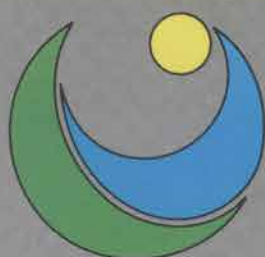


0 32

forskningsrapport



NINA

Forsuring av innsjøer i Sør-Norge -fiskestatus innen geografiske rutenett

Hans Mack Berger
Trygve Hesthagen
Iver H. Sevaldrud
Lars Kvenild

NATURENS 
TÅLEGRENSER

Miljøverndepartementet
Fagrapport 8

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

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

Forsuring av innsjøer i Sør-Norge -fiskestatus innen geografiske rutenett

Hans Mack Berger
Trygve Hesthagen
Iver H. Sevaldrud
Lars Kvenild



Miljøverndepartementet
Fagrapport 8

NINAs publikasjoner

NINA utgir seks ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

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

NINA Utredning

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

NINA Oppdragsmelding

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

NINA Notat

Serien inneholder symposie-referater, korte faglige redegjørelser, statusrapporter, prosjektskisser o.l. i hovedsak rettet mot NINAs egne ansatte eller kolleger og institusjoner som arbeider med tilsvarende emner. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

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

NINA Fakta-ark

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

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

Berger, H.M., Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Kvenild, L. 1992. Forsuring av innsjøer i Sør-Norge - fiskestatus innen geografiske rutenett. NINA Forskningsrapport 32: 1-12

Trondheim
ISSN 0802-3093
ISBN 82-426-0236-0

Forvaltningsområder:
Norsk: Forurensninger
Engelsk: Pollution

Rettighetshaver ©:
NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Arnfinn Langeland
NINA, Trondheim

Design og layout:
Eva M. Schjetne
Kari Sivertsen
Tegnekontoret NINA

Sats: NINA

Trykk: Trykkerihuset Skipnes

Opplag: 1000

Trykt på klorfritt papir

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

Referat

Berger, H.M., Hesthagen, T.H., Sevaldrud, I.H. & Kvenild, L. 1992. Forsuring av innsjøer i Sør-Norge - fiskestatus innen geografiske rutenett - NINA Forskningsrapport 32: 1-12.

Forsuringen av ferskvann har i løpet av de siste ti-årene resultert i betydelige skader på fiskebestander i Sør-Norge. Skadeomfanget på fiskebestander i innsjøer har vært kartlagt ved intervjuundersøkelser, hvor status for hver art er angitt som uendra, redusert eller tapt. Denne rapporten presenterer foreløpig status (i) samlet for de sju vanligste fiskeartene og (ii) separat for de tre dominerende artene i sørnorske innsjøer: aure, røye og abbor. Resultatene er presentert som dominerende status for hver art innen rutestørrelser på 12.0 x 12.0 km i UTM-systemet. En skadeindeks i hver rute er beregnet ved at uendra, reduserte og tapte bestander er gitt verdier på henholdsvis 0, 0.5 og 1.0. Videre multipliseres antall bestander i hver kategori med sine respektive verdier og divideres med antall fiskebestander innen hver rute. Skadeindeksen (SI) varierer fra 0 som representerer ingen skader til 1.0 eller totalskadet.

Totalt er det kartlagt 13 001 bestander av aure, røye, abbor, mort, sik, ørekyte og gjedde innen et landareal på 127 008 km² (sør for Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag). Innen 70 704 km² av dette arealet (20 % av Norges totale landareal) er det registrert skader på fiskebestander (SI >0).

Aurematerialet består av 8 409 bestander innen et område på 123 840 km², og av disse er 2 471 bestander tapt og 2 033 skadet. Det er påvist skader (SI >0) innen et areal på 70 416 km². Det kartlagte utbredelsesområdet til røye (748 bestander) og abbor (2 289 bestander) utgjør henholdsvis 40 164 og 41 184 km², med skadet areal på 12 948 km² for røye og 18 576 km² for abbor.

Pr. 1979 ble det registrert foruringskader på fiskebestander innen 33 000 km², eller under halvparten av tilsvarende tall pr. 1991. Bare deler av denne forskjellen skyldes en reell økning i skader på fiskebestander fordi (i) vår kartlegging omfatter et større område og fordi (ii) det er en hvis tidsforsinkelse fra når skadene oppstår til de blir registrert av lokalkjente folk og dokumentert ved hjelp av intervju-undersøkelser.

Emneord: Forsuring - Tålegrenser - Innlandsfisk - Fiskestatus - Skadeindeks - Kartframstilling i rutenett

Hans Mack Berger, Trygve Hesthagen og Lars Kvenild, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.
Iver H. Sevaldrud, 3522 Bjøneroa

Abstract

Berger, H.M., Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Kvenild, L. 1992. Mapping of fish community status in relation to acidification in Norwegian lakes. - NINA Forskningsrapport 32: 1-12.

