

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet:

[www.niva.no](http://www.niva.no)

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Tålegrensen for nitrogen som næringsstoff i norske fjellvann: økt "grønske"?	Løpenr. (for bestilling) 4187-2000	Dato 31 Januar 2000
	Prosjektnr. Undernr. O-99124	Sider Pris 39
Forfatter(e) Eli-Anne Lindstrøm Gösta Kjellberg Richard F. Wright	Fagområde Vassdrag	Distribusjon
	Geografisk område Hedmark, Oppland og Buskerud	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) DN Direktoratet for Naturforvaltning	Oppdragsreferanse
--	-------------------

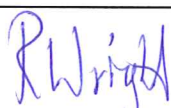
**Sammendrag**

For å teste hypotesen: *Økt N-deposisjon har forårsaket økt og påfallende mye begroing i bekker og innsjøer i fjellet*, ble 47 lokaliteter prøvetatt for grønnske og vannkjemi i fjellområder (i Oppland, Hedmark og Buskerud) der det er observert økende grønnske de senere år. Undersøkelsen har gitt kunnskap om hva grønnsken består av og hvordan den arter seg. To vekstformer synes viktige. Den ene, som denne undersøkelsen har fokusert på, er fastsittende alger. Den andre vekstformen, karplanter som starr siv gras o.l., er ikke undersøkt, men opplysningene tilsier at dette er vanligere enn tidligere antatt.

Lokaliteter med mye grønnske hadde gjennomgående et NO<sub>3</sub>-N/tot-P forhold under 1,5. Det tilsier at veksten var primært N (ikke P) begrenset da prøvene ble tatt. At nitrogen er i underskudd i perioder sannsynliggjør at økt nitrogendeposisjon har bidratt til økt plantevekst i norske fjellområder.

Skal man få bedre forståelse av hva som forårsaker økt grønnskevekst må flere spørsmål besvares: Hvordan er grønnskeutviklingen gjennom året og fra år til år i forhold til klima og deposisjon av nitrogen? Og hva skjer med grønnsken ved tilførsel av biologisk lett tilgjengelig nitrogen? Utviklingen av den andre vekstformen, karplanter som starr, siv o.l., bør kartlegges gjennom et eget prosjekt.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. nitrogen	1. nitrogen
2. alger	2. algae
3. vann	3. lake
4. fjell	4. mountain

  
Richard F. Wright  
Prosjektleder

  
Brit Lisa Skjelkvåle  
Forskningsleder

  
Nils Roar Sæthun  
Forskningsjef

## **Naturens Tålegrenser**

**Programmet Naturens Tålegrenser ble satt igang i 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 Grensoverskridende Luftforurensninger (Genevekonvensjonen). I arbeidet under Genevekonvensjonen 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) og Statens forurensningstilsyn (SFT).**

**Arbeidsgruppen har for tiden følgende sammensetning:**

**Tor Johannessen - SFT  
Andre Kammerud - SFT  
Else Løbersli - DN  
Steinar Sandøy – DN**

**Henvendelse vedrørende programmet kan rettes til:**

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

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

Naturens Tålegrenser

Fagrappport nr. 104

**Tålegensen for nitrogen som næringsstoff i norske  
fjellvann:økt "grønske" ?**

*Eli-Anne Lindstrøm*

*Gösta Kjellberg*

*Richard F. Wright*

## Forord

Denne undersøkelsen ble utført på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning i regi av Programmet Naturens Tålegrenser. Arbeidet hadde ikke vært mulig å gjennomføre uten god hjelp fra lokale observatør på alle plan i de ulike områder som er undersøkt. Vi takker samtlige for god hjelp og nyttige tips.

Oslo, desember 1999

*Richard F. Wright*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>7</b>
<b>2. Metoder</b>	<b>7</b>
2.1. Valg av lokaliteter	7
2.2. Prøvetaking	10
2.3. Analyser, mikroskopering	11
<b>3. Resultater og diskusjon</b>	<b>11</b>
3.1. Begroing	11
3.2. Vannkjemi	16
3.3. Sammenheng alger og vannkjemi	18
3.4. Tålegrenser som begrep i forbindelse med økt grønske i fjellet	21
<b>4. Konklusjoner og forslag til videre arbeid</b>	<b>22</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>23</b>
<b>Vedlegg A. Feltskjema</b>	<b>26</b>
<b>Vedlegg B. Opplysninger om grønskeproblematikken i Hedmark</b>	<b>27</b>
<b>Vedlegg C. Artssammensetning i trådalgeprøver</b>	<b>33</b>

---

## Sammendrag

En landsomfattende spørreundersøkelse i 1992, viste at det har skjedd en omfattende økning av "grønskeveksten" i mange norske vassdrag de senere år. En rekke uavhengige og likelydende meldinger fra erfarne fjellfolk som har observert og fått problemer med liknende vekst også den senere tid, tilsier at utviklingen har vedvart. Deposisjon og antagelig også avrenning av nitrogen har økt i samme periode. Observasjoner de senere år tilsier at gitt at visse betingelser er tilstede er nitrogen og kombinert N+P (ikke bare fosfor) periodisk begrensende for planteveksten. Dette tilsier at økende tilførsel av langtransportert nitrogen i sur nedbør kan ha ført til økt vekst av alger. Dette prosjektet har testet hypotesen: *Økt N-deposisjon har forårsaket økt og påfallende mye begroing i bekker og innsjøer i fjellet.*

47 lokaliteter ble prøvetatt for grønnske og vannkjemi i fjellområder i Oppland (Vestre og Østre Slidre), Hedmark (Alvdal, Femunden, Trysil, Rendalen) og Buskerud (Hol) der lokale observatører kunne vise til konkrete observasjoner av økende grønnske. Bare karakteristiske lokaliteter der grønnsken har økt, dvs. små vannforekomster i høyereliggende områder uten påviselige forurensningskilder lokalt i nedbørfeltet, ble undersøkt. Undersøkelsen har fokusert på "grønnske"; her definert som makroskopisk synlig trådformet algevekst.

Gjennom denne undersøkelsen har vi fått kunnskap om hva grønnsken består av og hvordan den arter seg. To vekstformer synes viktige. Den ene er fastsittende alger. I rennende vann vesentlig som lysegrønne tråder og sleipe glatte stein i strykpartier i bekker og mindre elver, i stillestående vann er det "skyer" i vannet, tråder festet til planter, eller matter som dels ligger nær innsjøbunnen og dels flyter opp til vannoverflaten, samt grønne belter i strandsonen. Trådalgeveksten består i alt vesentlig av trådformede grønnskealger. Et stort antall arter inngår, disse representerer et vidt spekter mht. pH. De fleste trives i vann med lavt innhold av næringssalter. Den andre vekstformen, karplanter, starr, siv, gras o.l. i grunne områder av innsjøer og elver er ikke undersøkt, men opplysninger tilsier at dette er vanligere enn tidligere antatt.

Lokaliteter med mye grønnske hadde gjennomgående et  $\text{NO}_3\text{-N}/\text{tot-P}$  forhold i vannet under 1,5. Det tilsier at veksten var primært N (ikke P) begrenset da prøvene ble tatt. Dette tilsier videre at nitrogen er i underskudd i perioder og at det er potensiale for økt vekst dersom nitrogentilførslene øker. Dette sannsynliggjør at den økte nitrogendeposisjon de senere år har bidratt til økt plantevekst. Andre forhold som for noen av lokalitetene (ikke alle) kan forklare økt plantevekst, er endrede driftsrutiner, bl.a. økt gjødsling ved seterdrift, samt kalking.

### *Forslag til videre arbeid*

Skal man forstå hva som skjer med "grønnsken" (algeveksten) bør flere forhold undersøkes:

- utviklingen gjennom året og variasjoner fra år til år, sett bl.a. i forhold til klimatiske forhold og deposisjon av nitrogen (det er meldt om store variasjoner i grønnsken gjennom året og fra år til år)
- "historien" i vassdraget før grønnsken etableres, særlig mht. næringsbegrensning
- hva skjer ved tilførsel av biologisk lett tilgjengelig nitrogen på en tid av året da nitrogen ser ut til å være i underskudd

Det skisseres kort hvordan man tenker å gjennomføre undersøkelser som belyser disse spørsmål, dels ved observasjoner av naturlig forekommende grønnske og dels ved felteksperimenter.

## Summary

A Norwegian national survey conducted by questionnaire in 1992 revealed that over the past few decades there has been a widespread increase in growth of attached algae in many Norwegian watercourses. Reports from independent and reliable sources indicate that this problem has continued. Over this same period deposition of nitrogen and probably also runoff of nitrogen has increased. Nitrogen, along with phosphorus, is an important growth-limiting nutrient for algae. This project aimed to test the hypothesis that increased deposition of nitrogen has caused increased algal growth in mountain areas.

A total of 47 streams and lakes in the counties of Buskerud, Oppland and Hedmark were visited autumn 1999, and samples of algae taken along with water samples for chemical analysis of pH, conductivity, NO<sub>3</sub>-N, total-N, total-P, and total organic carbon (TOC). The sites were chosen among those with reported increased algal growth in recent decades. The localities were typically high elevation areas with no local pollution sources in the catchment areas apart from light grazing (seterdrift). The study focussed on filamentous green algae.

The results show no relation between concentration of NO<sub>3</sub>, total-P, or TOC and amount of algal growth. Algal growth was of two general types: attached algae in running waters typically as light-green filaments and slippery surfaces on rocks. In standing water the algae were mostly observed as clouds in the water, as filaments attached to higher plants, mats on the lake bottom, or as green belts along the shore. Species of green algae dominate the filamentous types. Most of these species thrive in waters of low nutrient content, such as those included in this study. Increased growth of higher plants has also been reported from these mountain areas, but this was not studied here.

Most localities with high biomass of attached algae had NO<sub>3</sub>/tot-P ratio (g/g) in the water below 1.5. This indicates that algal growth is nitrogen limited. This implies that there is a shortage of N at least at times. Thus, increased N supply may give increased algal growth. This implies further that the increased N deposition during the past few decades may have contributed to increased algal growth in these waters. Other factors such as changing grazing activities in the catchment areas, or climatic factors such as light or temperature may also have affected algal growth.

Further work on the cause of the observed increase in algal growth in Norwegian mountain waters might proceed along the following lines:

- study algal growth over the course of the year and from year-to-year to determine the influence of climatic factors and variations in N deposition.
- establish the "history" of the water course for the time prior to reports of increased algal growth
- conduct experiments to determine the effect of increase N supply during periods in which N appears to be limiting

Such further studies might include empirical observations in the field, as well as experiments.

Title: The significance of increased nitrogen deposition for increased algal growth in Norwegian mountain waters - when is the critical load exceeded? (in Norwegian)

Year: 1999

Authors: Eli-Anne Lindstrøm, Gösta Kjellberg, Richard F. Wright

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3805-0

# 1. Bakgrunn

En landsomfattende spørreundersøkelse i 1992, viste at det har skjedd en omfattende økning av "grønskeveksten" i mange norske vassdrag de senere år (Lindstrøm 1993). Dette er mest utbredt i høyereliggende områder med liten aktivitet i det lokale nedbørfelt. Bekker, mindre elver, små innsjøer og tjern er mest berørte. Mange henvendelser fra folk som har observert og fått praktiske problemer bl.a. med utøvelsen av fisket på grunn av liknende vekst også den senere tid, tilsier at denne utviklingen har vedvart.

Vekst av fastsittende og planktoniske alger i næringsfattige, uforurensede vann og vassdrag er tradisjonelt knyttet til fosfor (P) begrensning (Schindler 1976, Chetelat et al. 1999). I de senere år har det imidlertid også vært rapportert tilfeller av nitratbegrensning og kombinert N+P begrensning i næringsfattig vann i Norge (Lindstrøm 1996, Lindstrøm and Johansen 1995), Sverige (Blomqvist et al. 1993, og Nord Amerika (Axler et al. 1994).

Kunnskapen om eventuell nitrogenbegrensning for vekst av fastsittende alger i norske vassdrag bygger på få og spredte observasjoner, og svært få er fra fjellområder. De synes allikevel å tilsi, at det er en tendens til (periodisk) nitratbegrensning i norske vassdrag. Økende tilførsel av langtransportert nitrogen i sur nedbør kan derfor har ført til økt vekst av alger i nitratbegrensede vannforekomster. Problemstillingen ble påpekt ved Rondablikk seminaret i februar 1999 (Lindstrøm 1999a).

Prosjektet skal teste følgende hypotese:

Økt og påfallende mye begroing i bekker og innsjøer i fjellområder sammenfaller med høye  $\text{NO}_3$  konsentrasjoner (og det motsatte: fjellbekker med lave  $\text{NO}_3$  konsentrasjoner har lite begroing).

Målsetningen er å anslå tålegrensen for N deposisjon, der kriteriet er  $\text{NO}_3$  som biotilgjengelig næringsstoff og økt begroing som uønsket biologisk effekt. Hensikten er å se om det er grunnlag for å gå videre med mer omfattende kartlegging av N som eutrofieringsfaktor i norske vannforekomster.

## 2. Metoder

### 2.1. Valg av lokaliteter

Spørreundersøkelsen om grønскеutviklingen i norske vassdrag (Lindstrøm 1993) og senere kontakt med folk i fjellstyrer, miljøforvaltning o.l. dannet grunnlag for valg av områder som skulle undersøkes. Bare områder der lokale observatører kunne vise til konkrete observasjoner av økende grønске ble valgt. Det ble lagt vekt på å få geografisk spredning og områder som ligger innen/grenser opp til nasjonalparker ble også prioritert (**Figur 1** og **Tabell 1**).

