

Lavdød på Østlandet

Rapport til Direktoratet for naturforvaltning april 2003

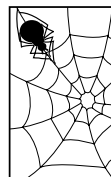
René S. Larsen
Inga E. Bruteig

NINA Oppdragsmelding 790

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 121

Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning
Deltagende institusjoner: NINA



Program for terrestrisk naturovervåking

Program for terrestrisk naturovervåking rettes mot effekter av langtransportert forurensninger og skal følge bestands- og miljøgiftutvikling i dyr og planter. Integrerte studier av nedbør, jord, vegetasjon og fauna, samt landsomfattende representative registreringer inngår. Programmet supplerer andre overvåkingsprogram i Norge når det gjelder terrestrisk miljø.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er at det skal gi grunnlag for bedømming av eventuelle langsiktige forandringer i naturen. Sammen med øvrige program for overvåking av luft, nedbør, vann og skog skal det gi grunnlag for å klarlegge årsakssammenhenger.

Data for overvåkingsprogrammet skal bidra til å dekke forvaltningens behov med hen-syn til å ta administrative avgjørelser (utslippsavtaler, mottiltak, forurensningskontroll). Det skal også gi grunnlag for vurdering av naturens tålegrenser (kritiske konsentrasjons- og belastningsgrenser) for effekter av langtransporterte forurensninger i terrestriske økosystemer.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Direktoratet for naturforvaltning er ansvarlig for gjennomføringen av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institusjoner rettes til Direktoratet for naturforvaltning, 7485 Trondheim, tlf 73 58 05 00.

NINA Norsk institutt for naturforskning

Lavdød på Østlandet

Rapport til Direktoratet for naturforvaltning april 2003

René S. Larsen

Inga E. Bruteig

NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utrednings-prosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra instituttets prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

NINA Temahefte

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes 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

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.

Larsen, R.S. & Bruteig, I.E. 2003. Lavdød på Østlandet. Rapport til Direktoratet for naturforvaltning april 2003. - NINA Oppdragsmelding 790. 18pp.

Trondheim, juni 2003

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1400-8

Rettighetshaver ©:

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Bjørn Åge Tømmerås
NINA

Kopiering: Norservice

Opplag: 25

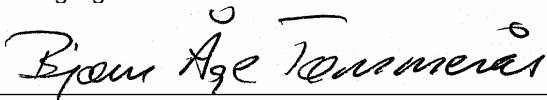
Kontaktadresse:

NINA
Tungasletta 2
N-7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01
<http://www.nina.no>

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 16859000 Lavdød Austlandet

Ansvarlig signatur:



Forskningskoordinator

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Larsen, R. S. og Bruteig, I. E. 2003. Lavdød på Østlandet. Rapport til Direktoratet for naturforvaltning april 2003. 18pp.

I 2001 rapporterte Yngvar Gauslaa ved Landbrukshøgskolen på Ås om omfattande skadar på lav som voks på rikkborkstre (i første rekkje osp, alm og ask) i Ås og store delar av Austlandet elles. Omfattande skadar på epifyttisk lav blir oftast sett i samanheng med forureiningsepisodar, og det vart spekulert på om det kunne ha vore ein sur nedbørsepisode eller anna forureining som var opphav til skadane. Hausten 2000 var uvanleg nedbørsrik i Sør-Noreg, og sjølv med normale konsentrasjonar av forureiningskomponentar i nedbøren vil den totale depositionsjonen av desse stoffa kunne bli høg. Skademønsteret var noko annleis enn det ein vanlegvis ser ved forureiningskkader: Skadeomfanget var størst hos skorpelav og bladlav som veks tiltrykt til underlaget, medan busklav og enkelte større bladlav som står ut frå underlaget viste få teikn til skade. Skadeomfanget var størst ho ein del næringskrevjande artar, så som vanleg messinglav, medan ei rekkje artar som er rekna som kjenslege overfor miljøendringar (til dømes lungenever og strylav) hadde klart seg bra. Det verka som stammeavrenning og kronedrypp har hatt innverknad på skadeomfanget, og at skadene er størst der det har vore mest vatn.

Konklusjonen er at det uvanlege nedbørsmønsteret hausten 2000 har ført til at laven har "drukna" i vatn. Lav er avhengig av tørr/fuktig-syklusar for å kunne overleve, og det er velkjent at lav som blir halde under høg luftfuktigheit i laboratorium døyr etter kort tid. I oktober-desember 2000 var den relative luftfuktigheita stort sett over 90% heile perioden ved Rygge målestasjon i Østfold, og berre tre dagar hadde relativ fuktigheit under 80%. Dette har ført til at laven ikkje har fått tørka ut, særleg ikkje dei artane som sit tett inntil underlaget. Busklavar som står ut frå stammen har betre mulegheit til å tørke ut når luftfuktigheiten går ned, og det er truleg årsaken til at busklavane har klart seg betre. Den totale depositionsjonen av forureiningskomponentar i 2000 var relativ høg, men likevel under nivået for rundt 10 år sidan

Våren 2003 er skadane framleis omfattande til dømes på Ås, men laven er i ferd med å regenerere. Mange trestammar er framleis snaue, men fleire artar regererer frå levande delar av gamle thallus eller reetablerer seg frå diasporar som kan ha kome frå høgare opp i krona eller frå nabotre.

Ekstreme versituasjonar som denne nedbørsperioden på Austlandet hausten 2000 kan bli vanlegare som følgje av klimaendringar. I overvakingssamanheng er det viktig å vere klar over at langvarig nedbør og høg luftfuktigheit kan gje seg utslag i denne typar skader på lav. Denne episoden viser også at det er viktig å sjå på ulike treslag i miljøovervakinga, og at artar som veks på rikkborkstre ofte er meir kjenslege overfor miljøendringar enn artar på bjørk og bartre.

Emneord: lav – klimaeffektar – terrestrisk miljø

Inga E. Bruteig; Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim
E-post: inga.bruteig@nina.no

Forord

Denne rapporten er gjort på oppdrag for Direktoratet for naturforvaltning, som ein del av Program for terrestrisk naturovervaking (TOV).

Takk til Yngvar Gauslaa, Norges landbrukshøgskole, Ås, som først observerte og rapporterte desse skadene på lav som oppstod vinteren 2000/2001, og som velviljug har vist rundt og kome med innspel i samband med dette arbeidet.

Trondheim, juni 2003

Inga E. Bruteig
Prosjektleder

Innhold

Referat.....	3
Forord.....	4
Introduktion.....	5
1 Observasjoner fra Ås Marts 2003.....	5
2 Nedbørens mengde og indhold på Østlandet i 2000:.....	12
3 Teorier:.....	15
4 Diskussion.....	15
4.1 Nedbørsmængde og –hyppighed.....	15
4.2 Nedbørskemi.....	16
4.3 Barkstruktur og –kemi.....	16
4.4 Parasitisme.....	16
4.5 Træet udsender svampehæmmende stoffer.....	16
4.6 Der udløses kemiske stoffer i jorden pga. den store regnmængde.....	17
5 Konklusion.....	17
5.1 Vil laver kunne bruges til monitoring af lignende fremover ?.....	17
5.2 Hvordan kan fremtidig biomonitering inkludere observationer af denne karakter ?	17
5.3 Har det noget med global opvarmning at gøre?.....	17
6 Reference liste:.....	18

Introduktion

I 2001 observerede Yngvar Gauslaa omfattende skader på epifytisk lavvegetation på rigbarkstræer i og omkring Ås efter tre måneder med væsentlig mere nedbør høsten 2000 end området normalt modtager (Gauslaa 2002). Skaderne er ikke jævnt fordelt på alle arter af lav, og syntes ikke at have påvirket mosfloraen. Skaderne har ikke samme mønster som er kendt fra forurening og svampeangreb. Nogle forureningsfølsomme arter lever fint. Skorpelaver og bladlaver er skadet mere end busklaver. Der er ikke tegn på omfattende parasitisme.