Acidification has seriously affected fish populations in a large number of lakes in southern Norway. Documentation of damage to these populations was done by interviewing local expertise, etc. Enquires were made concerning the current status of lakes still supporting fish, and those previously known to contain fish reported either as unaffected, affected or lost. Individual fish species were treated separately. In this paper, we present community status for (i) the most important fish species registered and (ii) separate for the three most common fish species in lakes located in southern Norway; brown trout *Salmo trutta*, Arctic charr *Salvelinus alpinus* and European perch *Perca fluviatilis*. All three species are sensitive to acidic water, and may therefore be used as indicators. Community status is mapped in a grid system of 12.0 x 12.0 km. Each grid was assigned a damage index (DI) which ranged from 0 (no damage) to 1.0 (total damage). The index was obtained by multiplying the number of unaffected, affected and lost stocks within each grid by 0, 0.5 and 1.0, respectively. The values derived for each status category were then added and divided with the total number of stocks within each grid.

We have recorded community status for 13 001 fish stocks of the seven most predominant species in an area of 127 008 km² in southern Norway. In this area affected stocks were found in a 70 704 km² area (about 20 % of the total land area of Norway). We have obtained data for 8 409 brown trout stocks, of which 2 471 stocks are virtually eliminated and 2 033 stocks are reported to be affected (sparse). Damage to fish stocks is most severe in Aust-Agder and Vest-Agder counties, southernmost Norway. Trout status was obtained in a 123 840 km² area, in which affected stocks (DI > 0) were found in a 70 416 km² area, and more affected (DI > 0.2) in a 56 160 km² area. Arctic charr stocks (N = 748) were monitored in a 40 164 km² area. This species was affected in a 12 948 km² area, and more heavily so (DI > 0.4) in another 7 056 km². Status for perch (N = 2 289) was obtained in a 41 184 km² area. Perch stocks were affected in a 18 576 km² area, and more so (DI > 0.4) in a 6 480 km² area.

The difference in damaged area recorded during the 1970's (33 000 km²) and the present is partly due to (i) acidification, (ii) a larger area monitored and (iii) a time lag before affects became evident.

Key words: Acidification - Critical loads - Freshwater fish-Community status - Damage index - Brown trout - Arctic charr - European perch - Grid system mapping

Hans Mack Berger, Trygve Hesthagen and Lars Kvenild, Norwegian Institutt for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway. Iver H. Sevaldrud, N-3522 Bjoneroa, Norway

Forord

Den nasjonale kartleggingen av forursningsskader på fiskebestander ble etter avslutningen av SNSF-prosjektet i 1979, videreført av Direktoratet for naturforvaltning (daværende Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske), og av Norsk institutt for naturforskning (NINA) siden 1988. Arbeidet er nå en del av Statlig program for forurensningsovervåking under Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Statens forurensningstilsyn koordinerer dette arbeidet, og utgir også årlige rapporter om forursningssituasjonen både med hensyn til luft, vann, jord og biologi. Den vannbiologiske overvåkingen blir finansiert av Direktoratet for naturforvaltning og NINA's basisbevilgning.

Trondheim april 1992.

Trygve Hesthagen

1 Innledning

Forsuringen har resultert i betydelige skader på fiskebestander i både innsjøer og lakseelver sørlige deler av Norge (Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen & Hansen 1991). På slutten av 1970 tallet var fiskebestander innen et landareal på 13 000 km² nær totalskadet, mens ytterligere 20 000 km² hadde mindre skader (Sevaldrud & Muniz 1980). Basert på 1000-sjøers undersøkelsen som ble foretatt i 1986, ble det beregnet at skadet areal bare hadde økt til 36 000 km² (Henriksen et al. 1989). Tallene i begge disse undersøkelsene er basert på manuell beregning.

De fiskeartene som er hardest rammet av forsuring er også de artene som er mest utbredt i Sør-Norge. Dette gjelder spesielt aure *Salmo trutta*, men også røye *Salvelinus alpinus* og abbor *Perca fluviatilis* er sterkt berørt. Resultatene i denne rapporten omhandler derfor vesentlig disse tre artene, i tillegg til en samlet presentasjon av de viktigste artene.

Fleire undersøkelser har vist at aure og røye er ømfintlige for vann med lav pH, lavt innhold av kalsium og høye konsentrasjoner av aluminium (Haines 1981, Andersen et al. 1984, Hesthagen et al. 1992a). Abbor har en noe større toleranse med hensyn til forsuring enn aure og røye, særlig i humus-sjøer (Henriksen et al. 1989, Hesthagen et al. 1992b). Imidlertid viser arten klare responser og bestandsendringer i surt aluminiumsrikt vann med lav ledningsevne (Milbrink & Johansen 1975, Runn et al. 1977, Sevaldrud & Skogheim 1986, Rask 1984, 1987).