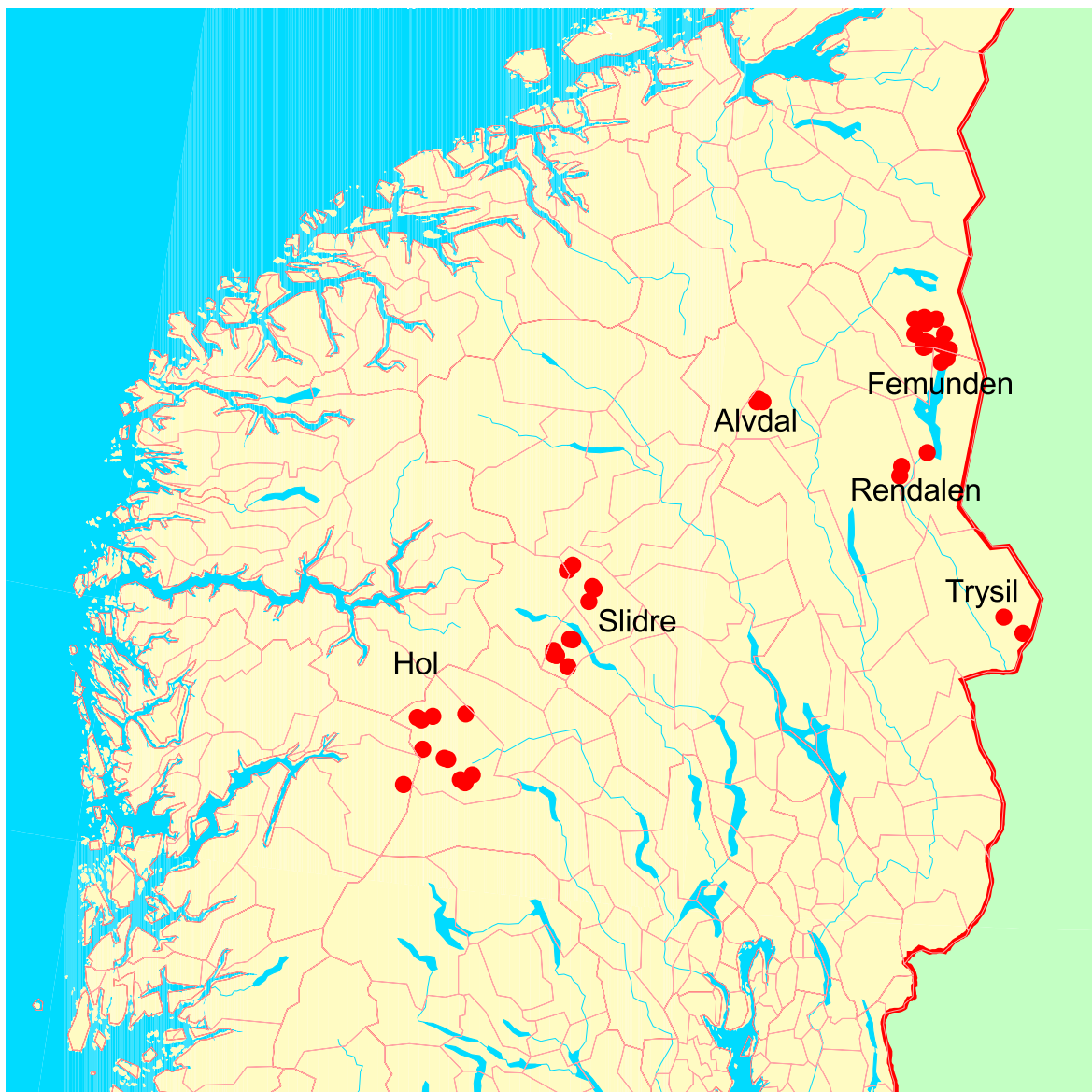
Fra Hol kommune, som omfatter nordre del av Hardangervidda, kom det meldinger om økt grønске i 1992. Dette er senere bekreftet av lokal miljøforvaltning og lokale observatører. Utvelgelse av lokaliteter ble gjort i samråd med Arve Heistad i Hol kommune.

Også fra Østre og Vestre Slidre kom det så mange meldinger om økt grønске ved spørreundersøkelsen i 1992 at området ble ansett som interessant. Her bisto fjelloppsynstjenesten med utvelgelse av områder/lokaliteter, i Vestre Slidre i første rekke fjelloppsynsmann Harald Ranum, og i Østre Slidre fjelloppsynsmann Reidar Gran.



I områder i Hedmark (Alvdal, Femunden, Trysil, Trysilvassdraget og Rendalen) er det vesentlig informasjon fra lokale observatører samt egne observasjoner (v. Gøsta Kjellberg), som har bestemt valg av lokaliteter. Det ble dessuten meldt om økende grønske i disse områdene i 1992.

Alle meldinger har gitt samme karakteristikk av lokaliteter der grønsken har økt; små vannforekomster (tjern, mindre innsjøer, bekker og mindre elver) i høyereliggende områder uten påviselige forurensningskilder lokalt i nedbørsfeltet. Derfor ble i alt vesentlig denne type lokaliteter valgt. På grunn av observasjoner av økende grønske i noen større vannforekomster, omfatter de østlige områder også noen slike, bl.a. Femunden, Feragen, Isteren og Sølensjøen.



**Figur 1.** Kart over Oppland og Hedmark fylker med lokaliteter som ble besøkt og prøvetatt høsten 1999.

**Tabell 1.**Liste over prøvetatte lokaliteter med kartreferanser

Lokalitet		Kommune	Kart	UTM		hoh m	prøvetakings- dato
				ØV	NS		
<b>Hol kommune</b>							
Embretstøltjern	innløp	Hol	1516-3	4411	67108	1119	990825
Embretstøltjern	utløp	Hol	1516-3	4428	67104	1119	990825
Holværvatn	innløp	Hol	1516-4	4516	67004	1181	990825
Holværvatn	utløp	Hol	1516-4	4493	67016	1181	990825
Skurdalstjern	utløp	Hol	1515-1	4545	67043	1021	990825
st.3 Rallarvn	elv	Hol	1516-3	4310	67140	1145	990825
Yngelstjønn	utløp	Hol	1416-3	4290	67272	1234	990827
Stølsvann	innsjø	Hol	1516-3	4490	67320	1091	990828
Skarvatjørne	utløp	Hol	1416-2	4270	67283	1294	990827
Skurdevikåi	elv	Eidfjord	1415-1	4237	66972	1175	990827
Mestøltjørni	utløp	Hol	1516-3	4341	67295	1007	990906
<b>V. Slidre</b>							
Skardtjern	littoral	V.Slidre	1617-3	4864	67644	990	990824
Helin	utløp	V.Slidre	1616-4	4867	67627	863	990824
Grønnsen	utløp	V.Slidre	1616-4	4881	67625	876	990824
Grokinntjern	utløp	V.Slidre	1617-2	4946	67703	950	990824
Fiskeløyse	utløp	V.Slidre	1617-2	4934	67704	1038	990824
Rensenn	littoral	V.Slidre	1616-1	4937	67577	922	990824
Nestisvatn	utløp	V.Slidre	1616-4	4877	67623	874	990824
<b>Ø. Slidre</b>							
Fisketjern	utløp	Ø. Slidre	1617-4	4915	68044	1329	990823
Rjupetjern	utløp	Ø. Slidre	1617-4	4893	68015	1210	990823
Stryta	utløp	Ø. Slidre	1617-1	5024	67943	1131	990823
Fjelltjern	utløp	Ø. Slidre	1617-1	5014	67953	1157	990823
Jarnin	utløp	Ø. Slidre	1617-1	5004	67882	854	990823
<b>Alvdal</b> (prosj. 1)							
Langbekken	bekk	Alvdal	1619-3	5694	68877	905	990908
Hautsjø	utløp	Alvdal	1619-3	5714	68868	857	990922
Hautsjø	innløp	Alvdal	1619-3	5687	68866	858	990908

Tabell 1 (forts.)

Lokalitet	Kommune	Kart	UTM		hoh m	prøvetakings- dato
			ØV	NS		
<b>Femunden</b>	(prosj. 2)					
Feragen	4 Røros	1719-1	6470	69318	654	990908
Litjelva	5 Røros	1719-4	6372	69308	647	990908
Skogtjernbekk	6 Røros	1719-1	6415	69320	660	990908
Flæna	7 Os	1719-1	6426	69184	786	990909
Kampbekken	8 Røros	1719-1	6443	69207	790	990909
Steinfjellbekken	9 Røros	1719-1	6423	69208	790	990909
Grådalsbekken	10 Røros	1719-4	6380	69240	740	990909
Ytre Kampbekken	11 Os	1719-1	6442	69195	790	990909
Norvikbekk	12 Røros	1719-1	6425	69213	790	990908
Røa	13 Engerdal	1719-1	6543	69177	665	990910
Røvollbekken	14 Engerdal	1719-1	6538	69145	665	990910
Harrbekken	15 Røros	1719-1	6423	69295	653	990908
Butjønnebekken	16 Engerdal	1719-1	6511	69123	665	990910
Mugga	17 Røros	1719-1	6517	69254	665	990922
Granbekken	18 Røros	1719-1	6545	69185	665	990910
Laurøstvikbekken	19 Røros	1719-1	6505	69205	665	990910
<b>Trysilelva</b>	(prosj. 3)					
Gløta	Engerdal	2018-4	6486	68705	650	990922
<b>Trysil</b>	(prosj. 4)					
Løsgrøna	Trysil	2117-4	3690	67960	495	990922
Flera	Trysil	2117-3	3778	67885	415	991111
<b>Rendalen</b>	(prosj. 5)					
S. Ørsjø	Rendalen	2018-4	6371	68588	815	990922
N. Ørsjø	Rendalen	2018-4	6375	68633	854	990922

## 2.2. Prøvetaking

Undersøkelsen har først og fremst som mål å få kunnskap om "grønsken". Avhengig av hvem som observerer denne, kan betegnelsen omfatte ulike typer planter i vann (trådformede grønnalger, kiselalgebelegg, moser, vanlige karplanter herunder gras, starr, flotgras osv.). Vi konsentrerte oss om trådformede grønnalger, da det er denne gruppen som nevnes hyppigst og er mest synlig i forbindelse med økende grønske og som oftest gir opphav til praktiske problemer med utøvelsen av fisket. Disse er også av interesse fordi de er viktige konkurrenter til de nitrogenfikserende cyanobakteriene om en plass i økosystemet når innholdet av nitrogen i forhold til andre plantenæringsstoffer endres. De trådformede grønnalgene har dessuten vanligvis markerte sesongvariasjoner i mengde, samt er lette å observere og prøveta i felt.

Ved prøvetaking ble det utfylt et feltskjema for hver lokalitet (**vedlegg A**). Dette gir informasjon om vegetasjonen i området, lysforhold på prøvetakingsstedet, hvor i vannforekomsten veksten er mest utviklet, strømhastighet og substrat der grønsken vokser, samt grønskens utseende, lengde, farge og dekningsprosent i prøvetakingsområdet. Opplysningene er systematisert og de fleste inndelt i tallgitte

kategorier (**Tabell 2**). I rennende vann omfattet prøvetakingsområdet vanligvis en 10 m lang strekning i den permanente del av elveleiet. Dekningsprosent av trådalger ble vurdert subjektivt.

På alle lokaliteter ble det tatt prøver av alle makroskopisk synlige trådformede alger. Prøvene ble fiksert med formalin og brakt til laboratoriet for analyse. Det ble også tatt vannprøver for kjemisk analyse.

### **2.3. Analyser, mikroskopering**

Trådalgeprøvene ble analysert i mikroskop. De ulike artene ble identifisert så langt mulig, fortrinnsvis til art. Trådformede alger som må være fertile for å kunne identifiseres, men sjelden blir det i norske vassdrag, ble gitt en arbeidsbetegnelse i samsvar med Israleson 1949. Frekvensen (relativ forekomst) av de ulike artene innen en og samme prøve ble vurdert etter en skala fra 1 til 10. Inneholdt prøven bare en art ble denne gitt mengde 10. I prøver med flere arter ble hver art mengdevurdert etter frekvens i prøven, der total frekvens alltid var 10.

Vannprøvene ble analysert ved NIVA for pH, ledningsevne (konduktivitet), nitrat, total nitrogen, total fosfor, og total organisk karbon. Disse parametre gir indikasjoner på forsuringsgraden og næringsstatus i vannet.

## **3. Resultater og diskusjon**

### **3.1. Begroing**

I alt ble 47 lokaliteter besøkt og prøve ble tatt i 4 områder: Østre- og Vestre Slidre og Hol kommune i Oppland fylke, og Trysilvassdraget og Femundstraktene i Hedmark fylke (**Figur 1**). Både innsjøer og rennende vann ble prøvetatt. De fleste lokalitetene i Oppland var i fjellområder godt over høydegrensen for produktiv skog. I Hedmark lå lokalitene noe lavere, og har furu og bjørkeskog i nedbørfeltet. Noen av lokalitene kan være påvirket av seterdrift i nedbørfeltet, men ellers er det bare liten grad av menneskelig påvirkningen. Unntak utgjør Hådalsvassdraget ved Røros (Feragen, Litjelva) og Lønsgrova i Trysil der det tilkommer noe næringssaltutslipp fra bebyggelse og jordbruk.



**Figur 2.** Øverst: Fisketjern, Østre Slidre, et typisk fjellvann prøvetatt august 1999. Nederst: utløpet til Helin, Vestre Slidre, med karakteristisk trådformede lysegrønne alger på bunnen. Foto: R. Wright, NIVA.



**Figur 3.** Venstre: Utløpet av Grokinn, Vestre Slidre. Foto: R. Wright, NIVA. Høyre: Alge fanget i fiskegarn ved Nordre Ørsjøen, Rendalen, september 1999. Foto: O. Nashaug.

#### *Generelle observasjoner*

Typisk for mange av de undersøkte lokalitetene var tydelig dekning av grønn og lys grønn trådformet algevekst som vokste på bunnen, gjerne på stor stein og svaberg i rennende vann. Særlig påfallende var begroingen i stryk like ved utløpet av innsjøene. I selve innsjøene har lokale observatører rapportert om økt begroing med slimete garn og økning i vannplantene (makrovegetasjon) de senere år. Vi har ikke tidligere vært klar over den markerte økningen i makrovegetasjonen. Grunnen er trolig at betegnelsen "grønske" har vært brukt om denne vekstformen også, ikke bare om algevekst. Nærmere undersøkelser viser at mindre tjern, innsjøer og stilleflytende partier i elver gror igjen av vannplanter, som starr, siv, flotgrass, vassoleie og krypsiv (**Vedlegg B**). Et flertall observasjoner kan tyde på at i enkelte områder kan denne økningen i planteveksten være like utbredt som økt algevekst. I denne undersøkelsen har vi bare konsentrert oppmerksomheten om den økte algeveksten. **Vedlegg B** gir en detaljert beskrivelse av grønskeveksten og tidsutviklingen i områdene i Hedmark. Det gis også referanser til lokale observatører. Tilsvarende beskrivelser av forholdene og utviklingen er gitt av flere observatører i Oppland, men ikke gjengitt her.

