforvaltning (DN) Notat. i trykk.
- 17 Wright, R.F., Stuanes, A.O. & Frogner, T. Critical loads for soils in Norway Nordmoen. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp O-89153.
- 18 Pedersen, H.C., Nygård, T., Myklebust, I. & Sæther, M. 1991. Metallbelastninger i lirype. - 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. 1991. Sammenligning av parametre for å bestemme forsurningsfølsomhet i jord. (NGU). Rapp. 91.265.
- 21 Bølviken, B., Nilsen, R., Romundstad, J. & Wolden, O. 1991. Surhet, forsurningsfølsomhet og lettløselige basekationer i prøver av naturlig jord fra Nord-Trøndelag og sammenligning med tilsvarende data for Sør-Norge. (NGU). Rapp. 91.250.
- 22 Sivertsen, T. et al. 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), Rapp. O-089185,3 (i trykk).
- 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. (in prep.)
- 26 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A. 1992. Undersøklser av skade hos to sigdmoser i Agder. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 134.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

134

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0244-1

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. 07 58 05 00