I løpet av perioden 1985-1991 har det vært foretatt både oppdatering og nye registreringer av bestandsforholdene hos ulike fiskearter i forsuringstruende områder i forbindelse med Biologisk overvåking av sur nedbør (se bl.a. SFT 1991a). Hensikten med denne rapporten er å benytte dette materialet til å foreta en ny beregning av størrelsen på landarealet med skader på fiskebestander i Sør-Norge. Kartframstillingen er EDB-basert, og skadet areal er beregnet ved hjelp av en skadeindeks innen separate geografiske rutenett i UTM-systemet.

2 Metoder

Den regionale kartleggingen av forsuringsskader på fiskebestander i innsjøer er framskaffet ved intervju-undersøkelser (Sevaldrud & Muniz 1980, Rosseland et al. 1980). Tilstanden (status) til hver art i hver innsjø er angitt som uendra/økt, redusert eller tapt. Naturlig tynne bestander er klassifisert som uendra. Skadene på fiskebestandene er framstilt innen geografiske ruteenheter på 12.0 x 12.0 km (144 km²) i UTM-systemet. Det blir beregnet en skadeindeks for hver av disse rutene ved å multiplisere antall uendra bestander med 0, reduserte bestander med 0.5 og tapte bestander med 1.0. Verdiene fra de tre status-kategoriene adderes og summen divideres med antall bestander innen ruten. Dette gir en skadeindeks fra 0 (ingen skader) til 1.0 (alle bestander utdødd). Følgende intervaller er benyttet ved kartframstillingen: 0 (ingen skader), < 0.2, 0.2 - 0.4, 0.4 - 0.6, 0.6 - 0.8 og 0.8 - 1.0. Eksempelvis vil et område med 60 bestander hvorav 40 er uendra, 15 redusert og 5 tapt gi en skadeindeks på 0.21 (21 % skadet). I et område hvor disse bestandene er jevnt fordelt mellom de tre statuskategoriene, blir skadeindeksen 0.5 (50 % skadet).

Kartframstillingen baseres på SUPER MAP, utviklet av Geir Harald Strand, Norsk Regnesentral og Lars Kvenild (NINA). SUPER MAP er et program for uttegning av ulike temakart. Versjonen brukt ved NINA kjøres på VAX og bruker UNIRAS grafikkrutiner. SUPERMAP kan i tillegg til matrisekart som vist i denne rapporten, også tegne koroplett-, sirkel-, symbol-, isolinje-, isoflate-, pie-chart-, stolpe-, rasterkart eller kombinasjoner av disse. Som bakgrunnskoordinater benyttes NORGE-A generalisering fra Statens kartverk. SUPERMAP kan importere koordinater fra ARC/info og SOSI. En manual for SUPERMAP foreligger ved NINA (L. Kvenild).

3 Resultater

Alle arter

I alt foreligger det data fra 13 001 artspopulasjoner. I tillegg til aure, røye og abbor med til sammen 11 446 bestander, består dette materialet av mort *Rutilus rutilus*, gjedde *Esox lucius*, sik *Coregonus lavaretus* og ørekyte *Phoxinus phoxinus*. Det kartlagte arealet i Sør-Norge utgjør tilsammen 127 008 km² (figur 1). Kvitte areal på kartet er ikke kartlagt. Ved å definere at det er skader på fiskebestander i områder med en skadeindeks (SI) > 0, utgjør dette et landareal på 70 704 km², eller nær 20 % av Norges totale landareal.

Aure

Aurematerialet omfatter 8 409 bestander, hvorav 2 471 bestander har gått tapt mens ytterligere 2 033 bestander har avtatt. Status for aure er kartlagt i et landareal på 123 840 km², og av dette er det registrert skader innen 70 416 km² (figur 2). Skadeomfanget ved SI >0.2, >0.4, og >0.6 representerer arealer på henholdsvis 56 160, 36 432 og 20 448 km².

Skadene på aure er størst i Agder. Det finnes fortsatt områder med uendra aurebestander på Sørlandet, men dette begrenser seg vesentlig til noen kystnære strøk (Hindar & Kleiven 1990). Det er også omfattende skader på aure i Telemark, Rogaland og deler av Buskerud.

Røye

Totalt er det registrert 748 røyebestander, og av disse har 106 gått tapt mens 134 har avtatt. De fleste røyebestandene er lokalisert i Rogaland, Telemark, Buskerud, Oppland og Hedmark (figur 3). Det kartlagte utbredelsesområdet til røye er 40 164 km². Innen 12 948 km² av dette arealet er det påvist bestandseffekter, mens større skader (SI > 0.4) begrenser seg til 7 056 km².

Abbor

Abbormaterialet omfatter 2 289 bestander, hvorav 265 har dødd ut og 487 avtatt. Det kartlagte utbredelsesområdet utgjør 41 184 km², som vesentlig ligger i Hedmark, Akershus, Østfold, Buskerud, Telemark og Agderfylkene (figur 4). De største skadene på abbor finner en i Agderfylkene. Det er registrert bestandsendringer i et område på 18 576 km², mens det er større skader (SI > 0.4) innen 6 480 km².