1 Observationer fra Ås Marts 2003

- Kun lavflora på rigbarkstræer og eternittag er påvirket
- Kun lavflora på stammerne er påvirket, ikke lavflora i trækroner og grene. Stammenedløb syntes at have en akkumulativ effekt uanset om det er for vandet eller indholdsstoffer i vandet.
- Lavflora på hustag under drypzone af bjørk er også væk. Her er ingen stammenedløb, men muligvis vandholdighed fra mosser, og kvælstofpåvirkning fra eternittag.
- Almindeligt forekommende skorpelaver, og mange bladlaver, især vanlig messinglaver (*Xanthoria parietina*) er forsvundet fra mange steder, eller har stærkt reduceret vitalitet.
- Andre slægter af lav havde også reduceret vitalitet, dog i mindre grad. Dette gælder særlig arter i slekterne rosettlav, dogglav, lindelav og brun rosettlav (*Physcia*, *Physconia*, *Parmelina* og *Phaeophyscia*). Ligeledes var et stort individ af herregårdsdjav (*Pleurosticta acetabulum*) stærkt reduceret i størrelse, men ikke udryddet helt.
- Busklaverne i slekterne ragglav og tjaflav (*Ramalina* og *Evernia*) er ikke påvirket, mens allélav (*Anaptychia ciliaris*), der sidder tættere på barken er delvis påvirket.
- Forureningsfølsomme laver som strylav (*Usnea* spp.) og lungenever (*Lobaria pulmonaria*) er ikke påvirket.
- Mosserne er ikke påvirket
- Skaderne er ligeligt fordelt på alle sider af træerne.

Disse observationer blev foretaget på en tur med Yngvar Gauslaa, der opdagede fænomenet, bor og arbejder i området og har beskrevet det i et nordisk lavtidsskrift (Gauslaa 2002).

Der syntes at være et tydeligt sammenhæng mellem nedbøren og nogle lavers forsvinden, men om det skyldes vandmængden, vandets indholdsstoffer eller følgeefferter som parasitisme fra svampe, stressmotiveret svampehæmmende stoffer der er udskilt fra træerne eller andet vides ikke.

Lavdøden er knyttet til området i lavlandet omkring Oslofjorden.

Lavfloraen på osp er helt forsvundet eller stærkt skadet på deler af Østlandet

Osp fra Ås, Akershus. De lyse pletter på barken er spor fra tidligere lavflora.

Osp i Ås, 24.3.03.

Foto: R.S.Larsen



Osp fra Trondheim, med almindelig veludviklet lavflora af messinglav.

Osp i Trondheim, 17.4.03.

Foto: R.S.Larsen



Detalje fra bark. Spor af lavflora ses. Det er formodentlig skorpelaven *Lecanora chalotera* og bladlaven messinglav (*Xanthoria parietina*), der har vokset på dette træ.

Osp i Ås, 24.3.03.

Foto: R.S.Larsen



Vanlig messinglav tåler meget kvælstof og støv. Den ses ofte i byer. Alt efter skyggeforholdene udvikler messinglaverne mer eller mindre gul farve.

Osp i Trondheim, 17.4.03.

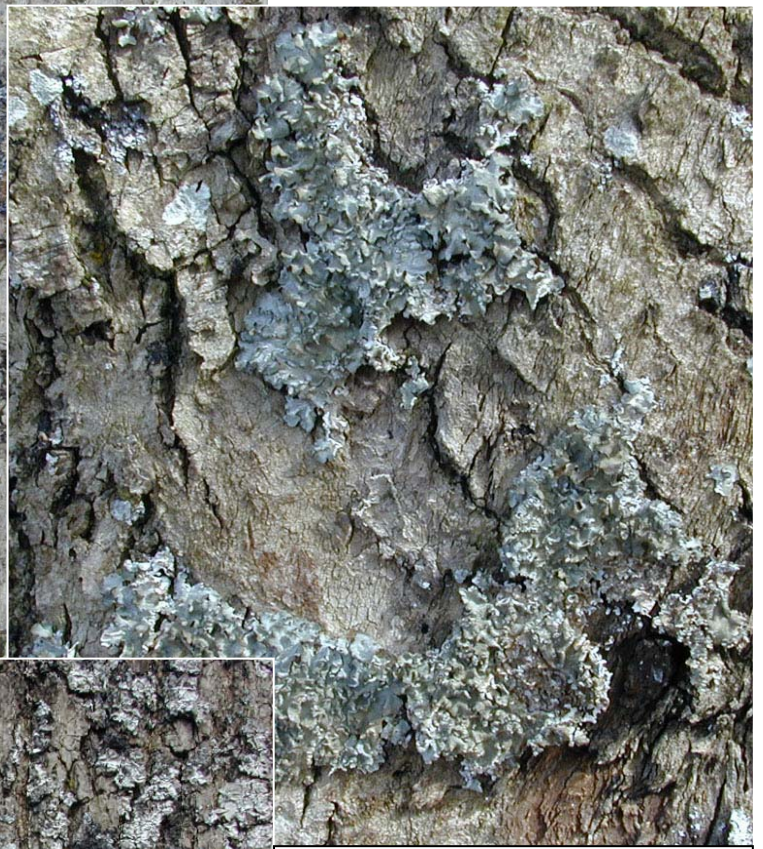
Foto: R.S.Larsen



Reduceret lavflora på rikbarkstræer



Rester af død bristlav (*Parmelia sulcata*) på poppeltræ. De sorte områder er rester af rhizomer: de "rødder" laven hæfter sig til substratet med. Yderst til venstre ses lidt bristlav der lever. Osp nær Ås, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen



Herregårdslav (*Pleurosticta acetabulum*), der tidligere stor og sammenhængende. Nu er kun dele af laven levende, men heldigvis regenererende. Ask på Ås kirkegård, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen



På store dele af træerne i Ås er barken nøgen. Tidligere dækkede lav og mos hartad hele barken. Ask på Ås kirkegård, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen

Laver på træstammerne er mer skadet end laverne der vokser i trækronerne og sidegrene

Disse ospetræ i Østfold var tidligere helt gule af vanlig messinglav (*Xanthoria parietina*).
Osp i Ås, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen



Laverne i trækronerne ser ikke du til at have lidt overlast.
Osp i Ås, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen



På denne osp er bristlaverne på sidegrenen ikke skadet. På stammen ses rester af den gule messinglav, der er under regeneration.
Osp i Ås, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen

Dogglav (*Physconia*) var nogle steder skadet, men ikke alle individer.



Dogglav, hvor den øverste sorte del er død, mens den lysere grå del nederst er levende.
Det orange er vanlig mesinglav. Det meste af laven er væk, men laven vokser igen fra de yderste spidser.
Osp nær Ås, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen

Sund dogglav. Fotograferet i trætoppen af et nyligt fældet træ.
Osp nær Ås, 24.3.03.
Foto: R.S.Larsen



Lave der ikke sidder tæt tiltrykt substratet (busklaver) syntes at være sundere end de laver der gror tæt til substratet (skorpe- og bladlaver).

På træer hvor det meste af lavfloraen er forsvundet sidder stadigvæk fuldt vitale tjafslav (*Evernia prunastri*). Tjafslav liker ikke specielt fugtige forhold. Den er formentlig ikke forsvundet fordi den ikke sidder tæt tilknyttet til træet. Derved har den lettere ved at tørre ud.