**Tabell 2** gir en karakteristikk av lokalitetene og algeveksten. I bekker og elver var algenes voksested vesentlig i stryk og utløp av innsjøer, der strømhastigheten karakteriseres ved rolige, hurtige og til dels fossende stryk. Lysforholdene var gjennomgående gode. Substratet var vesentlig store stein (20-40 cm) og svaberg, men også mindre stein (2-20cm) var vanlig. Bortsett fra Femunden-området, der elver med bredde opp til 20 m hadde masseforekomst av alger, ble stor algevekst oftest observert i mindre elver og bekker med bredde under 5 m. Veksten hadde oftest form av lys grønne tråder og glatt

overtrekk på stein. Trådene var oftest 10-25 cm lange, men også trådlengder på 5-10 og 25-50 cm var vanlig. Dekningsprosenten i prøveområdet varierte fra 0 til 100. Den var gjennomgående lavere i Hol (42 % i snitt) og Vestre- og Østre Slidre (44 %) enn i Femunden og Trysil områdene, som i snitt hadde en dekningsprosent på 82 % i rennende vann.

Bare få innsjølokaliteter ble undersøkt og karakterisert. I Hol, Østre- og Vestre Slidre var påfallende algevekst i innsjøer begrenset til mindre "belter" i littoralsonen. Ingen masseforekomst av skyer fritt i vannet eller algematter på bunnen eventuelt fritt i vannet ble observert. Det ble imidlertid rapportert om dramatiske tilstander i Stølsvatn (Olsenvatn) i august med store påslag av trådformede alger i garn som stod i innsjøen. Det bekreftes fra folk som har fisket i denne innsjøen i nær 50 år at påslag av grønske i garna har økt de senere år, men noe liknende som i 1999 har de aldri opplevd. Innsjøer som Femunden, Sølsjøen, Isteren og Feragen har fått økt algebegroing langs strendene (littoralsonen) hvor det til tider er mindre belter av lys grønne trådformede alger. I samtlige innsjøer er algene i perioder til sjananse da de fester seg i fiskegarn og gjør strendene sleipe og glatte.

#### *Artssammensetning av trådformede alger*

Det ble registrert i alt 29 taksa (arter og grupper av arter) av trådformede alger, 2 var kislealger resten trådformede grønnalger (**vedlegg C**). De representerer et stort spekter med hensyn til pH (Lindstrøm 1992), fra *Zygonium* sp3, *Microspora palustris* var *minor* og *Binuclearia tectorum* som alle har størst forekomst i surt vann, gjerne med pH rundt 5.0-5,5, til *Drapharnadlia glomerata*, *Ulothrix zonata* og *Microspora amoena* som knapt er registrert i vann med pH under 7.0.

De fleste vokser i vann med liten næringssaltbelastning. Unntak er *Microspora amoena* og *Ulothrix zonata* som har et vidt spekter med hensyn til vannets innhold av fosfor og nitrogen og får økt frekvens i vannforekomsten når innholdet av fosfor (tot-P) er 10 µg/L eller høyere (Lindstrøm 1999b). Det er flere ganger rapportert om masseforekomst av *Microspora amoena* i vann med høyt næringssaltinnhold. Flere av de andre trådalgene kan også danne masseforekomst. Mest vanlig og kjent i den sammenheng er *Zygonium* sp3. Den har hvert år siden undersøkelsene startet i 1995 dannet masseforekomst i hele eller deler av Tovdalsvassdraget (Brandrud et al. 1999). Den danner også masseforekomst i flere andre vassdrag på Sør- og Sørvestlandet.

Bortsett fra *Zygnema* b, som forekom på 25 av totalt 47 lokaliteter, var ingen alger spesielt vanlige. Vanligst etter *Zygnema* b var *Mougetia* e som forekom på 10 lokaliteter og *Microspora palustris* var *minor* på 11 lokaliteter. 7 taksa opptrådte bare på 1 lokalitet. Bortsett fra de forsursbegunstigede artene *M. palustris* var *minor* og *Zygonium* sp3 (Lindstrøm 1993), som hadde størst forekomst i henholdsvis Femunden- og Rendalen-området, var den geografiske spredningen av artene gjennomgående stor.

Den langt vanligste algen *Zygnema* b ble observert i alle geografiske områder, men hadde størst frekvens i Hol kommune. *Zygnema* b er kjent som en god indikator på god vannkvalitet, med pH alltid over 6 (gjerne høyere) og lavt næringssaltinnhold. Det gjelder særlig vannets innhold av fosfor som er under 7 µg/L (vanligvis lavere) der *Zygnema* b trives (Lindstrøm 1999b). Øker innholdet av fosfor forsvinner den. Den er vanligst i rennende vann, det var den også i denne undersøkelsen. Den kan gjerne ha stor forekomst, men er ikke kjent som en typisk danner av masseforekomst. I denne undersøkelsen så den ut til å være vanligst på lokaliteter der algeveksten dekket en mindre del av prøveområdet.

**Tabell 2.** Lokalteter med karakteristikk av algeveksten samt dekningsprosent, høsten 1999 i Hedmark og Oppland fylker (tabellforklaring, se tabellslutt)

Lokalitet	Type	Voksested	Lysforhold	Substrat 1-6	Bredde m	Strømh. 1-5	Vekst type	Vekst farge	Vekst lengde 1-6	Dekning %
<b>Hol kommune</b>										
Embretstøltjern	bekk	innløp	G	3,4	2	3	tr,ov	lys grønn	3	25
Embretstøltjern	innsjø	løst i innsj	G	løst			tr	lys grønn	5,6	2
Embretstøltjern	innsjø	i bukt	G	6			tr	lys grønn	5,6	5
Embretstøltjern	elv	utløp	G	4,5,6	3	3	tr,ov	brunlilla	4	40
Holværsvatn	utløp A	utløp	G	4,løst	2	3	tr	lys grønn	4,5,6	80
Holværsvatn	utløp B	utløp	G	4	2	3	dusker	grålig	2	20
Skurdalstjerne	tjern	littoral	G	3			tr,ov	lys grønn	2	belte
Skurdalstjerne	utløp	utløp	G	4,5	2	3	tr,ov	lys grønn	4	60
st. 3 Rallarvegen v Gråskallen	elv	stryk	G	4,5	4	4	tr	lys grønn	2	5
Yngelstjønn	innsjø	utløp	G	4,5			tr,ov			ikke oppl.
Olsenvatn	innsjø	på garn	G	garn			belegg	lys grønn	3,4	"masse"
Olsenvatn	bekk	innløp	G		2		tr	lys grønn	4	70
Skarvatjørn	tjern	utløp	G							0
Skurdevikåi	elv	stryk	G				tr	mørk grønn		5
Toftetjønn	elv	mellom T. og Mestølt.	G	3,4	5	4	tr,du	lys&m gr	2	80
<b>Vestre Slidre:</b>										
Skardtjern	tjern	bukt	G	5,6			tr,sky	lys grønn	3	sky bukt
Helin	elv	utløp	G	3,4	3	3,4	tr	lys grønn	3,4	70
Grønnsen	elv	utløp	M	3,4,5	4	3	tr,du	lys grønn	2	30
Grokinntjern	bekk	utløp	G	3,4	1	3	tr	lys grønn	3,4	70
Fiskeløyse	innsjø	littoral	G	3,4			tr	lys grønn	2	belte
Fiskeløyse	bekk	utløp	G	4,5	2	3,4	tr	lys grønn	3,4	50
Rensend	innsjø	littoral	G	4,5,6			tr	lys&m gr		belte
Nestisvatn	elv	innløp	G	4,5	2	3,4	tr,ov	lys&m gr	3,4	30
<b>Østre Slidre:</b>										
Fisketjern	elv	utløp	G	5	3	3	tr,sky,ov	mørk grønn	3	35
Rjupetjern	bekk	utløp	G	3,4	4	3	tr,ov	mørk grønn	3	30
Stryta	bekk	utløp	G	4,5	3	3	tr/ov	mørk grønn	3,4	50
Fjelltjern	elv	utløp	G	4,5	4	3	tr	lys grønn	3	30
Fjelltjern	elv	stryk	G	4,5	4	3	tr	lys grønn	2	20
Jarvin	elv	utløp	G	4,5	7	3	tr,du,ov	lys grønn	3,4,5	70
<b>Alvdal område 1</b>										
Langbekken	bekk	hele elva	M	3,4	2	4	tr,ov	lys grønn	4	70
Høstsjø	bekk	utløp	G	3,4	4	4	tr,du,ov	lys grønn	4	90
Høstsjø	bekk	innløp	G	4	3	5	tr,ov	lys grønn	4	50
<b>Femunden område 2</b>										
Feragen	elv	utløp	G	4,5	12	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	80
Litjelva	elv	stryk	G	4,5	20	4	tr,ov	lys grønn	4,5	60
Skogtjernbekken	bekk	stryk	D	4	1	4,5	tr,ov	lys grønn	4	100
Flena	bekk	utløp	M	4,5	4	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	90
Kampbekken	bekk	stryk	G	4,5	1	5	tr	lys grønn	4,5,6	100
Steinfjellbekken	bekk	stryk	Ms	4	1	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	80
Grådalsbekken	bekk	stryk	G	3,4	3	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5,6	90
Ytre Kampbekken	bekk	stryk	G	4,5	1	4,5	tr	lys grønn	3,4,5	80
Norvikbekken	bekk	stryk	M	4	1	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	100
Røa	elv	stryk	G	4,5	22	4,5	tr,ov	lys grønn	3,4,5	90
Røvollbekken	bekk	stryk	G	4,5	2	4,5	tr,ov	lys grønn	3,4,5	80
Harrbekken	bekk	stryk	M	4,5	3	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	100
Hyttebekken	bekk	stryk	M	4	1	5	tr,ov	lys grønn	3,4	60
Mugga	elv	stryk	M	4	12	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5,6	60
Granbekken	bekk	stryk	G	4	2	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	60
Ørnkjøldoddbekk	bekk	stryk	M	4,5	2	4,5	tr,ov	lys grønn	3,4,5	90
Femunden, Nordv.	innsjø	vik	G	3			tr	lys grønn	2,3	40



**Tabell 2. (forts.)**

Lokalitet	Type	Voksested	Lysforhold	Substrat 1-6	Bredde m	Strømh. 1-5	Vekst type	Vekst farge	Vekst lengde 1-6	Vekst dekning %
<b>Trysilelva</b>	<b>område 3</b>									
Gløta	elv	hele elva	G	4,5	15	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5,6	70
<b>Trysil</b>	<b>område 4</b>									
Flera	elv	stryk	G	4,5,6	6	4	tr	mørk grønn	4	80
Lønsgrøna	elv	stryk	G	3,4	5	3,4	tr	mørk grønn	5	90
<b>Rendalen</b>	<b>område 5</b>									
Søljensjøbekk	bekk	stryk	M	4	1	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	100
Ørsjø S.	elv	utløp	G	4,5	2	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	90
Ørsjø N.	bekk	stryk	G	2,3	2	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	60
Ørsjø N.	elv	utløp	G	3,4	2	4,5	tr,ov	lys grønn	4,5	90
Isteren	innsjø	bukt	G	3			tr	grønn	4,5	90

Tabellforklaring:

*Lysforhold:* G=gode, M=middels, D=dårlige.

*Substrat:* 1=sand/leire, 2=grus(0,2-2cm), 2=små stein(2-20), 3=stor stein(20-40), 5=blokk/svae, 6=planter

*Strømhastighet:* 1=stillestående, 2=langsomt flytende, 3=rolig stryk, 4= hurtig stryk, 5=fossende

*Vekst type:* tr=tråder, kl=klumper, sk=skyer, du=dusker, be=belegg, ov=glatt overtrekk på stein

*Vekst lengde i cm:* 1=<1, 2=1-5, 3=5-10, 4=10-25, 5=25-50, 6=>50

### 3.2. Vannkjemi

De fleste vannprøver hadde en kjemisk sammensetning som er typisk for fjellvann i nordre del av Østlandet (Skjelkvåle et al. 1996). Konduktivitet (ledningsevne) gir et godt mål for totalt innhold av ioner. De fleste vann hadde konduktivitet under 3 mS/m. De 3 prøvene fra Alvdal skiller seg ut med høy konduktivitet. I en regional undersøkelse av 1500 innsjøer utført i 1995 hadde 50% av innsjøene på Østlandet konduktivitet under 1.7 mS/m (Skjelkvåle et al. 1996). Likeledes var pH i de fleste prøvene mellom 5,5 og 7,0 i likhet med innsjøene på Østlandet. Her igjen danner de 3 prøver fra Alvdal unntak med pH over 7,5. To av tilløpsbekkene til Femunden hadde pH under 5,5.

Med unntak av en prøve (Lønsgrøna ved Trysil) hadde samtlige prøver lave, tildels ekstremt lave konsentrasjoner av næringssaltene fosfor (tot-P) og nitrat (NO<sub>3</sub>-N). Median tot-P konsentrasjon i innsjøer på Østlandet er 5 µg/l (Skjelkvåle et al. 1996). Bare en prøve (Lønsgrøna ved Trysil) hadde merkbart høyere tot-P konsentrasjon, noe som tyder på lokal forurensingspåvirkning. Også nitrat konsentrasjonene var lave (under 10 µgN/l) i de fleste prøvene. Mange av lokalitetene med høye NO<sub>3</sub> konsentrasjoner er i Hol kommune. Median nitrat konsentrasjon i innsjøer på Østlandet er 16 µg/l (Skjelkvåle et al. 1996).