4 Diskusjon

Denne undersøkelsen viser at landarealet med skader på fiskebestander er betydelig større idag enn det som tidligere var kjent. Data fra perioden 1974-1979 viste at det var skader på fiskebestander innen et landareal på 33 000 km² (Sevaldrud & Muniz 1980) mot altså over det dobbelte pr. 1991. Denne forskjellen i skadet areal kan forklares ut fra flere forhold.

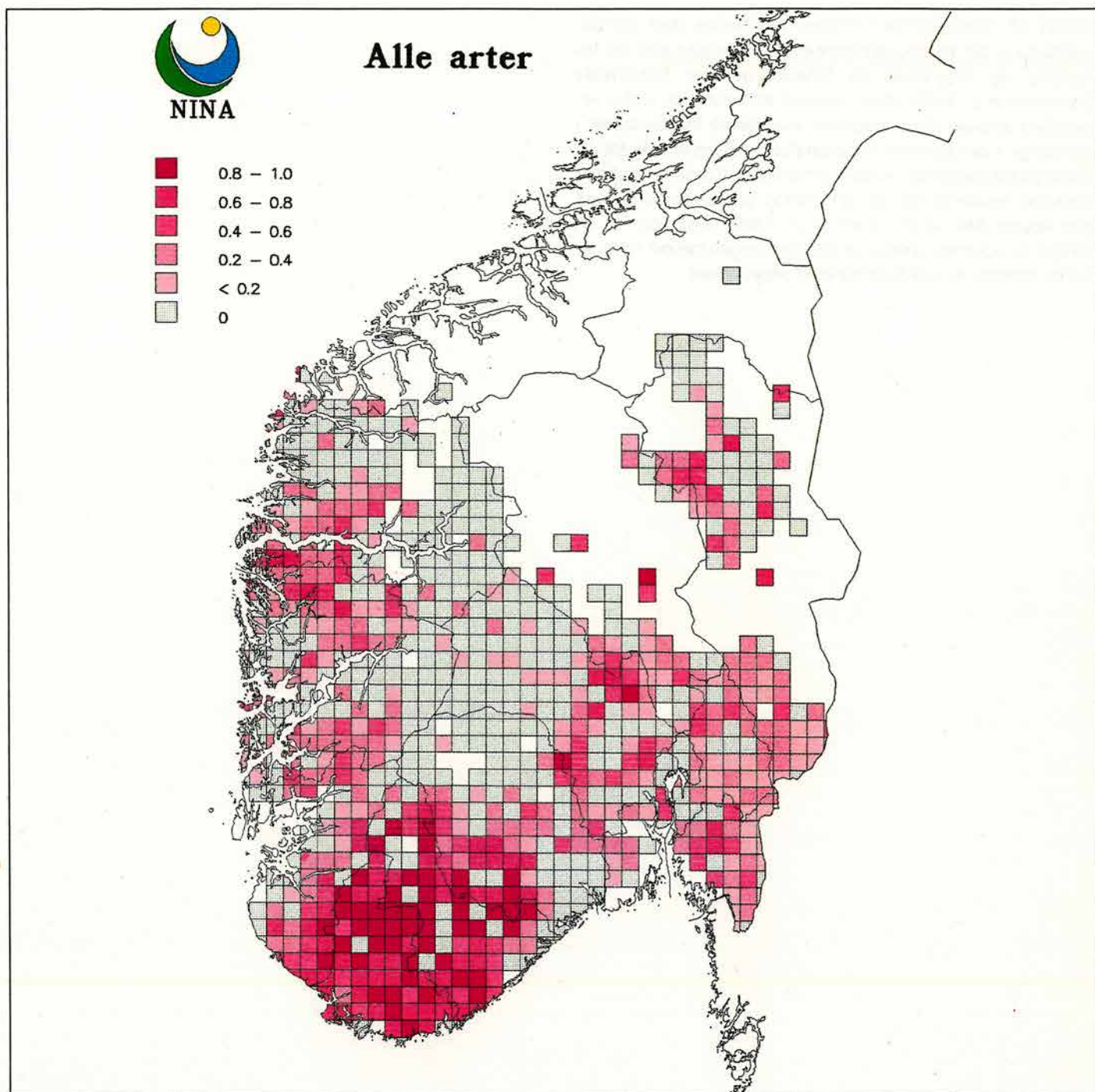
Metodene benyttet for å beregne skadet areal ved de to undersøkelsene har trolig ikke påvirket resultatet vesentlig i noen retning.

Det har helt klart vært en reell og betydelig økning i skader på fiskebestander i Norge i løpet av de siste 10-15 årene. Ved å sammenlikne fiskestatus for aure i de samme innsjøene i Agderfylkene, Telemark og Rogaland både på 1970 og 1980 tallet, ble det funnet en økning på 7-14 % i tapte bestander (Sevaldrud & Skogheim 1986, Hesthagen et al. 1989). En betydelig del av skadene på fiskebestander i Hordaland og Sogn og Fjordane har også skjedd i løpet av 1970 og 1980-tallet (SFT 1991a, 1991b).