Ask på Ås kirke allé, 24.3.03.

Foto: R.S.Larsen



Lungenever (*Lobaria pulmonaria*), er tilpasset høje fugtighedsforhold, men tåler dårligt forurening. Hverken lungenever eller strylav, der også er forureningsfølsom, har ændret vitalitet under eller efter den volsomme nedbør i høsten 2000.

Egekrat nær Ås, 24.3.03

Foto: R.S.Larsen



Vanlig messinglav (*Xanthoria parietina*) kommer igen på Østlandet



Små nye gule messinglaver koloniserer barken af de ospetræer hvor lavfloraen forsvandt i høsten 2000.

Her er det formentlig sporer fra de laver som sidder i trækronerne der har fæstnet sig og nu vokser. Der er altså ikke noget i vejen for væksten af disse laver nu.

Osp i Ås, 24.3.03.

Foto: R.S.Larsen

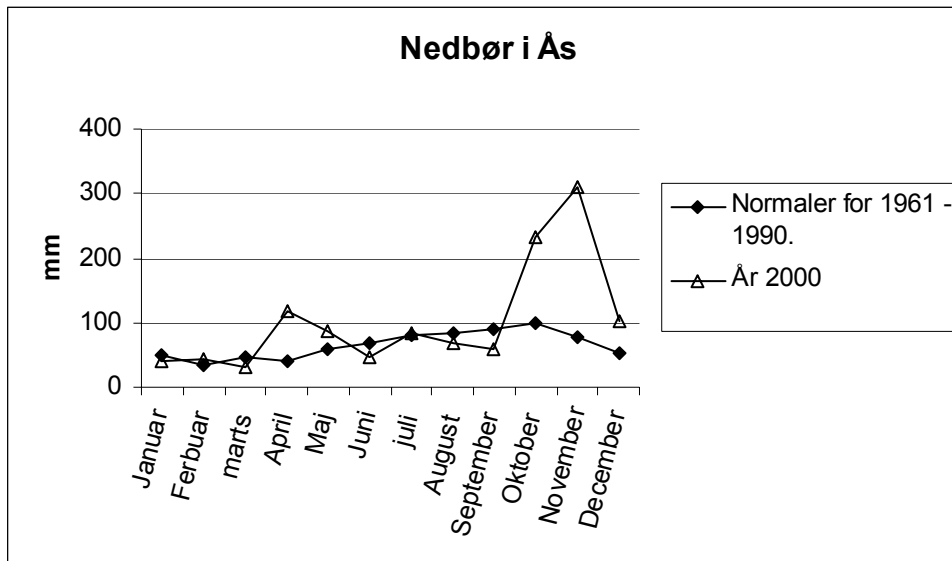
Vanlig messinglav kan regenerere sig fra lobeenderne (de yderste dele af laven). Laver består af svamp og alger. Algerne sørger for fotosyntesen. I de lyse, grålige områder er algerne døde, mens de gule områder af laverne er ny vækst.

Osp i Ås, 24.3.03.

Foto: R.S.Larsen



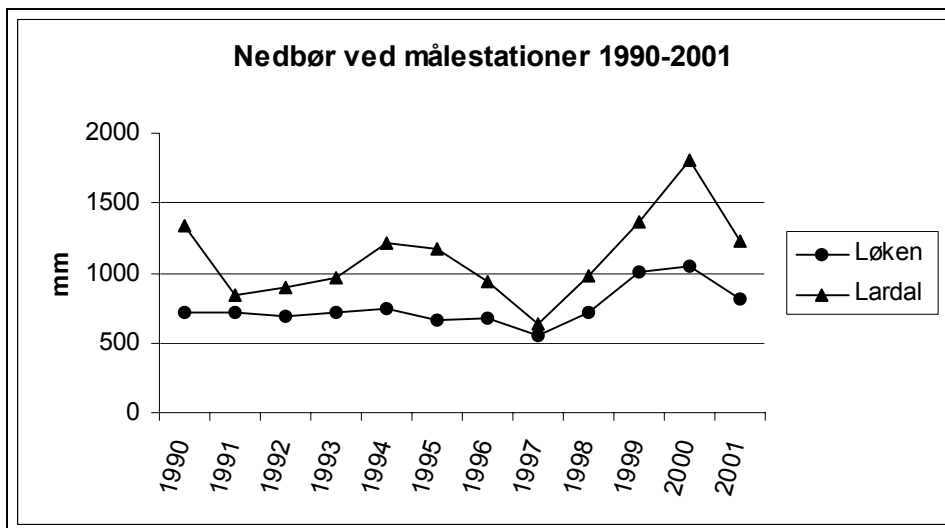
2 Nedbørens mengde og indhold på Østlandet i 2000:



Figur 1. Nedbøren målt på Landbrugshøgskolen i Ås. Figur er baseret på data sendt af Signe Kroken, Institutt for Tekniske fag, NLH i Ås.

Nedbøren i Ås, senhøst 2000 var tre gange normalen målt over 30 år (figur 1). I Oktober til December faldt 646 mm regn, mens normalen for området er 232 mm.

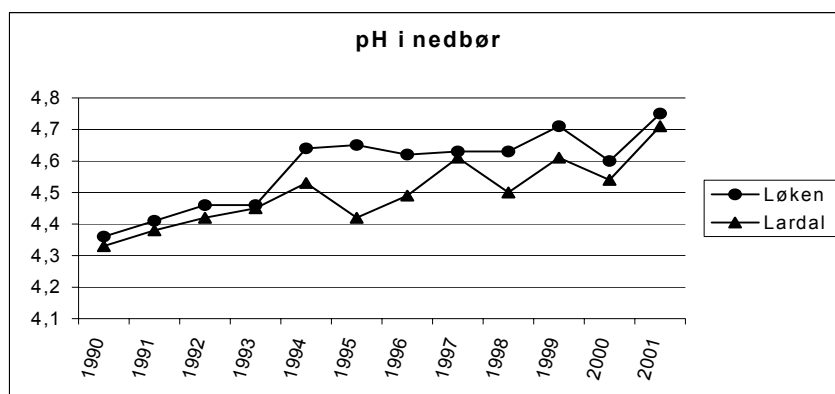
Nærmeste baggrundsstation for hovedkomponenter i nedbør er Løken og Lardal hhv. øst og vest for Oslofjorden. Nedbørsmængderne i 1999 og 2000 var langt højere end normalt for området (figur 2). Specielt var der meget nedbør i sidste del af høsten. I Lardal faldt 454 mm regn i Oktober og November, hvilket svarer til 25% af den rigelige årsnedbør i år 2000 og 40 – 50 % af normal årsnedbør (Tal fra Dalsbø Klimaavdelinga, Meteorologisk institutt, 2003).



Figur 2: Årsnedbør 1990-2001 for Lardal i Vestfold og Løken i Akershus. Grafen er baseret på tal fra Tabel A.1.21 i *Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør* (Aas et al. 2002).