**Tabell 3.** Konsentrasjoner av nøkkelparametre i vannprøver. Verdier av tot-P og NO<sub>3</sub>-N som var under dekteksjonsgrense (1 µg/l) ble satt til 0.5 µg/l. Kond=konduktivitet.

<b>Lokalitet</b>		<b>pH</b>	<b>kond</b> <b>mS/m</b>	<b>tot-P</b> <b>µg/l</b>	<b>tot-N</b> <b>µg/l</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N</b> <b>µg/l</b>	<b>TOC</b> <b>mg/l</b>	<b>NO<sub>3</sub>/</b> <b>tot-P</b>
<b>Hol kommune</b>								
Embretstøltjern	innløp	6.81	1.41	0.5	75	25	0.54	50.0
Embretstøltjern	utløp	6.77	1.29	2	77	5	0.65	2.5
Holværvatn	innløp	7.31	4.88	1	144	35	1.70	35.0
Holværvatn	utløp	7.02	2.55	2	160	3	1.60	1.5
Skurdalstjern	utløp	7.1	2.56	2	137	0.5	0.26	0.3
st.3 Rallarvn	elv	6.82	1.33	0.5	48	13	0.26	26.0
Yngelstjønn	utløp	6.98	1.59	1	90	12	0.37	12.0
Stølsvann	innsjø	6.55	0.87	6	149	21	1.00	3.5
Skarvatjørne	utløp	6.34	0.71	0.5	143	86	0.19	172.0
Skurdevikåi	elv	6.69	1.79	1	104	56	0.43	56.0
Mestøltjørni	utløp	7.07	2.11	2	63	8	0.56	4.0
<b>V. Slidre</b>								
Skardtjern	littoral	6.39	0.84	3	135	0.5	1.80	0.2
Helin	utløp	6.98	2.04	2	137	27	1.10	13.5
Grønnsen	utløp	6.65	1.26	5	165	0.5	2.50	0.1
Grokintjern	utløp	6.78	1.39	4	165	0.5	1.80	0.1
Fiskeløyse	utløp	6.77	1.32	2	123	4	1.40	2.0
Rensenn	littoral	6.67	1.26	5	220	0.5	3.50	0.1
Nestisvatn	utløp	6.75	1.22	4	137	6	2.20	1.5
<b>Ø. Slidre</b>								
Fisketjern	utløp	6.79	1.09	6	149	6	1.50	1.0
Rjupetjern	utløp	6.79	1.25	5	132	0.5	1.30	0.1
Stryta	utløp	6.54	0.75	3	129	0.5	2.00	0.2
Fjelltjern	utløp	6.5	0.8	5	175	0.5	2.40	0.1
Jarnin	utløp	6.72	1.17	2	123	0.5	2.20	0.3
<b>Alvdal (prosj. 1)</b>								
Langbekken	bekk	7.64	10.3	2	114	4	1.30	2.0
Haustsjø	utløp	7.69	9.04	3	190	1	2.10	0.3
Haustsjø	innløp	7.72	9.27	1	108	18	1.40	18.0

Tabell 3. (forts.)

Lokalitet		pH	kond mS/m	tot-P µg/l	tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	TOC mg/l	NO <sub>3</sub> / tot-P
<b>Femunden</b>	(prosj. 2)							
Feragen		4	6.91	1.76	8	190	13	3.00
Litjelva		5	6.93	1.91	4	165	3	3.40
Skogtjernbekk		6	5.81	1.09	4	195	2	7.30
Flæna		7	5.76	0.74	3	134	11	2.50
Kampbekken		8	5.34	0.69	4	160	3	3.20
Steinfjellbekken		9	5.74	0.88	5	165	3	4.40
Grådalsbekken		10	6.84	2.34	3	92	4	2.10
Ytre Kampbekke		11	5.68	0.7	3	108	3	3.00
Norvikbekk		12	5.38	1.12	6	134	3	4.60
Røa		13	6.76	1.48	3	132	12	1.70
Røvollbekken		14	6.71	1.07	5	116	7	1.60
Harrbekken		15	6.56	1.43	2	160	2	3.10
Butjønnbekken		16	6.37	0.75	2	86	2	1.90
Mugga		17	6.15	0.78	4	140	2	2.60
Granbekken		18	7.06	2.33	3	165	26	2.60
Laurøstvikbekker		19	5.15	0.86	4	108	0.5	4.40
<b>Trysilelva</b>	(prosj. 3)							
Gløta			6.75	1.58	4	285	83	2.20
<b>Trysil</b>	(prosj. 4)							
Lømgrøna			7.14	3.94	26	200	0.5	11.60
Flera			5.76	0.74	3	134	11	2.50
<b>Rendalen</b>	(prosj. 5)							
S. Ørsjø			5.35	0.64	3	110	8	1.20
N. Ørsjø			7.16	2.05	4	116	6	1.80

### 3.3. Sammenheng alger og vannkjemi

Det er ingen statistisk signifikant sammenheng mellom NO<sub>3</sub>-N, tot-P, eller TOC konsentrasjon i vann og dekningsprosent av alger (**Figur 4**). Hypotesen at lokaliteter med stor algevekst har høye nitratverdier må derfor forkastes.

Fenomenet "økt grønske i fjellet" lar seg ikke forklare på en enkel måte. Det er således lik de fleste andre problemstillinger som vedrører kompliserte biologiske samfunn i bredt utvalg av habitater. Undersøkelsen har imidlertid gitt data som på ulike plan øker vår kunnskap om problemstillingen og dessuten kan være retningsgivende for videre arbeid.

Algevekst i næringsfattig vann, som dem vi har undersøkt, er vanligvis begrenset av næringsalter, primært fosfor og nitrogen. Men en rekke andre faktorer kan også påvirke veksten og artssammenstningen. Slike faktorer er giftstoffer, beiting, partikler, lys, temperatur, substratstabilitet og type, samt veksthemmere skilt ut av andre organismer.

Et bredt spekter av trådalger hadde stor forekomst på lokaliteter med økende grønske. En sammenstilling av vannkjemiske forhold for 8 av de vanligste algene i materialet (**Tabell 4**) bekrefter tidligere observasjoner om disse algenes preferanse med hensyn til vannkjemisk. Data, justert for algenes frekvens i prøvene, viser at de hadde svært ulike preferanser for pH, fra vel 5 til over 7. De vokste imidlertid alle i vann med lavt næringssaltinnhold. Unntatt er *Microspora amoena* som dannet masseforekomst i Lønsgrøna (Trysil) der innholdet av tot-P var 26 µg/l. Det er som nevnt, kjent at *M. amoena* kan få stor forekomst i vann med høyt næringssaltinnhold. Denne lokaliteten inngår derfor ikke i de følgende vurderinger.

Nyere forskning tilsier at forholdet mellom løst uorganisk nitrogen og total fosfor gir en bedre indikasjon, enn tot-N/tot-P, på hvilket næringsstoff som er primært begrensende for planteveksten (Blomqvist et al. 1993, Axler et al. 1994, Hall and Cox 1995, Hall and Payne 1997). Ammonium er ikke målt, men er antagelig meget lavt, som i de fleste norske vannforekomster. Derfor brukes nitrat som mål på løst uorganisk nitrogen. Generellt er det slik at hvis forholdet NO<sub>3</sub>/tot-P er under 1,5 er vannet primært nitrogen begrenset, hvis forholdet er 1,5 til 4 er vannet vekslende N og P begrenset, mens vannet er primært P begrenset hvis forholdet er over 4.

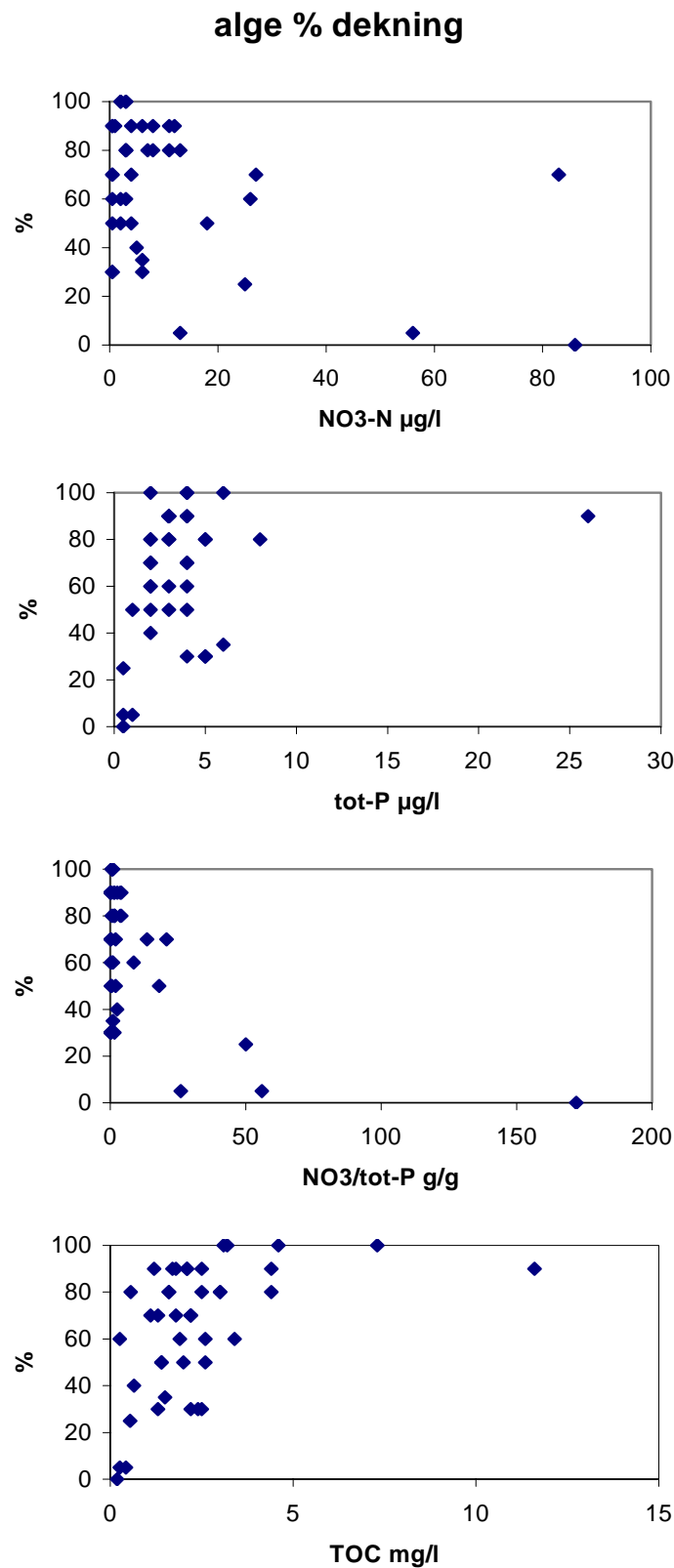
Våre data indikerer at de 5 algene øverst i **Tabell 4** vokste i primært N begrenset vann da prøvene ble tatt. Bare *Zygnema b* (den vanligste algen i materialet) vokste i hht NO<sub>3</sub>-N/tot-P forholdet i primært P begrenset vann. En annen vanlig alge *Mougeotia d/e* var vekslende N og P begrenset.

Skal man tolke dette bør man ha minst 3 forhold helt klart:

- mange alger har evne til å ta opp og lagre mer P enn de bruker i øyeblikket, "luksusopptak" av P (Hecky and Kilham 1988, Bjørnsæter and Wheeler 1990, Hawes and Smith 1993, Hall and Payne 1997, Kahlert 1998)
- vannets innhold av løst uorganisk nitrogen (nitrat) veksler gjennom året og har vanligvis et klart minimum om sommeren når vegetasjonen (på land og i vann) har maksimal opptakskapasitet for næringsalter
- deponisjonen av nitrogen har økt de senere år

Vannet ser ut til å være primært nitrogenbegrenset sent på sommeren. Vi vet lite om varigheten av nitrogenbegrensningen, men data fra andre områder tilsier at dette endres gjennom året og at vannet ut fra liknende beregninger som i **Tabell 4** er primært P begrenset vår, tidlig sommer og sen høst (Lindstrøm 1996). Fordi nitrogendeponisjonen har økt, er det også rimelig å anta at perioden med primær nitrogenbegrensning er kortere nå enn tidligere. Det skulle i seg selv gi grunnlag for mer vekst hvis fosfortilførselen er uendret. I tilfelle at algene har evne til luksusopptak av fosfor kan økt periode med tilgjengelig nitrogen gi bedre utnyttelse av eventuelt lager av fosfor. Alger med stor affinitet for fosfor (konkurrerer godt i næringsfattig vann - som i vår undersøkelse) vil dessuten ha en konkurransemessig fordel under slike forhold.

Ut fra denne argumentasjonen kan nitrogenbegrensning i små vannforekomster i fjellet med mye algevekst sent på sommeren, være en indikasjon på at økt tilgang på nitrogen har gitt økt forekomst av grønske. Et nærliggende motargument er vannforekomster som har høyt innhold av løst uorganisk nitrogen, men allikevel ingen påfallende grønske. For det første kan fosforinnholdet være begrenset lavt. I tillegg kan, som nevnt tidligere, en rekke andre forhold begrense algeveksten.



**Figur 4.** Dekningsgrad (%) av trådalger i forhold til  $\text{NO}_3\text{-N}$ , tot-P,  $\text{NO}_3/\text{tot-P}$  og TOC i vannprøvene.

Den vanligste algen i materialet vårt, *Zygnema* b, skilte seg ut med forekomst i vann som hadde forholdsvis høyt innhold av nitrat og i snitt så høyt  $\text{NO}_3\text{-N}/\text{tot-P}$  forhold at det tilsier P begrensning (**Tabell 4**). Det er så langt ingen forklaring på dette bortsett fra at *Zygnema* b muligens ikke konkurrerer like godt som de øvrige algene i vann som er nitrogenbegrenset i perioder. Dens preferanse for vann med lavt fosforinnhold er som nevnt, godt kjent. En annen pussighet er at *Zygnema* b til tross for høy frekvens i prøvematerialet, stort sett forekommmer på lokaliteter med forholdsvis liten dekning av alger. Justeres tallet for *Zygnemas* frekvens i prøven, blir deknningen i snitt 38 % (mot vel 40 % for lokalitetene i Oppland og 82 % for Femunden /Trysil).