Opplysninger over endringer i bestandsstatus som framskaffes gjennom intervju-undersøkelser vil alltid inneholde en viss forsinkelse i tid. Det vil med andre ord gå en tid fra skadene skjer til de blir oppdaget av folk med god lokalkunnskap om fiskeforholdene. Fordi registreringene i SNSF-undersøkelsen ble avsluttet i 1979, vil eksempelvis skader som skjedde på slutten av 1970 tallet ikke bli oppdaget før tidlig på 1980 tallet. Ved enten kartlegging av fiskestatus første gang eller oppdatering av gammelt materiale i et fylke med forsuringsskader, vil en derfor over tid alltid finne økte skader på fiskebestander.

Sammenliknet med undersøkelsen på 1970 tallet, foreligger det nå fiskestatus fra et større geografisk område. Spesielt har det vært foretatt mer omfattende registreringer i Akershus, Hordaland og Sogn og Fjordane (SFT 1991a, 1991b). Imidlertid representerer de beregnede skadearealene minimumsverdier fordi det fortsatt gjenstår kartlegging og oppdatering av fiskestatus i flere fylker. Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag er enda ikke kartlagt, men her er det trolig små forsuringsskader. I Oppland og Hedmark omfatter vårt materiale bare deler av de to fylkene, og skadene er større enn det som går fram av denne undersøkelsen. Videre er materialet fra Østfold samlet inn i løpet av 1970 tallet (Sevaldrud & Muniz 1980), mens oppdateringen i Agderfylkene ble foretatt i 1983 (Sevaldrud & Skogheim 1986).

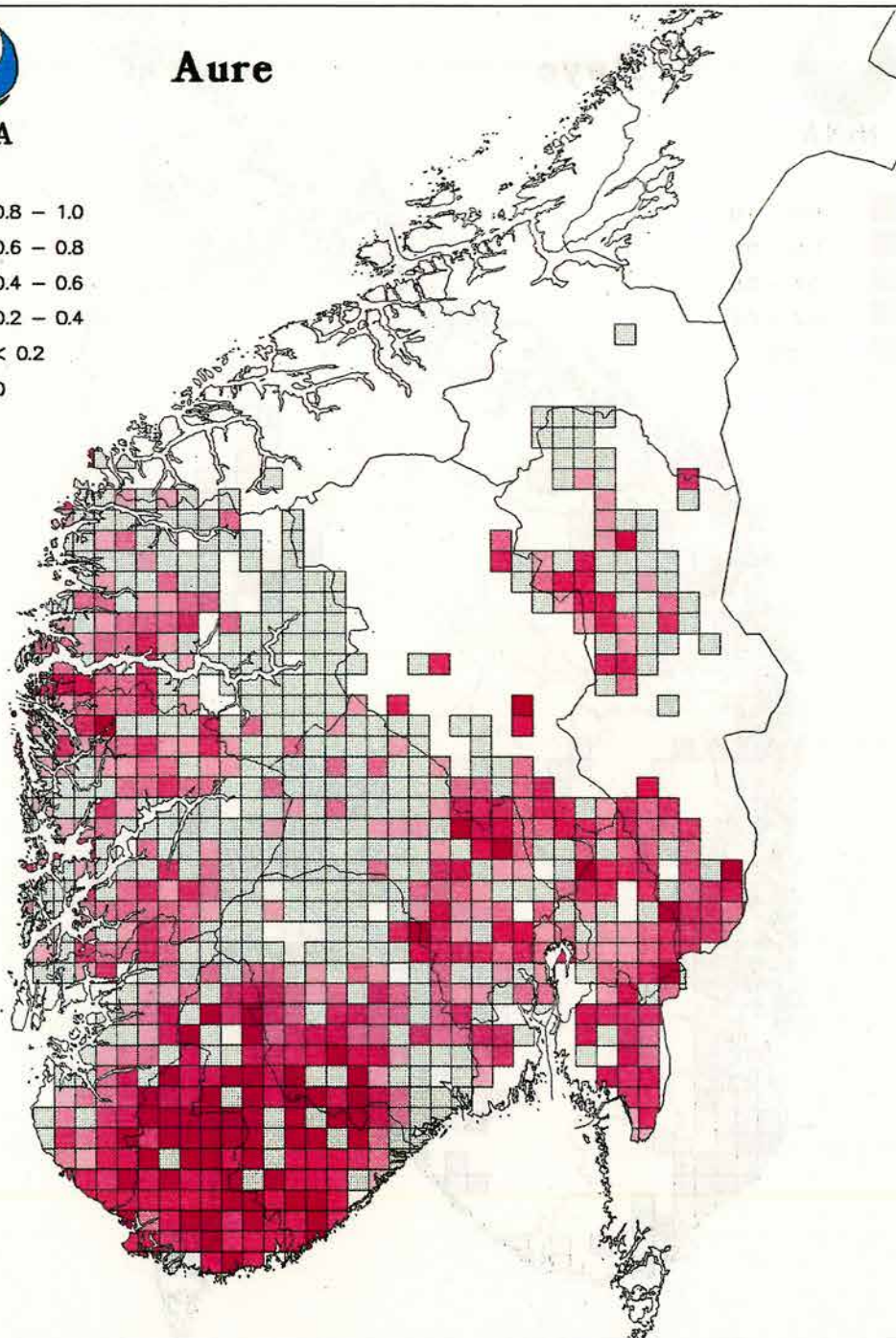
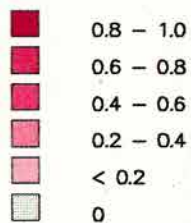
Skader på fiskebestander i innsjøer kan skyldes flere forhold. Imidlertid er det en god sammenheng mellom våre data for fiskestatus og tålegrenser for tilførsler av sure forbindelser (Henriksen et al. 1990). Dette indikerer at forsuringen er den vesentligste årsaken til de registrerte skadene på fiskebestander i Sør-Norge. I den refererte undersøkelsen er tålegrensene for effekter på fiskebestander vurdert ut fra ANC = 0 (acid neutralizing capacity). Imidlertid oppstår det effekter på aurebestander ved noe høyere ANC-verdier (Lien et al. 1989, Hesthagen et al. 1992c). En nærmere analyse av sammenhengen mellom fiskestatus og tilførsler av sure forbindelser er under arbeid.