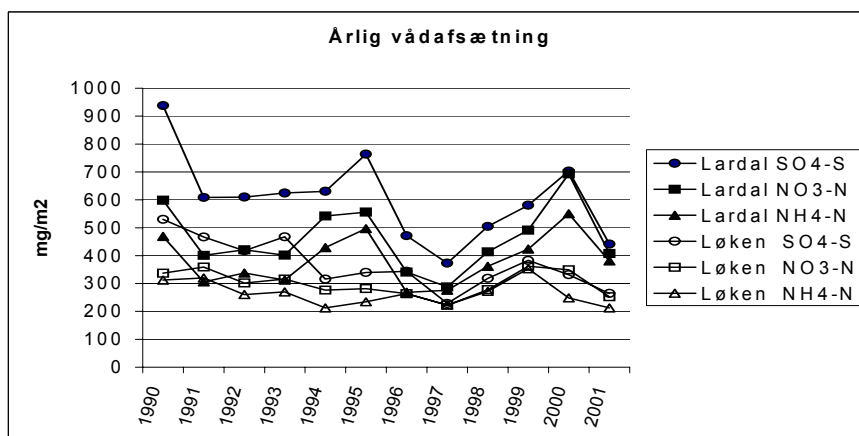
Nedbørens pH i Sørøst-Norge er jævnt stigende (figur 3). Stigningen i nedbørens pH skyldes formentlig nedgang i svovlemission de sidste årtierne. At pH er lille i år 2000 skyldes forment-

lig en fortynding af regnens indholdsstoffer generelt. Dog vil epifytiske laver placeret i stam-
menedløb måske opleve det anderledes hvis opkoncentration af stofferne finder sted.



Figur 3: pH i nedbør for Lardal i Vestfold og Løken i Akershus. Grafen er baseret på tal fra Tabel A.1.21 i Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør (Aas et al. 2002).

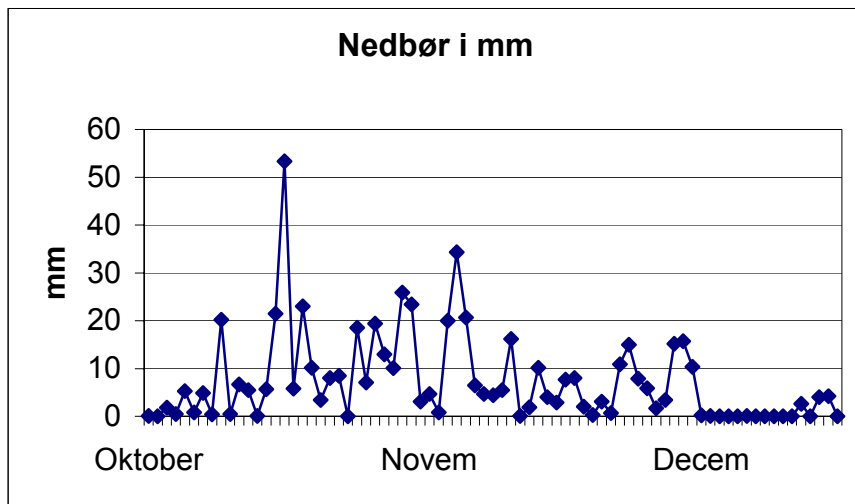
Den årlige vådafsætning af svovl og kvælstof følger regnen, og viser at der har været ekstra store påvirkninger på laverne i 1999 og 2000 (figur 4). Dog ikke mere påvirkninger end der har været for bare få år tilbage.



Figur 4: Årlig vådafsætning for Lardal i Vestfold og Løken i Akershus. Grafen er baseret på tal fra Tabel A.1.21 i Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør (Aas et al. 2002).

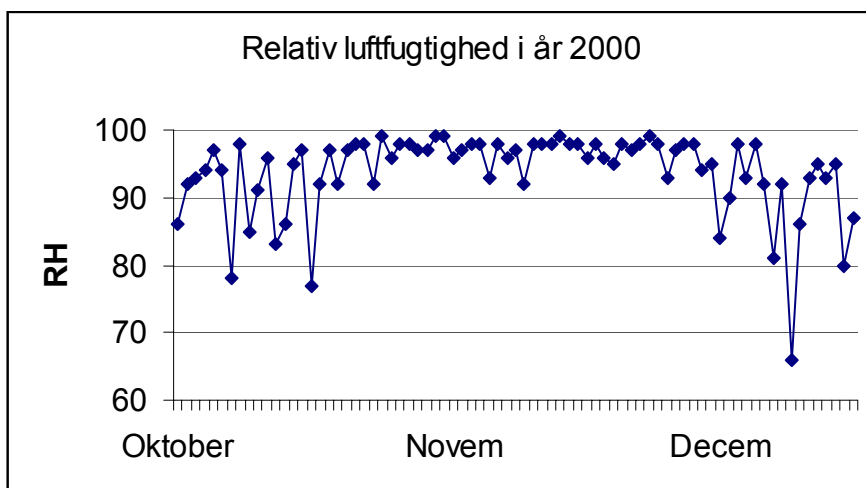
Tabel 1: Nedbøren målt på Rygge målestasjon i Østfold, 35 km syd for Ås. Baseret på data indhentet fra Meteorologisk instituts hjemmeside <http://met.no>.

Nedbør i år 2000			
	mm regn	% af normalen	Dage med regn
Oktober	235	222%	28
November	316	364%	29
December	119	189%	21



Figur 5. Nedbør i Oktober, November og December år 2000, målt på Rygge målestasjon i Østfold, 35 km syd for Ås. Baseret på data indhentet fra Meteorologisk instituts hjemmeside <http://met.no>

Tabel 1 viser at der er målt usædvanligt meget nedbør i den sidste del af år 2000 i østlandet. Nedbøren var ret konstant fra slutningen af Oktober til midten af December (figur 5). Selv de få dage uden nedbør er den relative fugtighed i luften meget høj (figur 6).



Figur 6. Relativ fugtighed i Oktober, November og December år 2000, målt på Rygge målestasjon i Østfold, 35 km syd for Ås. Information hentet fra Meteorologisk instituts hjemmeside <http://met.no>

Tabel 2: Nedbør og afsætning i Lardal og Løken for Oktober og November 2000 i % af året. (Kilde: Aas et al. 2001)

Målestasjon		Lardal	Løken
Nedbør	millimeter	49%	39%
SO ₂	mg S/m ³	43%	18%
Nitrat	mg N/m ³	49%	37%
Ammonium	mg N/m ³	53%	33%
H ⁺	µekv/m ²	53%	46%

Nedbøren var usædvanlig stor i år 2000, og ligeledes vådafsætningen af svovl og kvælstof. Derudover faldt halvdelen af nedbøren og de vådafsatte stoffer i bare to måneder af året ved Lardal målestasjon (Tabel 2).

3 Teorier:

1. Laverne er "kvalt" af vand
2. Nedbør indeholder for meget svovl, kvælstof eller miljøfremmede stoffer
3. Barkstruktur og kemi i samspil med de ovennævnte
4. Fugt induceret parasit, der dræber laverne.
5. Forsvarsmekanisme fra træer, der udskiller fungicider under stress?
6. Kemiske stoffer, der løsnes fra jorden og suges op af rødderne og skilles ud af træerne?

4 Diskussion

Fordelingen af lavskaderne på træerne hvor laverne på stammerne er mere skadet end laver på grene og i trækronen indikerer at skaderne er påvirket af gren- og stammenedløb. Fordelingen af skadet lav viser dog ikke om det er vandmængden, eller forskellige tørdeponerede stoffer på træerne, der opsamles og løber ned over laverne på stammerne.