**Tabell 4.** Vannkjemiske forhold (gjennomsnitt) for 8 trådformede grønnalger. Data justert for algens frekvens (1-10) i algeprøvene, se vedlegg C.

Trådformet grønnalge	antall obs	pH	kond	tot-P	tot-N	$\text{NO}_3\text{-N}$	TOC	$\text{NO}_3\text{-N}/\text{tot-P}$
Zygonium sp3 (15-18 $\mu$ )	2	5,4	1,12	6,0	134,0	3,0	4,60	0,50
Microspora palustris var minor	9	5,5	0,88	4,4	146,1	2,3	4,45	0,53
Binuclearia tectorum	2	5,7	0,90	3,5	151,5	2,5	5,15	0,71
Mougeotia a (alle typer)	9	6,6	1,30	3,7	131,9	2,5	1,86	0,67
Spirogyra lapponica	3	6,7	1,18	4,1	140,5	5,5	2,22	1,34
Zygnema b (cf. melanosporum)	25	6,9	1,82	3,0	132,7	13,5	1,42	4,48
Mougeotia d/e (28-35 $\mu$ )	11	7,1	4,69	2,7	145,3	5,0	1,98	1,86
Microspora amoena	2	7,1	3,79	23,9	190,2	0,8	10,7	0,03

### 3.4. Tålegrenser som begrep i forbindelse med økt grønske i fjellet

I tålegrensebegrepet inngår at uønskede effekter på økosystemene skal unngås. Økt plantevekst i fjellvann kan ha minst 3 typer av uønskede effekter:

#### 1. Signaleffekter, innvirkning på rekreasjonsverdi.

Økt grønske kan forringe vannets rekreasjonsverdi. Hvis grønsken er massiv er vannet lite tiltalende.

#### 2. Praktiske problemer, innvirkning på bruksverdi.

Det er mange rapporter fra uavhengige kilder om at den økte grønsken skaper praktiske problemer (**vedlegg B**). Det gjelder særlig for utøvelsen av fiske ved at liner, kroker o.l. henger seg opp i grønsken. Størst problemer oppstår når garn som står ute i innsjøer får massive påslag av grønske. Garn blir oftest lett synlige og fisker derfor dårlig. De er dessuten svært vanskelig å rengjøre. Det fins eksempler på at man har måttet gi opp å garnfiske på grunn av gjentatte uhåndterlige påslag av grønske. Steinene i strandsonen og særlig i elver og bekker kan dessuten bli så glatte at det kan være vanskelig, i blant direkte farlig, å ferdes i/langs vassdragene. Dette er særlig utpreget i regn, da kan gammel inntørket algebegroing bløtes opp og gjøre strender og elver farlig glatte.

#### 3. Funksjonelle endringer.

Den økte grønsken gir et signal om at det foregår en endring i naturen. Hvorvidt den økte grønsken ledsages av funksjonelle endringer i økosystemet vet vi svært lite om. Spredte observasjoner tilsier at økt forekomst av trådformede grønnalger skjer på bekostning av de nitrogenfikserende cyanobakteriene. Kunnskapen om slike og liknende endringer i næringsbalansen er liten. Mye grønske kan føre til gjengroing av gyteplasser og redusere gytemulighetene, spesielt for harr og ørret. Dette er ikke dokumentert. Videre mener mange at bunndyrene blir skadelidende og at fisken derved får redusert tilgang på føde. Dette er heller ikke dokumentert.

Kunnskapen om og erfaringen med denne type problemstillinger er så langt for liten til generelt estimat av tålegrenser for nitrogen for den økte grønsken i fjellet. Vi vet heller ikke om økt N tilførsel har forårsaket disse endringer. Det kan like godt være endringer i klima (naturlige klima sykluser, temperatur, lysforhold), bruksendringer (endret beitemønster eller tetthet), eller biologiske faktorer.

## 4. Konklusjoner og forslag til videre arbeid

Erfarne fjellfolk har kommet med en rekke uavhengige og likelydende meldinger om økt grønske de siste 15-30 år. På tross av at det mangler systematisk dokumentasjon av økt grønske i fjellet, er det ingen grunn til å tvile på at det har skjedd en økning i grønskeveksten de senere år. Av de miljøfaktorer som er endret i samme periode og i samme områder, er deponisjon og antagelig også avrenning av nitrogen. Våre resultater gir imidlertid ikke holdepunkter for å knytte økt grønske direkte til økt N deponisjon.

Gjennom undersøkelsen har vi fått kunnskap om hva grønsken består av og hvordan den arter seg. To vekstformer synes viktige. Den ene er fastsittende alger. I rennende vann opptrer disse vesentlig som lysegrønne tråder og sleipe glatteovertrekk på stein i foss- og strykpartier i bekker og mindre elver. Dette er særlig framtrædende i utløpsosene. I stillestående vann er det skyer løst i vannet (gjerne i grunne bukter og vikar) eller tråder festet til planter, eller tepper/matter som dels ligger nær innsjøbunnen og dels flyter opp til vannoverflaten, samt grønne belter i littoralsonen av varierende utbredelse og mektighet. Den andre vekstformen, karplanter som starr, siv, gras o.l. i grunne områder av innsjøer og elver har vi ikke undersøkt, men vi har fått opplysninger som tilsier at dette er vanligere enn tidligere antatt.

Trådalgeveksten består i alt vesentlig av trådformede grønnalger. Et stort antall arter inngår, i vår undersøkelse hadde den enkelte lokalitet fra 1 til 6 arter. Disse representerer et vidt spekter mht. pH, men alle vokser vanligvis i vann med lavt næringssaltnivå.

Gjennomgående  $\text{NO}_3\text{-N}/\text{tot-P}$  forhold under 1,5 på lokaliteter med mye grønske tilsier at veksten var primært N (ikke P) begrenset på det tidspunkt prøvene ble tatt. Dette er i samsvar med nyere undersøkelser som tilsier at også nitrogen (ikke bare P) er i underskudd i perioder og at det er potensiale for økt vekst dersom nitrogentilførselen øker. Dette sannsynliggjør, at den økte nitrogendeponisjonen de senere år har gitt grunnlag for økt plantevekst.

Av andre forhold som kan forklare den økte planteveksten nevnes endrede driftsrutiner i fjellet, bl.a. økt gjødsling i forbindelse med seterdrift og kalking av beitemark. Et flertall av lokaliteter med økt vekst ligger imidlertid utenfor områder med seterdrift, og de fleste lokalitetene er ikke kalket. Betydningen av eventuelle klimaendringer er ikke vurdert.

### *Forslag til videre arbeid*

Skal man forstå mer av hva som skjer med "grønsken" (algeveksten) bør flere forhold undersøkes:

- utviklingen gjennom året og variasjoner fra år til år, sett bl.a. i forhold til klimatiske forhold og deponisjon av nitrogen (det er meldt om store variasjoner i grønsken gjennom året og fra år til år)
- elementsammensetning (C/N/P) i algene kan si noe om hvilket næringsstoff som er vekstbegrensende
- hva skjer ved tilførsel av biologisk lett tilgjengelig nitrogen på en tid av året da nitrogen ser ut til å være i underskudd

*Utviklingen gjennom året/fra år til år:* Grønskeveksten bør følges gjennom vekstperioden på et utvalg lokaliteter der vi vet at grønsken har økt. Lokalitetene bør legges til områder der det (kan) tas kjemiprøver jevnlig. For å få bedre kontroll med fosfordeposisjonen bør et par lokaliteter legges i forbindelse med de nyopprettede stasjoner for måling av fosfordeposisjon (Skiple and Lükewille 1999, T.J. Oredalen pers. med.).

*Innhold av næringssalter:* Innhold i algeveksten av elementært karbon, nitrogen og fosfor har vist seg å være et godt mål på vannets innhold av disse næringssaltene (Bjørnsæter and Wheeler 1990, Fong et al. 1994, Hall and Cox 1995, Kahlert 1998). Observasjoner i norske vassdrag, i forbindelse med felteksperimenter (Lindstrøm et al. 1994; Lindstrøm 1996, Dahl-Hansen et al. 1998) og ved målinger av naturlig forekommende trådagler (Lindstrøm & Johansen 1999 og upubliserte data) tilsier at dette også er tilfellet i Norge. Det foreslås derfor at det algemateriale som samles inn i forbindelse med ovenfor foreslåtte sesongobservasjoner av grønnskeveksten, måles for innhold av karbon, nitrogen og fosfor.

*Tilførsel av biologisk tilgjengelig nitrogen:* To typer feltforsøk med tilsetning av næringssalter er anvendt de senere år. Begge benytter agar tilsatt næringssalter som næringskilde, der næringen diffunderer langsomt gjennom agaren og ut i vannet. Den ene typen er designet for rennende vann og er prøvet i Norge (Lindstrøm and Johansen 1995). Det gjenstår noe utprøving av de metodiske betingelser, men vi har gode erfaringer med metoden og anser det ikke urealistisk å få et godt fungerende metodisk oppsett. Den andre typen, som er designet for stillestående vann (lukkede keramikpotter fylt med agar tilsatt næringssalter), er også anvendt ved forsøk i Norge og fungerer nå meget bra (Lindstrøm 1996, Dahl-Hansen et al. 1998). Vi anbefaler denne type metodikk i feltforsøk i et/flere vassdrag i fjellet som har et DIN/tot-P (løst uorganisk nitrogen/total fosfor) forhold som tilsier nitrogenbegrensning i deler av vekstperioden. Vi anbefaler tilsetning av både N og P.

*Andre forhold som bør undersøkes.* En bør også undersøke betydningen av grønsken på gyte plassene. Er det slik at gyte plassen gror igjen, og i tilfelle, hvilken betydning har det for reproduksjonen av de fiskeslag som påstås mest berørte av grønsken (harr og ørret)? En bør også undersøke hvilken betydning grønsken kan ha for bunndyrfaunaen. Kan grønsken føre til endret bunndyrproduksjon og derved til endret næringsgrunnlag for fisken?

## 5. Referanser

- Axler, R. P., Rose, C., and Tikkanen, C. A. 1994. Phytoplankton nutrient deficiency as related to atmospheric nitrogen deposition in northern Minnesota acid-sensitive lakes. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* **51**: 1281-1296.
- Bjørnsæter, B-R. and Wheeler, P. A. 1990. Effect of nitrogen and phosphorus supply on growth and tissue composition of *Ulva fenestrata* and *Enteromorpha intestinalis* (Ulvales, Chlorophyta). *J.Phycol.* **26**: 603-611.
- Blomqvist, P., Russel, T. B., Olofsson, H., Stensdotter, U., and Vrede, K. 1993. Pelagic ecosystem response to nutrient additions in acidified and limed lakes in Sweden. *Ambio* **20**: 283-289.
- Brandrud, T. E., Raddum, G, Halvorsen, G., Brettum, P., Dolmen, D., Lindstrøm, E-A., Sloreid, S-E., Schnell, Ø. A., and Walseng, B. 1999. Effekter av kalking på biologisk mangfold. Basisundersøkelser i Tovdalsvassdraget i 1995-96. FOU Rapport, Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim. i trykk pp.



- Chetelat, J., Pick F.R., Morin A., and Hamilton P.B. 1999. Periphyton biomass and community composition in rivers of different nutrient status. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* **56**: 560-569.
- Dahl-Hansen, G. A., Brettum, P., Lindstrøm, E-A., Mjelde, M., Nygaard, K., Primicerio, R., Solheim, A. L., Aanes, K. J., and Berge, D. 1998. Limnocult - 1997. Fase II: Effekter etter ett år med nærings salt-anrikning av et næringsfattig røyevassdrag. Akvaplan-Niva, R.nr. 543 1401 (I): 106 sider. 543 1401 (1), Akvaplan-NIVA, Tromsø. 106 pp.
- Fong, P., Donohoe, R. M., and Zedler, J. B. 1994. Nutrient concentration in tissue of the macroalga *Enteromorpha* as a function of nutrient history: an experimental evaluation using field microcosms. *Mar.Ecol.(Progr.Ser.)* **106**: 273-281.
- Hall, J. and Cox, N. 1995. Nutrient Concentrations as Predictors of Nuisance *Hydrodictyon reticulatum* Populations in Nea Zealand. *J.Aquat.Plant Manage.* **33**: 68-74.
- Hall, J. and Payne, G. 1997. Factors controlling the growth of field populations of *Hydrodictyon reticulatum* in New Zealand. *Journal of Applied Phycology* **9**: 229-236.
- Hawes, I. and Smith, R. 1993. Influence of environmental factors on the growth in culture of a New Zealand strain of the fast-spreading alga *Hydrodictyon reticulatum*. *Journal of Applied Phycology* **5**: 437-445.
- Hecky, R. E. and Kilham, P. 1988. Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: A review of recent evidence on the effects of enrichments. *Limnology and Oceanography* **33**:
- Israleson, G. 1949. On some attached Zygnemales and their significance in classifying streams. *Botaniska Notizer* **4**: 313-358.
- Kahlert, M. 1998. C:N:P ratios of freshwater benthic algae. *Arch Hydrobiol.Spec.Issues Advances Limnol.* **51**: 105-114.
- Lindstrøm, E-A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. Naturens Tålegrenser Fagrapport 27, NIVA 2805, Norsk institutt for vannforskning, Oslo.
- Lindstrøm, E-A. 1993. Økende grønske i norske vassdrag. Resultater av en spørreundersøkelse. E-92432, Norsk institutt for vannforskning, Oslo. 28 pp.
- Lindstrøm, E-A. 1996. The Humic Lake Acidification Experiment (Humex): Impacts of acid treatment on periphyton growth and nutrient availability in Lake Skjervatjern, Norway. *Environ.Int.* **22**: 629-642.
- Lindstrøm, E-A. 1999a. Tålegrenser i fjellområder -- hva betyr langtransporterte forurensninger for fastsittende algesamfunn?, p.48-52, In: Henriksen, A., *Tålegrenser i fjellområder*, Norsk institutt for vannforskning, Oslo,
- Lindstrøm, E-A. 1999b. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstednære områder. Fastsittende alger i rennende vann - en kunnskapsstatus. Norsk institutt for vannforskning, Oslo. 68 pp.
- Lindstrøm, E-A., Bremnes, T., and Johansen, S. W. 1994. Eksperimentelle undersøkelser for kontroll av begroing i regulerte vassdrag. Sluttrapport. 3086, 150 pp.