**Figur 1**

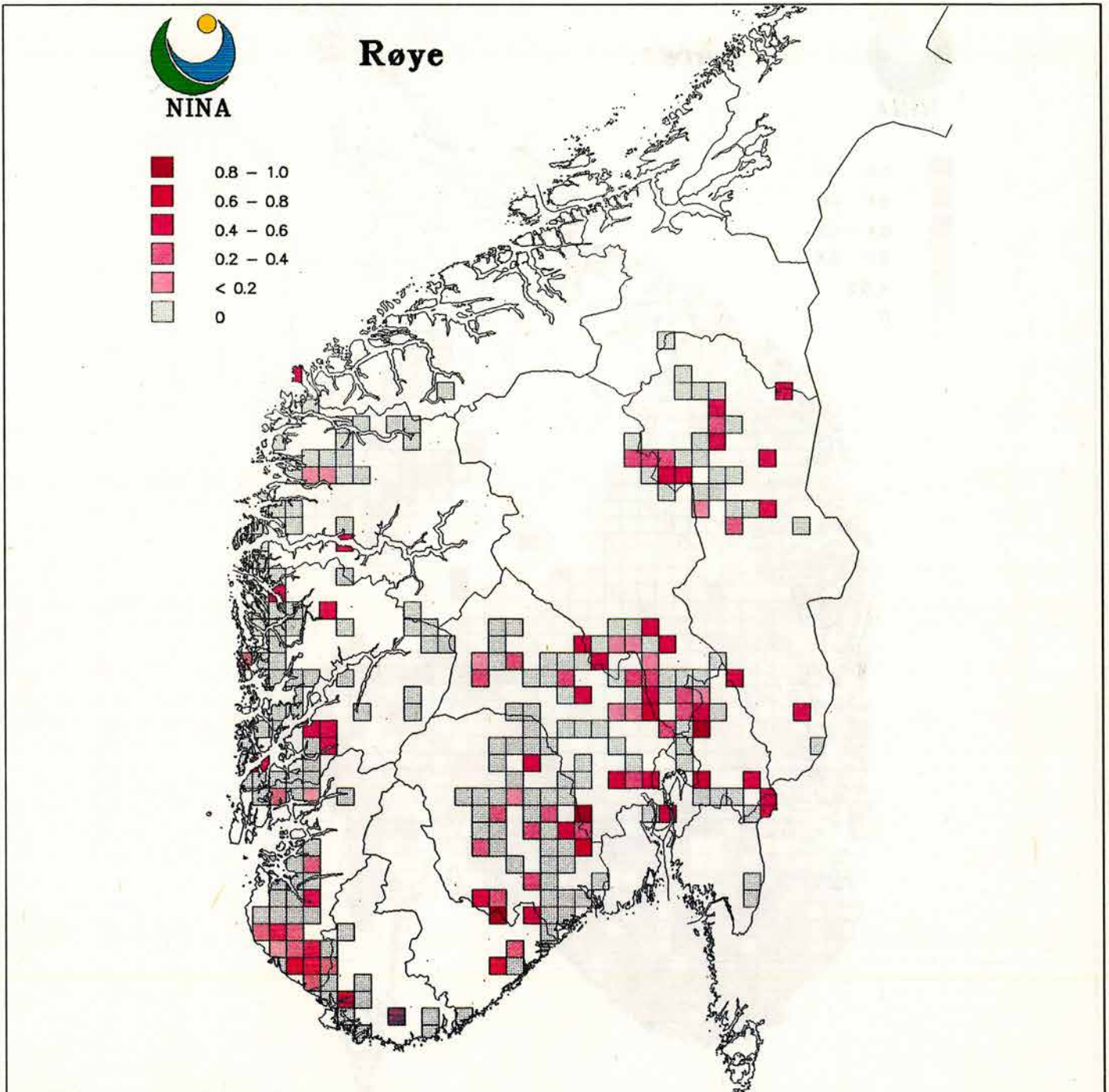
Skadeindeks vist ved forskjellige fargekoder for de sju dominerende fiskearter i innsjøer i Sør-Norge. Fylkesgrenser er angitt på figuren. I kvite områder foreligger det foreløpig ikke opplysninger om fiskestatus. - Damage indexes expressed in different colors for the seven most abundant fish species in lakes in southern Norway. Green areas: no damage, Red areas: different degrees of damage, White areas: no information yet.