4.1 Nedbørsmængde og –hyppighed

Forskellige laver har forskellige ønsker til deres omgivelser, også i forhold til fugtighedsforhold. Wirth (1991) har forsøgt at beskrive hvilke omgivelsesparametre de enkelte laver foretrækker efter Ellenbergs index. Afsnittet om vand er med overlæg ikke kaldt "regn" men "fugt" idet fugt er bedre vandkilde for laver end regn. De laver der har lidt mest skade (vanlig messinglav *Xanthoria parietina*, skorpelaven *Lecanora cf. chlorotera* og nogle rosetlaver *Physcia spp.*) er typisk tørketolerante. De uskadte ragglaverne (*Ramalina spp.*), piggestry (*Usnea subfloridana*) og især lungenever (*Lobaria pulmonaria*) lever helst under lidt fugtigere forhold. Busklaven bleiktjafs (*Evernia prunastri*), der ikke syntes at ændret vitalitetsstatus har samme index værdi i Ellenbergs skala for fugt, som de skadede laver. At bleiktjafs ikke har taget skade kan skyldes at den er en busklav, der altså ikke sidder tæt inde på substratet, og er dermed mindre påvirket af de påvirkninger der er fra gren- og stammenedløb. At laver der ikke er så påvirket af gren- og stammenedløb pga. deres strukturelle fordel ved ikke at være i bestandig kontakt med underlaget giver dog ingen information om lavernes forsvinden skyldes vandet alene, eller kemiske forhold i vandet.

Fuktighet er regnet for at være den vigtigste faktoren for lavernes vekst (Ahmadjian 1993). Harris & Kershaw (1971) fant at sykluser som vekslet mellom tørr og fuktig tilstand og mellom lys og mørke, var nødvendig for lavvekst. Ved konstant fukt vil algekomponenten i laven dø som følge av at soppkomponentens respirasjon blir stimulert og fotosynteseprodukterne blir ført bort fra algerne. Konstant fugt er også vist at hæmme lavernes gasdiffusion (Lange & Green 1996, Lange et al. 1997, Lange et al. 1996). En veksling mellom tørr og fuktig status er også nødvendig for at få laver til at vokse i laboratorier, og laver som blir holdt konstant fuktige vil raskt dø (Farrar 1976a, b). Hos vanlig messinglav (*Xanthoria parietina*) er der fundet hygrofob vægoverflade på svampehyferne for at opretholde gasdiffusionen (Scherrer et al. 2000).

Meteorologisk data viser at der var usædvanligt meget nedbør i år 2000 (figur 1). Fordelingen af nedbør over året viser også at de sidste måneder af år 2000 modtog usædvanlig meget nedbør (figur 1, tabel 1). Selvom der har været dage uden nedbør i den regnfyldte periode (figur 5), så er den relative fugtighed ikke faldet til et niveau hvor laverne forventes at kunne tørre ud (figur 6), og dermed respirere.

Forsøg har vist at vanlig messinglav (*Xanthoria parietina*) klarer stress bedre under tørkeperioder end i fugtig tilstand (Honegger 1995). Et enkelt opstillet forsøg med konstant vanding af laver med rent vand i et par måneder ville klarlægge om (og hvilke) laver der kan klare det.

4.2 Nedbørskemi

Nedbørens pH i sørøst-Norge har været jævnt stigende de sidste 10 år (figur 3). Det skyldes formentlig faldet i svovlemissionen. Da netop vanlig messinglav (*Xanthoria parietina*) tåler høj pH (van Dobben & ter Braak 1999) og er blandt de laver der har lidt størst skade er der ingen grund til at tro en pH-øgning i nedbøren skulle være skadelig.

Den årlige vådafsætning af svovl er jævnt faldende i sørøst-Norge (figur 4). Stigningen i år 2000 skyldes den store regnmængde. Dog overstiger niveauet for svovlafsætningen ikke niveauet for 10 år siden. Der er ingen grund til at tro svovlafsætningen alene kan forårsage lavdøden. Især ikke fordi de svovl-følsomme arter lungenever (*Lobaria pulmonaria*) og strylaver (*Usnea* spp.), der lever i området ikke har taget skade.

Kvælstof afsætningen (NO₃-N, NH₄-N) afveg ikke så meget at det skulle påvirke epifytfloraen i nævneværdig grad (figur 4). Det er heller ikke de nitrogen følsomme arter der er forsvundet. Vanlig messinglav hører til blandt de mest nitrogen elskende laver (van Dobben & ter Braak 1999). Det er dog svært at adskille nitrogenpåvirkninger fra påvirkninger af øget pH (van Herk 2001).

De forureningsfølsomme laver lungenever (*Lobaria pulmonaria*) og strylaver (*Usnea* spp.) trives som de plejer i området. Det er tegn på at der ikke er har været en forureningsepisode.

4.3 Barkstruktur og –kemi

- Laver på "rigbarkstræerne" osp, alm og ask (*Populus*, *Ulmus* og *Fraxinus*) var mere skadet end laver på træer med mere fattig bark, som bjørk, or, eik, rogn og bartræer (*Betula*, *Alnus*, *Quercus*, *Sorbus*, *Pinus* og *Picea*).
- Barkstrukturen og kapacitet til at holde vand syntes ikke at vise et mønster.
- Der syntes ikke at være direkte sammenhæng mellem hvilke træers lavflora der var skadet og barkens hårdheds- og glathedegrad. Og dermed hvor hurtigt vandet løber væk og hvor meget af vandet der suges op af barken, og som derved bevarer en høj fugtighedsgrad i længere tid.
- Asketræerne på Ås kirke allé var gamle, og barken var meget blød, med en stor vandholdningskapacitet. Dog var de områder af ospetræerne, hvor lavfloraen var forsvundet hovedsagelig glat bark, hvor vandet vil løbe af hurtigt.
- Det faktum at alt vanlig messinglav (*Xanthoria parietina*) er forsvundet fra et eternittag (basisk substrat) syntes at kunne understøtte at laver på "rige" substrater er mere påvirkede, men der er ikke tale om at træerne har aktiv del i eventuelle kemiske årsager til lavernes forsvinden.

4.4 Parasitisme

Nærmere eftersyn af laverne i mikroskop indikerer ikke at skaderne er forårsaget af parasitisme.

4.5 Træet udsender svampehæmmende stoffer

Lavdøden på hustaget var formodentligt ikke forårsaget af udsendte svampehæmmende stoffer. De svampehæmmende stoffer skulle også være artsspecifikke idet ikke alle laver er lige ramte af episoden, hvilket syntes usandsynligt, da svampehæmmende stoffer sandsynligvis ville være generelle i stedet for specifikke, idet de vil være beregnet på vednedbrydere og ikke laver.

4.6 Der udløses kemiske stoffer i jorden pga. den store regnmængde.

Tre måneder syntes som relativt kort tid for udløsning og transport af kemiske stoffer fra jorden og op gennem træerne. Lavdøden på eternittag modsætter sig denne teori, såvel som at træerne skulle udsende svampehæmmende stoffer.

5 Konklusion

Det er sandsynligvis selve mængden og hyppigheden af regn, der har forårsaget den omfattende lavdød på Østlandet. Der er ikke tegn på at parasitisme eller kemiske forhold har haft direkte indflydelse, selvom laver på basisk substrat er mest skadet.

5.1 Vil laver kunne bruges til monitorering af lignende fremover?

Ja. Det er oplagt at følge lavernes regionale udbredelsesmønstre, og koble lignende større ændringer af lavfloraen til nedbørsforhold.

5.2 Hvordan kan fremtidig biomonitering inkludere observationer af denne karakter ?

Ved at se på flere træarter. Det er sandsynlig at arter som vokser på rikere træslag er mere ømfindtlige for miljøændringer end fattigbarksarter (arter som f. ex. vokser på bartær og bjørk). Måske mindre intensivt. Inkludere generelle observationer / beskrivelser af almindelige arter på rigbarkstræer. Problemet er at systematiske observationer vil være omfattende og sandsynligvis lidet givende. Det mest kosteffektive er at gennemgå nedbørsinformationer og derefter undersøge områder med ekstrem nedbør. Det er dog et problem at der derved ikke bliver sammenligningsgrundlag med lavflora før kraftigt regnvejr.