- Lindstrøm, E-A. and Johansen, S. W. 1995. Factors controlling periphyton growth in rivers of low nutrient content. Experiments with nutrient-diffusing substrates in 1994, p.15-17, In: *Nitrogen from Mountains to Fjords*, Norwegian Institute for Water Research, Oslo.
- Lindstrøm, E-A. and Johansen, S. W. 1999. Mengdemessig utvikling av algebegroing etter kalking - årsaker og effekter. (DN - årsrapport, i trykk).
- Schindler, D. W. 1976. Biogeochemical evolution of phosphorus limitation in nutrient-enriched lakes of the preCambrian shield, p.647-664, In: Nriagu, G. O., *Environmental Biogeochemistry, Vol. 2*, Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, MI,
- Skiple, A. and Lükewille, A. 1999. Deposisjon av fosfor i Norge - status, vurdering av behovet for kartlegging og forslag til gjennomføring. Forprosjeket. 4078-99, Norsk institutt for vannforskning, Oslo. 21 pp.
- Skjelkvåle, B. L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T. S., Lien, L., Lydersen, E., and Buan, A. K. 1996. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 677/96, Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway. 73 pp.

## Vedlegg A.

### Feltskjema:

**Elvelokalitet, navn:**

**Kode:**                      **Kommune:**                                      **UTM:**  
**Dato:**                      **Prøvetaker:**                                      **Kontaktperson:**

**Vegetasjon, % dekke i nærområdet**

Bart fjell /stein:                      Kratt:                                      Skog:  
 Gressbakke/lynghei                      Dyrket mark:                      Myr:

**Lysforhold** der prøve tas.                      Gode:                      Middels:                      Dårlige:

**Hvor** er veksten mest utviklet (i strandsonen, i utløp, ??...):

**Substrat** der veksten er mest utviklet

Sand/leire:                      Grus (0,2-2cm): Små stein (2-20cm):                      Stor stein (20-40cm):  
 Blokk/svaberg: Planter (angi type):

**Elvebredde, m:**

**Strømhastighet** der veksten er størst.

Stillestående:                      Langsomt flytende:                      Rolig stryk:                      Hurtig stryk:                      Fossende:

**Vekstens utseende**

(tråder, klumper, skyer, dusker, belegg, glatt overtrekk på stein, ?):

**Vekstens farge** (lys grønn, mørk grønn, brun, svart gråsvart, rødlig, ??):

**Vekstens lengde**

(i tilfelle trådalger angi lengde i cm) <1, 1-5, 5-10, 10-25, 25-50, >50:

**Mengde, angi prosent dekning** i området der prøven tas:

Prøve merket	Prøvens innhold

**Kommentar:**

## Vedlegg B.

*Opplysninger om grønskeproblematikken i Hedmark ved Gøsta Kjelberg*

### **Område 1: HAUSTSJØEN OG HAUSTA. (sidevassdrag til Folla/Glåma).**

Grønskeprøver ble tatt i de to største innløpsbekkene: Sagbekken og Vissmannbekken (lokalt betegnet Kvitvolsbekken og Langbekken) samt i utløpet fra Haustsjøen (dvs. Hausta).

#### **Grønskeproblematikk.**

To problemområder foreligger: 1. Økt forekomst av lysegrønne trådformete alger og sleipe steiner i tilløpsbekker og i selve Hausta. 2. Økt forekomst av vannplanter og starr i Haustsjøen. Dette er til sjenanse for utøvelse av fiske. I bekkene er det til tider vanskelig å drive sportsfiske da algetrådene fester seg til kroker, fluer og liner. I Haustsjøen blir garna til tider full av vegetasjonsrester (spes. i perioder med kraftig vind). Videre er det på sensommeren og utover høsten så stor forekomst av høyere vegetasjon (hesterumpe, vanlig tusenblad, grastjønnaks og storvass-soleie) i enkelte grunne partier at dette hindrer garnfiske og fiske med sluk og flue (stangfiske og oterfiske). Størst "påslag" med høyere vegetasjon er det der Vissmannbekken renner ut i Haustsjøen. Det har likevel ikke skjedd noen direkte endring i fisket de senere år.

Problemenes startet midt på 60-tallet og har økt suksessivt. I de senere år har det vært liten variasjon fra år til år. Algeveksten i bekkene er mest fremtredende i august og september særlig etter lengre perioder med lavvannføring.

Grønskeproblematikken i bekkene omkring Haustsjøen er mer inngående beskrevet av NIVA i notat av 20. desember 1991.

#### **Kontaktperson/er:**

Jørgen Streitlien telf: 62 48 746  
Alf Plassgaard telf: 62 48 74 16, mobil 94145034.  
Per Arne Henriksen telf: 62 48 70 79.

**Område 2: NORDRE DEL AV FEMUNDEN.**

Her inngår prøver fra Hådalsvassdraget (4 st.), Flensjøen (4 st.) samt større tilløp til nordre del av Femunden (Mugga, Røa, samt 6 bekkestasjoner).

**Grønskeproblematikk i Hådalsvassdraget.**

I Feragen og da særlig i utløpsdelen har det i de siste 10 år blitt markert økt forekomst av trådformete grønnalger og strandsteinene har blitt sleipe. Før 1960 var det ikke problemer med grønnske på fiskegarn, men fra midt på 1960-tallet har det vært suksessiv økning av grønnske i hele vassdraget. Spesielt i vindroke perioder på sensommeren og høsten blir det problemskapende grønnskepåslag på fiskegarn. I utløpsosen har det i lang tid drevet garnfiske etter gytesik. I de siste år har dette fisket blitt vanskelig og til tider umulig p.g.a. stort påslag av alger i garna. Man har derfor vurdert å flytte dette fisket til en bedre egnet lokalitet. Også i tilløpsbekker og langs selve hovedvassdraget (Feragselva, Litjelva og Håelva) har det blitt markert større algeforekomst den senere tid. I Håsjøen og i Rambergssjøen har det også blitt større problemer med "grønnskepåslag" på fiskegarn. I hovedvassdraget og i tilløpsbekker (bl.a. i Harrbekken) er det i stryk- og fossepartiene til tider masseutvikling av lysegrønne trådformete alger og steinene er sleipe og glatte. Området nedstrøms dammen i Litjelva er spesielt berørt. Her dekkes nær hele elvebunnen til tider av algematter. Fenomenet er spesielt fremtredende på sensommer og høst etter lengre perioder med lav vannføring. De har ikke skjedd direkte forandringer av fiskebestanden, men garnfisket i innsjøene har avtatt bl.a. p.g.a. problemer med grønnske i garna (mer arbeidskrevende og estetisk lite tiltalende). I loner og grunne partier i innsjøene og mer stilleflytende partier i selve elva er det også økt forekomst av vannplanter og starr.

**Kontaktperson/er:**

Arne Krohn telf: 72 41 21 61.  
Tom Johansen telf: 72 41 38 35.  
Rolf Feragen telf: 72 41 34 32.  
Halvar Stolt telf: 72 41 37 10.

**Grønskeproblematikk i området rundt og i Flensjøen.**

Forekomst av trådformete grønnalger (lysegrønne alger) og sleipt/glatt belegg på steinene har suksessivt økt langs Flensjøens strender og særlig i tilløpsbekker siden midt på 1970-tallet. I bekkene er det først og fremst stor algeforekomst i strykpartiene, her kan til tider hele bunnen være dekket av et tykt algelag (lett synlige lysegrønne matter). Dette har medført at fiskegarn som legges ut i Flensjøen ved sterk vind får kraftig påslag av alger. Det er til tider også økt trådalgeforekomst i utløpsbekken Flena. Grønnsken er som regel størst og mest sjenerende i august og september og tilsynelatende mest fremtredende i de mest forsuredede områder. Det er stor algeforekomst også i år med rikelig vannføring og derfor små år til år forskjeller. På 1930-tallet var det ikke sjenerende eller spesielt synlig grønnskeforekomst i området. Flensjøen er et godt røyevann, men bestanden har gått tilbake de senere år.

I Grådalsbekken har det stort sett vært den samme utvikling med en suksessiv økt grønnske f.o.m. slutten av 1970-åra. Også her er det lysegrønne trådformete alger som har skapt størst problemer i forbindelse med utøvelsen av fisket. Størst algeforekomst er det i stryk- og fossepartier. Dette er mest påtagelig på sensommeren etter lengre perioder med lav vannføring.

**Område 2 fortsetter:****Kontaktperson/er:**

Arne Krohn telf: 72 41 21 61.  
Per Jarle Saether telf: 62 49 89 25.  
Edvin Grådalen telf. 72 41 03 13.  
Arve M. Røsten telf: 62 49 8913.  
Stein O. Sommer telf. 72 41 04 06, mobil 94177413

**Grønskeproblematikk i Nordre del av Femunden.**

I samtlige tilløpsbekker til nordre del av Femunden, inkl. Mugga og Røa, har det i de siste 10-årene blitt større forekomst av lysegrønne algematter og da særlig i foss- og strykepartiene. Disse består av trådformete grønnalger som til tider kan bli svært lange, opp til 2-3 meter. Videre har steiner og blokker til tider blitt svært sleipe og glatte. Fenomenet er mest påtagelig på sensommeren og utover høsten særlig i forbindelse med perioder med lav vannføring. I Mugga og Røa, meget populære og kjente sportsfiskeelver, er algeforekomsten nå til tider til sjenanse og skaper i enkelte tilfeller også problemer ved utøvelsen av fisket.

Langs den vestre stranden er det flere kjente kallkilder med reint vann. Her var det tidligere rein stein- og grusbunn. Nå er det i disse kilder til tider stor forekomst av geleaktige lysegrønne alger (trolig *ikke* Hydrurus, men en grønnalge; *Chlamydomonas*).

I Femunden har det siden slutten av 80-åra vært en markert økning i algeforekomsten langs strendene, (lokal betegnelse er "slæpe") og det er nå på sommeren synlig algebegroing langs hele strandkanten og strandsteinene har blitt glatte og sleipe. Det blir også et lysegrønnt belegg på strandsteinene når vannstanden minker. Lokalnavnet på begroingen er "slepe". Noe direkte problem skaper ikke dette, men folk har reagert negativt og mener at dette er et tegn på at innsjøen er forurensningspåvirket.

I de siste 5-8 årene har økt algepåslag i fiskegarn ført til at en nå til tider må vaske garna som kan bli glatte og slimete av s.k. "slii". Dette var det ikke behov for tidligere med unntak av at en av og til måtte skake ut vannmose som festet seg i garna. Problemet består i at lysegrønne trådformete alger fester seg i spesielt garnknutene og dette er meget vanskelig å vaske bort. Algepåslag på fiskegarna er mest påtagelig i perioder med mye og sterk vind og da særlig utover sensommeren og høsten.

Lokalbefolkningen mener at luftforurensning og kalking av vann i fjellområdene rundt innsjøen er årsak til den økte grønnsken.

**Kontaktperson/er:**

Arne Krohn telf: 72 41 21 61.  
Tom Johansen telf: 72 41 38 35.  
Odd Langen telf: 72 41 37 18, mobil 94193811.  
Klas Fæmundshytten telf: 62 45 95 77, mobil 94174357.  
Kristen Fæmundshytten telf: 72 41 37 20, mobil 94734573.  
Kåre Stenberg telf: 62 41 41 39.  
Stein O. Sommer telf. 72 41 04 06, mobil 94177413

**Område 3: TRYSILELVA (fra utløpet av Femunden til riksgrensen)**

Prøve av grønske tatt i Gløta.

**Grønskeproblematikk.**

I selve **Trysilelva** og i Isteren har det f.o.m. slutten av 1980-åra blitt påtagelig mer grønskevekst (lysegrønne trådformete alger) som til tider er til sjenanse for utøvelse av fiske da algetråder fester seg til kroker, fluer og fiskeliner, samt fester seg til fiskegarn. Videre er steinene svært sleipe og glatte. Som regel unngår en å fiske i områder med stor algeforekomst. I enkelte områder, f.eks. i Galtstrømmen, har det ikke skjedd synbare forandringer med grønskeveksten. Den sjenerende grønskeveksten kom først i nedre del av vassdraget dvs. nedstrøms Nybergsund samt i Gløta. Det er mest grønske på sensommeren og utover høsten og da særlig i perioder da vannføringen i lengre tid har vært lav. I august i år (1999) var det spesielt stor algeforekomst i området nedstrøms Galten.

Forekomsten av høyere vegetasjon og starr har suksessivt økt. Dette gjelder særlig forekomsten av flotagras, storvass-soleie og vanlig tusenblad. I grunne partier i innsjøene (Femunden, Isteren, Galten og Sennsjøen) og i loner og viker langs selve elva har det blitt markert større forekomst av høyere vegetasjon (bl.a. flotgras, tjønnaks og starr/siv). Dette gjelder også for enkelte strykpartier der det til tider kan være masseforekomst av vanlig tusenblad og storvass-soleie

I Trysilelva er det i de siste år klar tendens til økt antall større fisk i fangstene. Dette gjelder både ørret, harr og sik. Harrfisket i Galtstrømmen og i øvre del av Trysilelva er likevel fortsatt dårlig jevnført med tidligere. Harrfisket har hatt tilbakegang helt fra slutten av 50-åra.

**Kontaktperson/er:**

Tormod Rønningen telf: 62 45 51 69.

Dag Arve Berget telf: 62 44 99 20.

Ragnar Vik telf: 22 83 20 10, 22 14 43 47, mobil 94100210.

Viggo Kristiansen telf: 66 79 22 06.

Julius Ytteborg telf: 22 52 30 33.

Svein Aurmark telf: 66 79 70 19, 66 90 90 40.

Per Galten telf: 62 45 97 74.