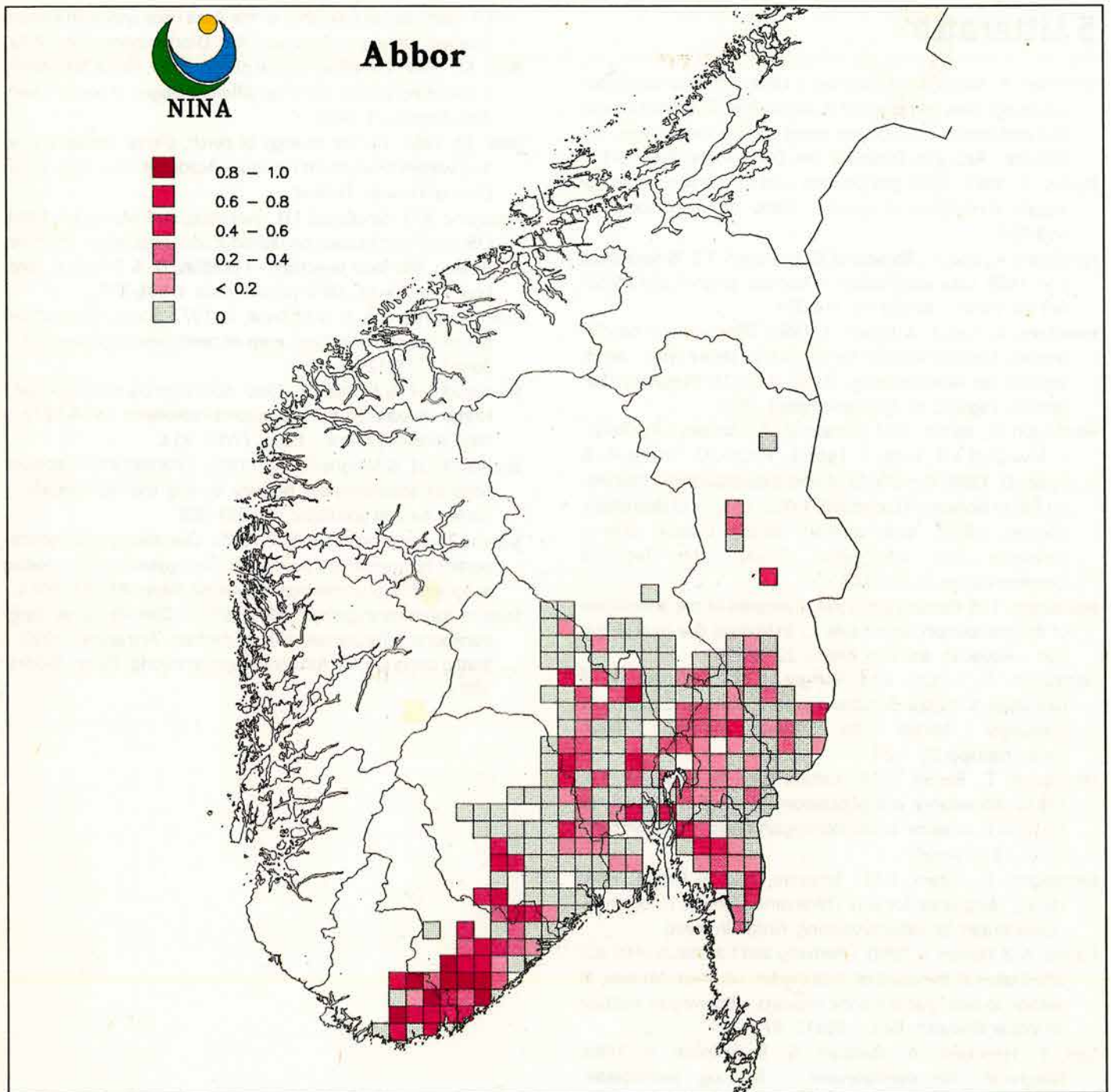
Aure



Figur. 2
Skadeindeks for aure i innsjøer i Sør-Norge. - Damage indexes for brown trout populations in lakes in southern Norway.