5.3 Har det noget med global opvarmning at gøre?

Når en veletableret lavflora forsvinder, er det et tegn på at noget usædvanligt er sket. Denne undersøgelse kan kun sige noget om skaderne efter en usædvanlig voldsom nedbørsperiode, ikke hvad årsagerne til den øgede nedbør er. Ustabilt klima med blandt andet ekstreme nedbørssituationer som den i sørøst-Norge i høst 2000 er hvad klimaforskere har forudsagt vil være konsekvenserne af øget global opvarmning.

Det er sandsynligt at lignende episoder er sket også tidligere, men ikke rapporteret, idet det er almindelige og forureningstålsomme laver der er forsvundet.

6 Reference liste:

- Ahmadjian, V. 1993. The lichen symbiosis. - Wiley, New York.
- Farrar, J. F. 1976a. Ecological physiology of the lichen *Hypogymnia physodes*: 1. Some effects of constant water saturation. - *New Phytologist* 77: 93-103.
- Farrar, J. F. 1976b. Ecological physiology of the lichen *Hypogymnia physodes*: 2. Effects of wetting and drying cycles and concept of physiological buffering. - *New Phytologist* 77: 105-113.
- Gauslaa, Y. 2002. Die back of epiphytic lichens in SE Norway – can it be caused by high rainfall in late autumn? - *Graphis Scripta* 13: 33-35.
- Harris, G. P. & Kershaw, K. A. 1971. Thallus growth and distribution of stored metabolites in phycobionts of the lichens *Parmelia sulcata* and *P. physodes*. - *Canadian Journal of Botany* 49: 1367-1372.
- Honegger, R. 1995. Experimental studies with foliose macrolichens: Fungal responses to spatial disturbance at the organismic level and to spatial problems at the cellular level during drought stress events. - *Canadian Journal of Botany* 73 Supplement 1: 569-578.
- Lange, O. L. & Green, T. G. A. 1996. High thallus water content severely limits photosynthetic carbon gain of central European epilithic lichens under natural conditions. - *Oecologia* 108: 13-20.
- Lange, O. L., Green, T. G. A., Reichenberger, H., Hesbacher, S. & Proksch, P. 1997. Do secondary substances in the thallus of a lichen promote CO₂ diffusion and prevent depression of net photosynthesis at high water content? - *Oecologia* 112: 1-3.
- Lange, O. L., Green, T. G. A., Reichenberger, H. & Meyer, A. 1996. Photosynthetic depression at high thallus water contents in lichens: Concurrent use of gas exchange and fluorescence techniques with a cyanobacterial and a green algal *Peltigera* species. - *Botanica Acta* 109: 43-50.
- Scherrer, S., De Vries, O. M. H., Dudler, R., Wessels, J. G. H. & Honegger, R. 2000. Interfacial self-assembly of fungal hydrophobins of the lichen-forming ascomycetes *Xanthoria parietina* and *X-ectaneoides*. - *Fungal Genetics and Biology* 30: 81-93.
- van Dobben, H. F. & ter Braak, C. J. F. 1999. Ranking of epiphytic lichens sensitivity to air pollution using survey data: a comparison of indicator scales. - *The Lichenologist* 31: 27-39.
- van Herk, C. M. 2001. Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. - *Lichenologist* 33: 415-441.
- Wirth, V. 1991. Ziegerwerthe von flechten. - I Ellenberg, H., Weber, H. E., Dull, R., Wirth, V. & Ulissen, D., red. *Scripta Geobotanica*. Erich Goltze K. G., Gottingen. S. 215-237.
- Aas, W., Tørseth, K., Solberg, S., Berg, T., Manø, S. & Yttri, K. E. 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: atmosfærisk tilførsel, 2000. NILU OR 34/2001. - Norsk institutt for luftforskning, Kjeller.
- Aas, W., Tørseth, K., Solberg, S., Berg, T., Manø, S. & Yttri, K. E. 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: atmosfærisk tilførsel, 2001. NILU OR 21/2002. - Norsk institutt for luftforskning, Kjeller.

Rapporter utgitt innen Program for terrestrisk naturovervåking (TOV)

- * Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. DN-rapport 8-1989: 1-98.
1. Fremstad, E. (red.). 1989. Terrestrisk naturovervåking. Rapport fra nordisk fagmøte 13.- 14.11. 1989. NINA Notat 2: 1-98.
 2. Holten, J.I., Kålås, J.A. & Skogland, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Forslag til overvåking av vegetasjon og fauna. NINA Oppdragsmelding 24:1-49.
 3. Heggberget, T. M. & Langvatn, R. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Bruk av fallvilt i miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 28: 1-21.
 4. Alterskjær, K., Flatberg, K.I., Fremstad, E., Kvam, T. & Solem, J.O. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Etablering og drift av en miljøprøve-bank. NINA Oppdragsmelding 25: 1- 31.
 5. Sandvik, J. & Axelsen, T. 1992. Bestandsovervåking av trekkfugl ved fangst og trekktegninger. Belyst ved materiale innsamlet ved Jomfruland Fuglestasjon og Mølen Ornitologiske Stasjon. Naturundersøkelser A.S., (stensil): 1-168.
 6. Nygård, T. 1990. Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge. Et forslag til landsomfattende overvåking. NINA Utredning 21: 1-34.
 7. Kålås, J.A., Fiske, P. & Pedersen, H.C. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgiftbelastninger i dyr. NINA Oppdragsmelding 37: 1-15.
 8. Hilmo, O. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Børgefjell 1990. DN-notat 1991- 4: 1-38.
 9. Nybø, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. DN-notat 1991- 9: 1-62.
 10. Hilmo, O. & Wang, R. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell - 1990. DN-notat 1991- 6: 1-50.
 11. Johnsen, P. 1991. Maur i skogovervåking: Økologi og metoder. Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. (stensil): 1-14.
 12. Bruteig, I.E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende lavkartlegging på furu 1990. DN-notat 1991-8: 1-35.
 13. Frogner, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordforeringsstatus 1990. Norsk Institutt for Skogforskning (stensil):1-28.
 14. Jenssen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning (stensil): 1-20.
 15. Brattbakk, I., Høyland, K., Halvorsen Økland, R., Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990 i Børgefjell og Solhomfjell. NINA Oppdragsmelding 91: 1-90.
 16. Frisvoll, A. A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 80: 1-19.
 17. Strand, O. & Skogland, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling for overvåking av fjellrev. (stensil).
 18. Spidsø, T.K. & Pedersen, H.C. 1991. Bestands- og reproduksjonsovervåking av hare. NINA Oppdragsmelding 62: 1-15.
 19. Bruteig, I.E. 1990. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på furu, Manual. Universitetet i Trondheim, AVH, Botanisk institutt, (stensil): 1-17.
 20. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell og Solhomfjell, 1990. NINA Oppdragsmelding 85: 1-41.
 21. Løken, A. 1990. Terrestrisk naturovervåking . Moser- en kjemisk analyse. Universitetet i Trondheim, inst. for org. kjemi, NTH og botanisk avd. Vitenskapsmuseet, (stensil).
 22. Joranger, E. & Røyset, O. 1991. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbør og nedbørkjemi i referanseområder Børgefjell og Solhomfjell 1990. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 31/91: 1-21.
 23. Kvamme, H. 1991. Rapport for forprosjekt "Undersøkelse av stammelav på fjellbjørk". Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, (stensil).
 24. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodemanual, smågnagere og fugl. NINA Oppdragsmelding 75: 1-36.
 25. Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. NINA Oppdragsmelding 42: 1-35.
 26. Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. NINA Oppdragsmelding 83: 1-26.
 27. Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation-environment relationships of boreal coniferous forest in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. Sommerfeltia, 16: 1 - 254. Oslo.
 28. Skåre, J.U. & Fø Reid, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Organiske miljøgifter i hare og orrfugl. Fellesavdelingen for farmakologi og toksikologi, Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole, (stensil):1-10.
 29. Nybø, S. 1992. Terrestrisk naturovervåkingsprogram. Sammen- drag av resultater fra 1990. DN-rapport 1992-3: 1-30.
 29. Jenssen, A. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1991. Rapp. Skogforsk 9/92: 1-25.
 30. Joranger, E. & Røyset, O. 1992. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Børgefjell, Solhomfjell, Lund og Åmotsdalen 1990-91. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR: 58/92: 1-54.
 31. Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Åmotsdalen og Lund 1991. DN-notat 1992-3: 1-73.
 32. Kålås, J.A., Framstad, E., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell, Åmotsdalen, Solhomfjell og Lund, 1991. NINA Oppdrags- melding 132: 1-38.