Jon Arvid Elgåen telf: 62 45 90 95, mobil 90583864,93227116

**Område 4: GRØNAVASSDRAGET i Trysil. (Sidevassdrag til Trysilelva som delvis drenerer fra Sverige)**

Grønavassdraget består av følgende større sidevassdrag: Vestregrøna, Østregrøna, Tannåa og Flera. Prøver av grønske ble tatt i Lønsgrøna, et sidevassdrag til Østregrøna, samt i Flera.

**Grønskeproblematikk.**

**Grønavassdraget** var lite ”plaget” av grønskevekst og økt forekomst av høyere vannvegetasjon til ca. 1975-76, unntatt nedre del av Storgrova, der det allerede i 1960-åra var påtakelig forekomst av grønske og glatte sleipe steiner. Siden midt på 1970-tallet har det vært en suksessiv og markert utvikling med økt grønskevekst og økt forekomst av vannplanter i hele vassdraget fram til slutten av 1980-talet. Nå synes det som om utviklingen har stanset eller er stabilisert, men det er store år til år variasjoner og små bekker synes fortsatt å bli mer preget av grønske. Utbredelsen av den høyere vegetasjonen synes fortsatt å øke og flere grunnere tjern i området er nå på det nærmeste helt igjengrodd. Her kan vi nevne Søndre Metsjøen i Bittermarka er et godt eksempel selv om den ikke tilhører Grønavassdraget. Innsjøen er nå helt igjengrodd med høyere vegetasjon etter en suksessiv vegetasjonsøkning som startet på slutten av 60-åra.

De første observasjoner av sjenereende og problemskapende grønskevekst ble gjort i større bekker med fisk og da særlig i Lønsgrøna. Her er det til tider vanskelig å fiske p.g.a. algetråder som fester seg til kroker og fiskesnører. Det har generelt sett ikke blitt mindre fisk i disse lokalitetene, men det er samtidig en tendens til at fisken er blitt større, noe som indikerer svekket reproduksjon eventuelt økt tilgang på føde. De siste 10 år har det til tider også blitt stor grønskeforekomst i hele Grønavassdraget. Størst forekomst er det likevel i den mest forsuredel av vassdraget dvs. Østregrøna. Mest markert er grønskeveksten på sensommeren (august/september) og da særlig etter en lengre perioder med lav vannføring. Størst grønskepåslag er det i foss- og strykpartier direkte nedstrøms myrområder, floer og dammer samt i utløp fra tjern og innsjøer. Videre flyter det til tider opp algematter (mørkgrønne til brune mudderlike flak) i floer (særlig langs Østregrøna) og fra grunner områder i tjern og innsjøer. Dette har økt betraktelig i de siste 10 årene og er til sjenanse for utøvelse av fiske (både garn- og sportsfiske). Forekomst av høyere vegetasjon som hesterumpe, starr, vanlig tusenblad, flotgras, grastjønnaks, vanlig tjønnaks og hjertetjønnaks osv. har også økt betraktelig, både langs stilleflytende elvepartier og i grunne partier i tjern og innsjøer.

**Kontaktperson/er:**

Tormod Rønningen telf: 62 45 51 69.  
Dag Arve Berget telf: 62 44 99 20, 62 45 05 97.  
Odd Bjørkeli telf: 62 45 65 63, mobil 90178294.



**Område 5: ØRSJØENE OG SØLENSJØEN.**

Grønskeprøver tatt fra utløpsbekkene fra Nordre og Søndre Ørsjøen, samt fra en mindre tilløpsbekk til Sølensjøen.

**Grønskeproblematikk i Ørsjøene.**

I Ørsjøene har det alltid vært noe grønskepåslag (som regel av vannmose) i fiskegarn som har stått ute i perioder med mye vind. Fra slutten av juli 1998 og utover sensommeren og høsten ble det brått store problemer med grønskepåslag i fiskegarnene, særlig i Nordre Ørsjøen. Grønsken bestod i hovedsak av trådformete grønnalger og det var også stor forekomst av de samme algene langs strendene og på grunne bunnområder. Sommeren 1999 var det også problemer med grønskepåslag men i mindre omfang enn året før. På høsten var det allikevel meget stor forekomst av trådformete grønnalger i Søndre Ørsjøen, især i grunne bunnområder i innsjøens søndre del og i utløpsosen. Ørsjøene kalkes årlig f.o.m. 199?.

I utløpsbekken fra Nordre Ørsjøen, Ørsjøbekken, som renner ned i sørenden av Sølensjøen, har en i de siste 10-årene registrert økt "grønske" og det er nå til tider masseutvikling av lett synlige lysegrønne trådalger i fosse- og strykpartiene. Det er mest alger i august og utover høsten, særlig i forbindelse med lengre perioder med lav vannføring. Da kan det være direkte problemer med utøvelse av fisket. En har ikke registrert noen forandringer i fiskebestanden i bekken og nedre del av Ørsjøbekken er fortsatt en god fiskeplass.

**Kontaktperson/er:**

Sæmund Lombnæs telf: 22 59 29 58.

Tore Qvenild telf: 62 55 10 00.

**Grønskeproblematikk i Sølensjøen.**

Fra slutten av 1980-åra har grønskeforekomsten i mindre tilløpsbekker økt påtagelig og det er til tider (særlig på høsten) store mengder lysegrønne trådformete alger i stryk- og fossepartiene. Algene danner da sterkt fremtredende lysegrønne felter i bekkene som fra Sølensjøen kan sees på langt hold. Også i innløpselven Sølna har algebegroingen i stryk- og fossepartiene økt og steinene er til tider sleipe og svært glatte. Algeforekomsten gjør seg særlig gjeldende i august og september. I loner og småtjern har grunne områder fått markert økt forekomst av vannplanter og starr og enkelte områder har nærmest vokst igjen. Noe stort problem i forbindelse med utøvelse av fiske foreligger likevel ikke i disse vassdragene. Det har heller ikke blitt noen registrerbar forandring av fiskebestanden.

I Sølensjøen synes forekomsten av grønske å ha økt, særlig i grunne partier i søndre del av innsjøen og garnfiskerne sliter nå med mer grønske i sine fiskegarn enn tidligere. I innsjøens søndre del er dette til tider så sjenerende og arbeidskrevende at en ved fiske etter gytesik på høsten unngår enkelte lokaliteter som tidligere var gode garnfiskeplasser. I andre deler av Sølensjøen medfører likevel ikke den økende algeforekomsten direkte problemer, men algepåsлагene på fiskegarna er klart merkbare og har økt suksessivt i de siste 8-10 årene. I grunne områder i søndre del av innsjøen har forekomsten av høyere vegetasjon (bl.a. flotgras og hesterumpe) økt betraktelig.

**Kontaktperson/er:**

Rode Wardenær telf. 62 46 81 97.

Berje Hanngård telf: 62 46 81 49.

Erik Hanngård telf: 62 46 83 45, mobil 94105308.

*Hans Østmoen Nord Odal*

## Vedlegg C.

Artsammensetning i trådalgeprøver. Algenes forekomst i prøvene angitt som relativ forekomst (1-10). Total forekomst per prøve er satt til 10.

		Zygn b	Zygn b1	Moug a	Moug a/b	Moug b2	Moug c	Moug d	Moug e	Zygn a	Zygo sp3	Tennog az	Spir lap	Spir a2	Spir sp1	Spir sp5	Mi pa;mi	Micr pal	Binu tec	Horm riv	Oedo a	Oedo b	Oedo c	Oedo d	Bulbo chz	Draph glo	Micr amo	Tabe flo	Ulot zon	Didy gem	
obs i ant. lok.		25	4	7	2	4	1	2	10	6	3	1	3	1	1	2	12	3	5	1	2	5	3	2	2	3	2	5	1	1	
<b>Lokalitet</b>	middelverd for relativ forekomst.	6,5	2,5	1,6	3,0	2,0	4,0	2,0	7,0	5,8	5,3	1,0	3,3	2,0	3,0	3,0	5,3	1,3	1,4	3	1,5	4,6	2,3	4,5	5,3	4,0	5,5	3,8	10	10	
<b>Hol kommune</b>	<b>Dekning %</b>																														
Embretstøltjern	25	10																													
Embretstøltjern	2																								10						
Embretstøltjern	5	10																													
Embretstøltjern	40	10																													
Holværsvatn	80	2							8																						
Holværsvatn	20																													10	
Skurdalstjørne	belte		5							5																					
Skurdalstjørne	60	10																													
st. 3 Rallarvegen, Gråskallen	5	10																													
Yngelstjønn	ikke oppgitt	9		1																											
Olsenvatn	"masse i garn"	1																				9									
Olsenvatn	70																														
Skarvatjørn	0																														
Skurdevikåi	5	4																				6									
Toftetjønn	80	8																												2	
<b>Vestre Slidre</b>																															
Skardtjern	sky i bukt		2					2														6									
Helin	70								10																						
Grønnsen	30	4																							6						
Grokintjern	70	6	2																		1		1								
Fiskeløyse	belte		3		3	4																									
Fiskeløyse	50	10																													
Rensend	belte							2		2						6															
Nestisvatn	30												5											5							
<b>Østre Slidre</b>																															
Fisketjern	35	10																													
Rjupetjern	30		4			4															2										
Stryta	50								4	6																					
Fjelltjern	30								10				2																		
Fjelltjern	20																														
Jarvin	70	6	1																											3	

**Vedlegg C (forts.) Artsammensetning i trådalgeprøver. Algenes forekomst i prøvene angitt som relativ forekomst (1-10). Total forekomst per prøve er satt til 10.**

Lokalitet	Deknig %	Zygn b	Zygn b1	Moug a	Moug a/b	Moug b2	Moug c	Moug d	Moug e	Zygn a	Zygo sp3	Temnog az	Spir lap	Spir a2	Spir sp1	Spir sp5	Mi pa;mi	Micr pal	Binu tec	Horm riv	Oedo a	Oedo b	Oedo c	Oedo d	Bulbo chz	Draph glo	Micr amo	Tabe flo	Ulot zon	Didy gem			
<b>Alvdal, omr.1</b>																																	
Langbekken	70	4							6																								
Høstsjø	90								5												1		4										
Høstsjø	50								10																								
<b>Femunden omr.2</b>																																	
Feragen	80	10																															
Litjelva	60	6		1					1																		2						
Skogtjernbekken	100													6	2	2																	
Flæna	90																								6				4				
Kampbekken	100													9	1																		
Steinfjellbekken	80													10																			
Grådalsbekken	90								3													1	6				1						
Ytre Kampbekken	80			1		1								3					2	3													
Norvikbekken	100									2				6	1	1																	
Røa	90								10																								
Røvollbekken	80														2																		
Harrbekken	100	6							4																								
Hyttebekken	60																																
Mugga	60																																
Ørnkjøldoddbekken	90																																
Femunden, Nordvika	40																																10
<b>Trysilva omr. 3</b>																																	
Gløta	70	10																															
<b>Trysil omr 4</b>																																	
Flera	80								9				1																				
Lønsgrøna	90																																10
<b>Rendalen omr. 5</b>																																	
Sølsjøbekk	100										8						1				1												
Ørsjø S	90			1	3	3					3																						
Ørsjø N	60										5	1																					4
Ørsjø N	90	3											2		3						1				1								
Istern	90	4																														6	

**Naturens Tålegrenser - Oversikt over utgitte rapporter**

- 1 Nygaard, P. H., 1989. Forurensningers effekt på naturlig vegetasjon en litteraturstudie. Norsk institutt for skogforskning (NISK), Ås.
- Uten nr. Jaworowski, Z., 1989. Pollution of the Norwegian Arctic: A review. Norsk polarinstitutt (NP), rapportserie nr. 55. Oslo.
- 2 Henriksen, A., Lien, L. & Traaen, T.S. 1990. Tålegrenser for overflatevann. Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.
- 3 Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann. Fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89185.
- 4 Bølviken, B. & medarbeidere, 1990. Jordforsuringsstatus og forsuringfølsomhet i naturlig jord i Norge. Norges geologiske undersøkelse (NGU), NGU-rapport 90.156. 2 bind (Bind I: Tekst, Bind II: Vedlegg og bilag).
- 5 Pedersen, H. C. & Nybø, S. 1990. Effekter av langtransporterte forurensninger på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og tungmetaller. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 005.
- 6 Frisvoll, A. A., 1990. Moseskader i skog i Sør-Norge. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 018.
- 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 013.
- 8 Hesthagen, T., Berger, H. M. & Kvenild, L. 1992. Fiskestatus i relasjon til forsuring av innsjøer. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Forskningsrapport 032.
- 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 28/90.
- 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), 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), O-89153.
- 12 Amundsen, C. E., 1990. Bufferprosent som parameter for kartlegging av forsuringfølsomhet i naturlig jord. Universitetet i Trondheim, AVH (stensil).
- 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), Oppdragsmelding 55.
- 15 Flatberg, K.I., Bakken, S., Frisvoll, A.A., & Odasz, A.M. 1990. Moser og luftforurensninger. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 69.
- 16 Mortensen, L.M. 1991. Ozonforurensning og effekter på vegetasjonen i Norge. Norsk landbruksforsk. 5:235-264.
- 17 Wright, R.F., Stuanes, A.O. & Frogner, T. 1991. Critical Loads for Soils in Norway Nordmoen. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89153.
- 18 Pedersen, H.C., Nygård, T., Myklebust, I. og Sæther, M. 1991. Metallbelastninger i lirype. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 71.
- 19 Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann evertebrater og fisk. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Rapport 0-89185,2.