**Figur 3**

Skadeindeks for røye i innsjøer i Sør-Norge. - Damage indexes for Arctic charr populations in lakes in southern Norway.



Figur 4
 Skadeindeks for abbor i innsjøer i Sør-Norge. - Damage indexes for European perch populations in lakes in southern Norway.

5 Litteratur

- Andersen, R., Muniz, I.P. & Skurdal, J. 1984. Effects of acidification on age class composition in Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in a coastal area, SW Norway. - Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 61: 5-15.
- Haines, T. 1981. Acid precipitation and its consequences for aquatic ecosystems: A review. - Trans. Am. Fish. Soc. 110: 669-707.
- Henriksen, A., Lien, L., Rosseland, B.O., Traaen, T.S. & Sevaldrud, I. H. 1989. Lake acidification in Norway: present and predicted fish status. - *Ambio* 18: 314-321.
- Henriksen, A., Lien, L. & Traaen, T. 1990. Tålegrense for overflatevann - kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. - Norsk institutt for vannforskning, Rapp. 0-89210 (Naturens tålegrenser, Fagrapp. nr 2, Miljøverndep). 49 s.
- Hesthagen, T., Berger, H.M., Larsen, B.M., Hansen, L.P., Blakar, I., Sevaldrud, I.H., Enge, E., Fjeld, E., Hegge, O., Strand, R., & Tysse, O. 1989. The effects of acid precipitation on freshwater fish in Norway. - I Longhurst, J.W.S., red., Acid deposition: Sources, effects and controls. British Library, Science Reference and Information Service and Technical Communication. s. 117-142
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991. Estimates of the annual loss of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway due to acidification. - *Aquacult. and Fish. Mgmt.* 22: 85-91.
- Hesthagen, T., Larsen, B.M., Berger, H.M., Saksgård, R. & Lierhagen, S. 1992a. Betydningen av kalsium for tettheten av aureunger i bekker i tre forsørede vassdrag. - NINA Forskningsrapport 25: 1-24.
- Hesthagen, T., Berger, H.M., Larsen, B.M. & Sevaldrud, I.H. 1992b. Abundance and population structure of perch *Perca fluviatilis* L. in some acidic Norwegian lakes. - *Environment. Pollut.* 78 (In press).
- Hesthagen, T., Larsen, B.M., Schartau, A.K. & Berger, H.M. 1992c. Tålegrenser for aure i ferskvann i forhold til forurening. - Direktoratet for naturforvaltning, Notat (In press).
- Hindar, A. & Kleiven, E. 1990. Chemistry and fish status of 67 acidified lakes at the coast of Aust-Agder, Southern Norway, in relation to post-glacial marine deposits. - Norwegian Institute for Water Research, Rep. E-88411. 47 s.
- Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. - Naturens Tålegrenser, Miljøverndepartementet, Fagrapp. nr. 3. 32 s. (Norsk institutt for vannforskning, Rapp. 0-89185).
- Milbrink, G. & Johansson, N. 1975. Some effects of acidification on roe of roach, (*Rutilus rutilus* L.), and perch (*Perca fluviatilis* L.) - with special reference to the Åvaå Lake system in eastern Sweden. - Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 54: 52-62.
- Rask, M. 1984. The effect of low pH on perch, *Perca fluviatilis* L. II. the effect of acid stress on different stages of perch. - *Ann. Zool. Fennici* 21: 9-13.
- Rask, M. 1987. On the ecology of perch, (*Perca fluviatilis*) L. in acid waters of southern Finland. - Academic diss., Dep. Zool., Univ. of Helsinki, Finland.
- Rosseland, B.O., Sevaldrud, I.H., Svalastog, D. & Muniz, I.P. 1980. Effects of acidification on reproduction, population structure, growth and food selection. - I Drabløs, D. & Tollan, A., red. *Ecol. Imp. Precip.*, SNSF-prosjekt, Oslo. s. 336-337.
- Runn, P., Johansson, N. & Milbrink, G. 1977. Some effects of low pH on the hatchability of eggs of perch, *Perca fluviatilis* L. - *Zoon* 5: 115-125
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. - SNSF-prosjektet, Intern Rapp. 77/80. 95 s.
- Sevaldrud, I.H. & Skogheim, O.K. 1986. Changes in fish populations in southernmost Norway during the last decade. - *Water, Air and Soil Pollut.* 30: 381-386.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) 1991a. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. - Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 437/91. 306 s.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) 1991b. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. - Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 466/91. 320 s.

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. Jordforsuringstatus og forsuringfølsomhet 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 forsuringfølsomhet 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 forsuringfølsomhet i jord. (NGU). Rapp. 91.265.
- 21 Bølviken, B., Nilsen, R., Romundstad, J. & Wolden, O. 1991. Surhet, forsuringfølsomhet 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.)

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

0 32

nina
forsknings-
rapport

ISSN 0802-3093
ISBN 82-426-0236-0

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