33. Brattbakk, I., Gaare, E., Fremstad Hansen, K. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og Lund 1991. NINA Oppdragsmelding 131: 1-66.
34. Bruteig, I.E. & Øien, D-I. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på fjellbjørk. Manual. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim, (stensil): 1-27.
35. Wegener, C., Hansen, M. & Bryhn Jacobsen, L. 1992. Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. Norsk Polarinstittutt. Meddelelser nr. 121: 1-54.
36. Kålås, J.A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge. NINA Oppdragsmelding 137: 1-72.
37. Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1992. NINA Oppdragsmelding 148: 1-23.
38. Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. ALLFORSK, AVH: 1-50.
39. Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Møsvatn-Austfjell. NINA Oppdragsmelding 209: 1-33.
40. Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmotsdalen, Møsvatn-Austfjell, Lund og Solhomfjell, 1992. NINA Oppdragsmelding 221: 1-38.
41. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfolk. NINA Oppdragsmelding 232: 1-24.
42. Tørseth, K. & Røyset, O. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Ualand, Solhomfjell, Møsvatn, Åmotsdalen og Børgefjell, 1992. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 13/93: 1-64.
43. Jensen, A. & Frogner, T. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1992. Rapp. Skogforsk 12/93: 1-21.
44. Gaare, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Radiocesiummålinger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-Rondane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding 230:
45. Hannisdal, A. & Myklebust, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Sammendrag av resultater fra 1990 - 1992. DN-rapport 1994 - 6: 1-76.
46. Bruteig, I.E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Epifyttisk lav på bjørk - landsomfattende kartlegging 1992. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim: 1-42.
47. Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Akkumulering av metaller i hjortedyr. NINA Utredning 58: 1-45.
48. Økland, R.H. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i granskog i referanseområdet Solhomfjell, 1993. DN-utredning 1994 - 5: 1-42.
49. Tørseth, K. & Røstad, A. 1994. Overvåking av nedbørkjemi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1993. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 25/94: 1-78.
50. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Miljøgifter i dvergfolk i Norge. NINA Forskningsrapport 56: 1-33.
51. Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.
52. Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 286: 1-82.
53. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1993. NINA Oppdragsmelding 296: 1-47.
54. Wang, R. & Bruteig, I.E. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Gutulia og Dividal. ALLFORSK Rapport 1: 1-51.
55. Gaare, E. 1994. Overvåking av 137 Cs i TOV-områdene Dividal, Børgefjell, Dovre/Rondane, Gutulia og Solhomfjell sommeren 1993. NINA Oppdragsmelding 300: 1-29.
56. Berg, I.A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1993. Rapp. Skogforsk 17/94: 1-17.
57. Jacobsen, L.B. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i overvåkingsområdet ved Kongsfjorden, Svalbard 1994. Norsk Polarinstittutt. Rapport nr 87: 1-29.
58. Tørseth, K. & Johnsrud, M. 1994. Program for terrestrisk naturovervåking. Tilførsler til Gutulia og Dividalen og representativitet av nærliggende NILU stasjoner. Norsk institutt for luftforskning, NILU TR 17/94: 1-38.
59. Strand, O., Espelien, I.E. & Skogland, T. 1995. Metaller og radioaktivitet i villrein fra Rondane. NINA fagrapport 05: 1-40.
60. Berg, I.A. 1995. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1994. Rapp. Skogforsk 8/95: 1-12.
61. Tørseth, K. & Hermansen, O. 1995. Overvåking av nedbørkjemi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1994. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 33/95: 1-53.
62. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1995. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1994. NINA Oppdragsmelding 367: 1-52.
63. Nygård, T. 1995. Tungmetaller i fjær fra dvergfolk i Norge. NINA Oppdragsmelding 373: 1-18.
64. Espelien, I. 1995. Undersøkelse av metaller i reinsdyr fra Troms og Finnmark. NINA Oppdragsmelding 442: 1-13.
65. Bruteig, I.E. og Wang, R. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell og Børgefjell 1995. ALLFORSK Rapport 7: 1-42.
66. Eilertsen, O. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 408: 1-84
67. Tørseth, K. 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1995. SFT rapport nr. 663/96: 1-189.