- 20 Amundsen, C.E. 1992. Sammenligning av parametre for å bestemme forsurningsfølsomhet i jord. NGU-rapport 91.265.
- 21 Bølviken, B., R. Nilsen, J. Romundstad & O. Wolden. 1992. Surhet, forsurningsfølsomhet og lettløselige basekationer i naturlig jord fra Nord-Trøndelag og sammenligning med tilsvarende data fra Sør Norge. NGU-rapport 91.250.
- 22 Sivertsen, T. & medarbeidere. 1992. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1991-15.
- 23 Lien, L., Raddum, G.G. & A. Fjellheim. 1992. Critical loads of acidity to freshwater. Fish and invertebrates. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Rapport O-89185,3.
- 24 Fremstad, E. 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetasjon. En litteraturstudie. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 124.
- 25 Fremstad, E. 1992. Heivegetasjon i Norge, utbredelseskart. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 188.
- 26 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A. 1992. Undersøkelser av skader hos to sigdmoser i Agder. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 134.
- 27 Lindstrøm, E.A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-2.
- 28 Brettum, P. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Planteplankton. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-3.
- 29 Brandrud, T.E., Mjelde, M. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-1.
- 30 Mortensen, L.M. & Nilsen, J. 1992. Effects of ozone and temperature on growth of several wild plant species. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 6: 195-204.
- 31 Pedersen, H.C., Myklebust, I., Nygård, T. & Sæther, M. 1992. Akkumulering og effekter av kadmium i lirype. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 152.
- 32 Amundsen, C.E. 1992. Sammenligning av relativ forsurningsfølsomhet med tålegrenser beregnet med modeller, i jord. Norges geologiske undersøkelse. NGU-rapport 92.294.
- 33 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, B.J., Esser, J.M., Håøya, A.-O. & Rudi, G. 1992. Map of critical loads for coniferous forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-91147.
- 34 Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T.S. & Taubøll, S. 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.
- 35 Lien, L., Henriksen, A. & Traaen, T.S. 1993. Tålegrenser for sterke syrer på overflatevann -Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90102.
- 36 Henriksen, A., Hesthagen, T., Berger, H.M., Kvenild, L., Taubøll, S. 1993. Tålegrenser for overflatevann - Sammenheng mellom kjemisk kriterier og fiskestatus. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-92122.
- 37 Odasz, A.M., Øiesvold, S., & Vange, V. 1993. Nitrate nutrition in *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.)Brd., a bioindicator of nitrogen deposition in Norway. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning for DN 1993-2.
- 38 Espelien, I.S. 1993. Genetiske effekter av tungmetaller på pattedyr. En kunnskapsoversikt. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 051.
- 39 Økland, J. & Økland, K.A. 1993. Database for bioindikatorer i ferskvann - et forprosjekt . Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk Museum, Oslo, Rapport 144, 1993.
- 40 Aamlid, D. & Skogheim, I. 1993. Nikkel, kopper og andre metaller i multer og blåbær fra Sør-Varanger, 1992. Rapport Gkogforsk 14/93. 14/93.

- 41 Kålås, J.A., Ringsby, T.H. & Lierhagen, S. 1993. Metals and radiocesium in wild animals from the Sør-Varanger area, north Norway. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 212.
- 42 Fløisand, I. & Løbersli, E. (red.)1993. Tilførsler og virkninger av lufttransporterte forurensninger (TVLF) og Naturens tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Stjørdal, 15.-17.februar 1993. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 17/93.
- 43 Henriksen, A. & Hesthagen, T. 1993. Critical load exceedance and damage to fish populations. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.
- 44 Lien, L., Henriksen, A. & Traaen, T.S. 1993. Critical loads of acidity to surface waters, Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90102.
- 45 Løbersli, E., Johannessen, T. & Olsen, K.V (red.) 1993. Naturens tålegrenser. Referat fra seminar i 1991 og 1992. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1993-6.
- 46 Bakken, S. 1993. Nitrogenforurensning og variasjon i nitrogen, protein og klorofyllinnhold hos barskogsmosen blanksigd (*Dicranum majus*). Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN 1994-1.
- 47 Krøkje, Å. 1993. Genotoksisk belastning i jord . Effekstudier, med mål å komme fram til akseptable grenser for genotoksisk belastning fra langtransportert luftforurensning. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN 1994-2.
- 48 Fremstad, E. 1993. Heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) som indikator på nitrogenbelastning. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmelding 239.
- 49 Nygaard, P.H. & Ødegaard, T.H. 1993. Effekter av nitrogen gjødsling på vegetasjon og jord i skog. Rapport Skogforsk 26/93.
- 50 Fløisand, I. og Johannessen, T. (red.) 1994. Langtransporterte luftforurensninger. Tilførsler, virkninger og tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Grimstad, 7.-9.3.94. Norsk institutt for luftforskning NILU OR: 17/94
- 51 Kleivane, L. Skåre, J.U. & Wiig, Ø. 1994. Klorerte organiske miljøgifter i isbjørn. Forekomst, nivå og mulige effekter. Norsk Polarinstitutt Meddelelse nr. 132.
- 52 Lydersen, E., Fjeld, E. & Andersen, T. 1994. Fiskestatus og vannkjemi i norske innsjøer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-93172
- 53 Schartau, A.K.L. (red.) 1994. Effekter av lavdose kadmium-belastning på littorale ferskvanns-populasjoner og -samfunn. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Forskningsrapport 055.
- 54 Mortensen, L. (1994). Variation in ozone sensitivity of *Betula pubescens* Erh. from different sites in South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-6.
- 55 Mortensen, L. (1994). Ozone sensitivity of *Phleum alpinum* L. from different locations in South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-7.
- 56 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, J.B. and Esser, J.M. (1994). Maps of critical loads and exceedance for sulfur and nitrogen to forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-91147.
- 57 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1994. Moseskader i Agder 1989-92 (1994). Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 298.
- 58 Hesthagen, T. & Henriksen, A. (1994). En analyse av sammenhengen mellom overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 288.
- 59 Skåre, J.U., Wiig, Ø. & Bernhoft, A. (1994). Klorerte organiske miljøgifter; nivåer og effekter på isbjørn. Norsk Polarinstitutt Rapport nr. 86 - 1994.
- 60 Tørseth, K. & Pedersen, U. 1994. Deposition of sulphur and nitrogen components in Norway. 1988-1992. Norsk institutt for luftforskning (NILU): OR 16/94.

- 61 Nygaard, P.H. 1994. Virkning av ozon på blåbær (*Vaccinium myrtillus*), etasjehusmose (*Hylocomium splendens*), furumose (*Pleurozium schreberi*) og krussigd (*Dicranum polysetum*). Rapport Skogforsk 9/94.
- 62 Henriksen, A. & Lien, L. 1994. Tålegrenser for overflatevann: Metode og usikkerheter. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-94122.
- 63 Hilmo, O. & Larssen, H.C. 1994. Morfologi hos epifyttisk lav i områder med ulik luftkvalitet. ALLFORSK Rapport 2.
- 64 Wright, R.F. 1994. Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-94112.
- 65 Hesthagen, T., A. Henriksen & Kvenild, L. 1994. Overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander i norske innsjøer med spesiell vekt på Troms og Finnmark. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 298.
- 66 Sagmo Solli, I.M, Flatberg, K.I.F., Söderström, L., Bakken S. & Pedersen, B. 1996. Blanksigd og luftforurensningsstudier. NTNU. Vitenskapsmuseet. Rapport botanisk serie 1996-1.
- 67 Stuanes, A. & Abrahamsen, G. 1996. Tålegrenser for nitrogen i skog - en vurdering av kunnskapsgrunnlaget. Aktuelt fra Skogforsk 7-96.
- 68 Ogner, G. 1995. Tålegrenser for skog i Norge med hensyn til ozon. Aktuelt fra Skogforsk 3-95.
- 69 Thomsen, M., Nellemann, C. Frogner, T., Henriksen A., Tomter, S. & Mulder, J. 1995. Tilvekst og vitalitet for granskog sett i relasjon til tålegrenser og forurensning. Rapport fra Skogforsk 22-95.
- 70 Tomter, S. M. & Esser, J. 1995. Kartlegging av tålegrenser for nitrogen basert på en empirisk metode. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS). Rapport nr 10/95.
- 71 Pedersen, H.Chr. (red.). 1995. Kadmium og bly i lirype: akkumulering og cellulære effekter. Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning (NINA-NIKU) Oppdragsmelding 387
- 72 Bakken, S. & Flatberg, K.I.F. 1995. Effekter av økt nitrogendeposisjon på ombrotrof myrvegetasjon. En litteraturstudie. ALLFORSK Rapport 3.
- 73 Sogn, T.A., Stuanes, A.O. & Abrahamsen, G. 1995. Akkumulering av nitrogen - en kritisk parameter for beregning av tålegrenser for nitrogen i skog. Rapport fra Skogforsk 21/95.
- 74 Nygaard, P.H. & Eldhuset, T. 1996. Forholdet mellom basekationer og aluminium i jordløsning som kriterium for tålegrenser i skogsjord. Norsk institutt for skogforskning (NISK). Rapport fra Skogforsk 1/96
- 75 Mortensen, L. 1993. Effects of ozone on growth of several subalpine plant species. Norw. J. Agric. Sci. 7:129-138.
- 76 Mortensen, L. 1994. Further studies on the effects of ozone concentration on growth of subalpine plant species. Norw. J. Agric. Sciences 8:91-97.
- 77 Fløisand, I. & Løbersli, E. (red.) 1996. Lufttransporterte forurensninger - tilførsler, virkninger og tålegrenser. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 2/96.
- 78 Thomsen, M.G., Esser, J., Venn, K. & Aamlid, D. 1996. Sammenheng mellom træs vitalitet og næringsstatus i nåler og humus på skogovervåkingsflater i Sørøst-Norge (in prep).
- 79 Tørseth, K., Mortensen, L. & Hjellbrekke, A.-G. 1996. Kartlegging av bakkenær ozon etter tålegrenser basert på akkumulert dose over 40 ppb. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 12/96.
- 80 Esser, J.M. & Tomter, S.M. 1996. Reviderte kart for tålegrenser for nitrogen basert på empiriske verdier for ulike vegetasjonstyper. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS).
- 81 Henriksen, A., Hindar, A., Styve, H., Fjeld, E. & Lien, L. 1996. Forsuring av overflatevann, beregningsmetodikk, trender og mottiltak. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport LNR 3528-96.
- 82 Henriksen, A., Hesthagen, T. & Fjeld, E. 1996. Overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport LNR 3565-96.

- 83 Wright, R. F., Raastad, I.A., & Kaste, Ø. 1996. Atmospheric deposition of nitrogen, runoff of organic nitrogen, and critical loads for soils and waters. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3592-97
- 84 Mortensen, L.M. 1995. The influence of ozone pollution on growth of young plants of *Betula pubescens* Ehrh. And *Phleum alpinum* L. Dose-response relations. *Norw. J. Agr. Sci.* 9:249-262
- 85 Mortensen, L.M. 1996. Ozone sensitivity of *Betula pubescens* at different growth stages after budburst in spring. *Norw. J. Agr. Sci.* 10:187-196.
- 86 Tørseth, K., Rosendahl, K.E., Hansen, A.C., Høie, H. & Mortensen, L.M. 1997. Avlingstap som følge av bakkenært ozon. Vurderinger for perioden 1989-1993. SFT-rapport.
- 87 Rognerud, S, Hognve, D. & Fjeld, E. 1997. Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av metaller. Kan atmosfæriske avsetninger påvirke metall-konsentrasjoner slik at det ikke reflekterer berggrunnens geokjemi? Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 3670-97
- 88 Skjelkvåle, B.L., Wright, R.F. & Tjomsland, T. 1997. Vannkjemi, forurensningsstatus og tålegrenser i nasjonalparker; Femundsmarka og Rondane. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 3646-97
- 89 Nordbakken; J.-F. 1997. Småskalaendringer i ombrotrof myrvegetasjon i SØ-Norge 1990/91-96. Botanisk Hage og Museum, Univ. Oslo Rapp. 1
- 90 Sogn, T.A., Kjønås, J., Stuanes, A.O., & Abrahamsen, G. 1997. Akkumulering av nitrogen - variasjoner avhengig av bestandsutvikling, nitrogenutførsel og simulert snødekke. Norges Landbrukshøgskole, Institutt for jord- og vannfag, Rapport nr. 10/97.
- 91 Nygaard, P.H., Ødegård, T. & Flatberg, K.I.F. Vegetasjonsendringer over 60 år i fattig skog- og myrvegetasjon i Karlshaugen skogreservat. Skogforsk (in prep)
- 92 Knutzen, J., Gabrielsen, G.W., Henriksen, O.E., Hylland, K., Källqvist, T. Nygård, T., Pacyna, J.S. Skjeggstad, N. & Steinnes, E. 1997. Assessment of the applicability for pollution authorities of the concept "critical load" of long-range transported micropollutants in relation to aquatic and terrestrial ecosystems. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3751-97.
- 93 Tørseth, K. & Semb, A. 1997. Deposition of major inorganic components in Norway 1992-1996. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 67/97.
- 94 Henriksen, A. 1998. Application of the first order acidity balance (FAB) model to Norwegian surface waters. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3809-98
- 95 Sogn, T.A. & Wright, R.F. 1998. The model MERLIN applied to Nordmoen, Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3844-98
- 96 Skjelkvåle, B.L. & A. Henriksen, 1998. Vannkjemi, forurensningsstatus og tålegrenser i nasjonalparker; Hardangervidda. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Report SNO 3895-98
- 97 Henriksen, A. 1998. Binding grid cells – Norway. An evaluation. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 3942-98
- 98 Lükewille, A. & A. Semb. 1998. Deposition in Norwegian Mountain areas. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 66/97
- 99 Strand, L.T., Stuanes, A.O. & G. Abrahamsen. 1998. Akkumulering av karbon og nitrogen i unge jordsmonn. Institutt for jord og vannfag, rapport nr 9/98.
- 100 Wright, R.F. & Henriksen, A. 1999. Gap closure; use of MAGIC model to predict time required to achieve steady-state following implementation of the Oslo protocol. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 4012-99
- 101 Henriksen, A. 1999. Tålegrenser i fjellområder. Hva vet vi og hva bør vi vite? Rapport fra seminar 16.-17. Februar 1999. Rondablikk Føyfjellshotell. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 4017-99



- 102 Wright, R.F. 1999. Risk of N leaching from forests to surface waters in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 4038-99
- 103 Wright, R.F., Mulder, J. & Esser, J.M., 1999. Soils in mountain uplands regions of southwestern Norway: nitrogen leaching and critical loads. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Report SNO 4130-99.
- 104 Lindstrøm, E.-A., Kjellberg, G., & Wright, R.F. 2000. Tålegrensen for nitrogen som næringsstoff i norske fjellvann: økt "grønske"? Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport LNR 4187-2000

Henveler vedrørende rapportene rettes til utførende institusjon