68. Berg, I.A. 1996. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1995. Rapp. Skogforsk 12/96: 1-23.
69. Kålås, J.A.(red).1996. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smånagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1995. NINA Oppdragsmelding 429: 1-36.
70. Sjøbakk, T.E. & Steinnes, E. 1997. Forekomst av tungmetaller i jordprofiler fra overvåkingsflater i ulike deler av Norge. DN-utredning 1997-3: 1-29.
71. Strand, O., Severinsen, T. & Espelien, I. 1997. Metaller og radioaktivitet i fjellrev. NINA Oppdragsmelding 560: 1-x.
72. Direktoratet for naturforvaltning. 1997. Natur i endring. Program for terrestrisk naturovervåking 1990-95. DN-Rapport Trondheim: 1-160.
73. Kålås, J.A.(red).1997. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smånagere og fugl i TOV-områdene, 1996. NINA Oppdragsmelding 484: 1-37.
74. Berg, I.A. & Aamlid, D. 1996. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann - Årsrapport 1996. Rapp. Skogforsk 4/97: 1-21.
75. Tørseth, K., Manø, S. & Pacyna, J.M. 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1996. SFT rapport. 703/97: 1-205.
76. Bruteig, I.E. & Øien, D.I. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttisk lav på bjørk 1997. Manual. ALLFORSK Rapport 8: 1-22.
77. Kålås, J.A. & Øyan, H.S. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96. NINA Oppdragsmelding 491: 1-22.
78. Økland, R.H. 1997. Reanalyse av permanente prøveflater i barskog i overvåkingsområdet Solhomfjell 1995. Bot. Hage Mus. Univ. Oslo Rapp. 2: 1-35..
79. Severinsen, T. 1997. Terrestrisk naturovervåking - Metaller i rype fra Svalbard. Norsk Polarinstitutt. Rapportserie. Nr. xx (under utarbeiding).
80. Gaare, E. & Wilmann, B. 1997. Skyldes død lav i Nordfjella villreinområde klima eller forurensning? NINA Oppdragsmelding 504: 1-13.
81. Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Åmotsdalen og Lund 1996. ALLFORSK Rapport 9: 1-40.
82. Gaare, E. & Strand, O. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av 137Cs i Dovre/Rondane i perioden 1994-1996. NINA Oppdragsmelding 535: 1-13.
83. Kålås, J.A. (red.). 1998. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, Hare, smånagere og fugl i TOV-områdene, 1997. NINA Oppdragsmelding 547: 1-42.
84. Bruteig, I.E. & Holien, H. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Møsvatn 1997. ALLFORSK Rapport 10: 1-34.
85. Berg, I.A. & Aamlid, D. 1998. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann - Årsrapport 1997. Rapp. Skogforsk. x/98: 1-zz (under utarbeiding).
86. Lükewille, A., Tørseth, K. & Manø, S. 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1997. SFT rapport 736/98: 1- 181.
87. Amundsen, C.E., Inghe, O., Knutzen, J. & Laursen, K. 1998. Evaluering av Program for terrestrisk naturovervåking (TOV). Utredning for DN 1998-2: 1-36.
88. Pedersen, H.C. 2000. Accumulation of heavy metals in circumpolar willow ptarmigan populations. NINA Oppdragsmelding 660x: 1-zz. NINA Oppdragsmelding 646: 1-zz.
89. Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Vekstrate hos vanleg kvistlav 1993-1997. - ALLFORSK Rapport 13: 1-46.
90. Røsberg, I. & Aamlid, D. 1999. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann. Årsrapport 1998. Rapp. Skogforsk. x/99: 1-zz.
91. Kålås, J.A. (red). 1999. Terrestrisk naturovervåking. Hare, smånagere og fugl i TOV-områdene, 1998. NINA Oppdragsmelding 596: 1-35.
92. Tørseth, K. Berg, T., Hanssen, J.E. & Manø, S. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1998. Oslo. Statlig program for forurensningsovervåking. NILU OR 27/99.
92. Stabbetorp, O. E., Bakkestuen, V., Eilertsen, O. & Bendiksen, E. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund, Rogaland. NINA Oppdragsmelding 609: 1-58.
93. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Åmotsdalen, Sør-Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 610: 1-46.
94. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Møsvann - Austfjell, Telemark. NINA Oppdragsmelding 611: 1-47.
95. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E., Eilertsen, O., Often, A. & Brattbakk, I. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal og Gutulia nasjonalpark, -reanalyser 1998. NINA Oppdragsmelding 612: 1-58.
97. Bruteig, I.E. & Tronstad, I. K. K. 2000. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk 1997. ALLFORSK Rapport 16: 1-54.
98. Økland, R. Skrindo, A. og Hansen, K. T: 1999. Endringer i træs vekst og vitalitet, vegetasjon og humuslagets kjemiske og fysiske egenesker i permanente prøveflater i barskog i overvåkingsområdet i Solhomfjell, 1988-1998. Bot. Hage Mus. Univ. Oslo Rapp. 5: 1-72.
99. Ugedal, O., Forseth, T., Jonsson, B. & Mooij, W. 2000. Langtidsutvikling for radioaktivitet i ferskvann. NINA Oppdragsmelding 650: 1-15.
- 100 Kålås., J.A. (red.). 2000. Terrestrisk naturovervåking. Smånagere og fugl i TOV-områdene, 1999. NINA Oppdragsmelding 653:1-33.

- 101 Aas, W., Tørseth, K., Berg, T., Solberg, S. & Manø, S. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1999. NILU OR 23/ 2000.
- 102 Røsberg, I. & Aamlid, D. 2000. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – Årsrapport 1999. Rapp. Skogforsk. 12/00: 1-25.
- 103 Gaare, E., Skogen, A. & Strand, O. 2000. Overvåking av ¹³⁷Cs i Dovrefjell og Rondane i perioden 1997-1999. NINA Oppdragsmelding 616: 1-43.
- 104 104. Lawesson (red.). 2000. A concept for vegetation studies and monitoring in the Nordic countries. TemaNord 2000:517: 1-125. (rapporten er delfinansiert fra TOV).
- 105 Bakkestuen, V., Stabbetorp, O.E. & Framstad, E. 2001. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark- reanalyser 2000. NINA Oppdragsmelding 700: 1-41.
- 106 Aas, W., Tørseth, K. Solberg, S., Berg, T., Manø, S. & Yttri, K.E. 2001. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2000. Oslo. Statlig program for forurensningsovervåking. NILU rapport OR 34/ 2001.
- 107 Kålås, J.A. & Framstad, E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2000. NINA Oppdragsmelding 697: 1-33.
- 108 Nygård, T., Skaare, J.U., Kallenborn, R. & Hezke, D. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Persistente organiske miljøgifter i rovfuglegg i Norge. NINA Oppdragsmelding 701:1-33.
- 109 Bruteig, I. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Solhomfjell og Børgefjell 2000. NINA Oppdragsmelding 703:1-39.
- 110 Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R.H. & Eilertsen, O. 2001. Nasjonalt nettverk av vegetasjonsflater for intensiv overvåking i skog. NIJOS rapport 08/01: 1-40.
- 111 Framstad, E. & Kålås, J.A. 2001. TOV 2000. Nytt program for overvåking av biologisk mangfold på land – basert på videreutvikling av dagens TOV. NINA Oppdragsmelding 702:1-49.
- 112 Bruteig, I.E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Gutulia og Dividal 1998. ALLFORSK rapport 17. 1-37.
- 113 Røsberg, I., Sjøbakk, T.E., Steinnes, E. & Aamlid, D. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann. Sluttrapport 2000. Rapport fra skogforskningen 5/01:1-23.
- 114 Kålås, J.A. & Husby, M. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Ekstensiv overvåking av terrestre fugl i Norge. NINA Oppdragsmelding 740: 1-25.
- 115 Kålås, J.A. & Framstad, E. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2001. NINA Oppdragsmelding 749: 1-32.
- 116 Bakkestuen, V., Stabbetorp, O.E., Erikstad, L., Wilmann, B.H., Brattbakk I. & Sørli, R. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund og Åmotsdalen – reanalyser 2001. – NINA Oppdragsmelding: XXX: 1-XX
- 117 Bakkestuen, V. & Erikstad, L. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling innen TOV med fokus på areal-dekkende modeller - analyse av detaljerte vegetasjonsdata og regionale miljøvariable. – Notat
- 118 Bruteig, I.E. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Samanstilling av epifyttovervåkinga 1990-1999. – NINA Oppdragsmelding 776: 39pp.
- 119 Kålås, J.A., & Lierhagen, S. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og sporelementer i lever fra orrfugl og lirype i Norge, 2000-01. - NINA Oppdragsmelding 782: 41pp.
- 120 Framstad, E. (red) 2003. Terrestrisk naturovervåking. Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl i TOV-områdene 2002. NINA Oppdragsmelding xxx. xxx:
- 121 Larsen, R. & Bruteig, I. 2003. Lavdød på Østlandet. NINA Oppdragsmelding 790: 18pp.

Brosjyrer/foldere

- Terrestrisk naturovervåking i Norge. Rapportsammendrag, Direktoratet for naturforvaltning, (DN), 1989.
- Vi holder øye med naturen (Bokmål/Engelsk), DN, 1991.
- Vi holder øye med Børgefjell. Resultater 1990, DN, 1992.
- Vi holder øye med Solhomfjell. Resultater 1990 og 1991, DN, 1992.
- Naturovervåking. Helsesjekk i naturen, DN, 1993, (omhandler flere overvåkingprogrammer).
- Effektene av langtransportert forurensning overvåkes. Innblikk 1-97.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

NINA Oppdragsmelding 790

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1400-8

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01
<http://www.nina.no>