

188

oppdragsmelding

Fattig heivegetasjon i Norge; utbredelseskart

Eli Fremstad
Lars Kvenild



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

NATURENS 
TÅLEGRENSER
Miljøverndepartementet
Fagrapport 25

Fattig heivegetasjon i Norge; utbredelseskart

Eli Fremstad
Lars Kvenild

NATURENS 
TÅLEGRENSENER

Miljøverndepartementet
Fagrapport 25

Naturens Tålegrenser

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

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

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

Arbeidsgruppen har følgende sammensetning:

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

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

Henvendelse vedrørende programmet kan rettes til:

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

eller

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

Fremstad, E. & Kvenild, L. 1993. Fattig heivevegetasjon i Norge; utbredelseskart. - NINA Oppdragsmelding 188: 1-17.

ISBN 0802-4103
ISSN 82-426-0321-9

Forvaltningsområde:
Forurensninger
Pollution

Copyright (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning
Oppdragsmeldingen kan siteres med kildeangivelse

Teknisk redigering:
Eli Fremstad & Synnøve Flø Vanvik

Opplag: 250

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

Referat

Fremstad, E. & Kvenild, L. 1993. Fattig heivegetasjon i Norge; utbredelseskart. - NINA Oppdragsmelding 188: 1-17.

Fattig heivegetasjon anses som særlig følsom overfor tilførsel av lufttransporterte nitrogenforbindelser. Endringer i flora og vegetasjon er registrert i heiområder som i et par tiår har vært utsatt for slike tilførsler. Rapporten presenterer et kart som i grove trekk viser utbredelsen av fattige heier i Norge, inkludert andre vegetasjonstyper som det ikke har vært mulig å skille ut på grunnlag av de vegetasjonsdata vi har for landet i dag. Kartet er konstruert ved å kombinere et vegetasjonsregionkart og et berggrunnsgeologisk kart. Kystseksjonen, der en finner de kulturbetingete kystlyngheiene, utgjør ca 1,9 % av Norges areal, fattig fjellhei (hei over skoggrensen) ca 25 %. De største arealene med fattig fjellhei finnes i vestlige og sentrale deler av fjellkjeden i Sør-Norge og i Finnmark.

Emneord: Kystlynghei - fjellhei - utbredelse - Norge - nitrogen - tålegrense.

Eli Fremstad og Lars Kvenild, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Fremstad, E. & Kvenild, L. 1992. Poor heath vegetation in Norway; a distribution map. - NINA Oppdragsmelding 188: 1-17.

Poor heath vegetation is considered to be particularly sensitive to airborne nitrogen compounds. Changes in flora and vegetation have been documented in heathlands which have been subject to high deposition of nitrogen for some decades. The report presents a map, which in a very generalised way shows the area of poor heathlands in Norway. The heathlands on the map also comprise considerable areas of other vegetation types, which, however, cannot be separated from the heathlands due to incomplete data on the distribution of the other types. The map has been constructed by combining of a map of vegetation regions and a bedrock map. The coastal section, where the anthropogenous coastal heathlands have developed, covers 1,9 % of the area of Norway, alpine heathlands (above the treeline) about 25 %. The most extensive areas of poor heathlands are found in western and central parts of the mountains of South Norway, and in Finnmark in North Norway.

Key words: Coastal heath - alpine heath - distribution - Norway - nitrogen deposition - critical load.

Eli Fremstad and Lars Kvenild, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Forord

I desember 1990 overførte Direktoratet for naturforvaltning (DN) midler til Norsk institutt for naturforskning (NINA) til et prosjekt over "Tålegrensekart for nitrogen". En prosjektbeskrivelse ble utformet i dialog med DN. Prosjektet skulle i utgangspunktet produsere kart i målestokk 1 : 3 000 000 som viser utbredelsen av 1) fattig hei i Norge, og 2) ombrotrof myr (nedbørsmyr). Dette er vegetasjonstyper som antas å være særlig ømfintlige overfor økte tilførsler av nitrogenforbindelser. Bakgrunnen for prosjektet er beskrevet i kap. 1.

Mulighetene for å lage et kart som viser forekomstene av ombrotrof myr i Norge ble diskutert med førsteamanuensis Asbjørn Moen, Vitenskapsmuseet, Universitetet i Trondheim.

Det foreligger i dag ingen oversikt over ombrotrof myr i Norge. En slik oversikt er mulig å lage ved hjelp av eksisterende materiale fra myrregistreringene (som ble gjort i forbindelse med den norske myrreservatplanen), andre inventeringsrapporter og omfattende flybildestudier. Arbeidet ville bli så omfattende at det falt utenfor den økonomiske rammen som DN hadde for prosjektet. Det foreliggende kartet behandler derfor bare heivegetasjon i Norge.

Digitaliseringen av vegetasjonsregionkartet (Dahl et al. 1986) er utført av Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) i samfinansiering med NINA. Digitaliseringen viste seg å være en atskillig større oppgave enn først antatt. Først i 1992 forelå det dessuten et digitalisert geologisk kart som kunne brukes i vårt øyemed. Vanskene med å få fatt i digitaliserte grunnlagskart er årsaken til at kartet over utbredelse av heivegetasjon foreligger først to år etter at DN bevilget midlene.

Arnfinn Skogen, Universitetet i Bergen takkes for kommentarer til manuskriptet; de fleste av hans merknader er tatt hensyn til i den foreliggende teksten. Jeg deler hans skepsis når det gjelder forenklingen i fremstillingen av hvilke områder som har hei i Norge. Med de data vi i dag har om Norges plantedekke, har jeg imidlertid ikke sett noen annen måte å nærme seg problemet på.

Trondheim januar 1993
Eli Fremstad

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	6
2 Heityper i Norge	7
2.1 Heibegrepet	7
2.2 Heityper	7
2.2.1 Kystlynghei	7
2.2.2 Fjellhei	9
2.3.3 Andre områder med hei	10
3 Metoder for kartkonstruksjon	11
4 Arealer med fattig hei	12
5 Sammendrag	14
6 Summary	15
7 Litteratur	16

1 Innledning

Kartet som viser utbredelsen av heivegetasjon i Norge utarbeides innenfor programmet "Naturens tålegrenser" som ble startet høsten 1988 av Miljøverndepartementet. Resultatene som programmet fremskaffer brukes internasjonalt i forbindelse med forhandlinger om utslippsbegrensninger og nasjonalt til oppdatering av kunnskapsgrunnlaget om virkninger av langtransporterte luftforurensninger. Arbeidet med å legge grunnlaget for en ny nitrogenavtale startet i 1991, med sikte på undertegning i 1994. Nitrogenavtalen vil ventelig bli basert på prinsippet om naturens tålegrenser. Arbeidet med tålegrenser skal utnytte eksisterende viten om belastninger og virkninger av nitrogen på følsomme deler av norsk natur (SFT 1992). Programmet prioriterer bl.a. kunnskapsstatus for sammenhenger mellom langtransporterte luftforurensninger og virkninger på vegetasjon.

Definisjonen av tålegrenser fra Nilsson (1986) står ved lag: "Det høyeste belastning som ikke vil forårsake kjemiske endringer som fører til langvarige, skadelige virkninger på de mest følsomme økosystemene." I 1986 utarbeidet en internasjonal arbeidsgruppe en oversikt over "sensitive receptor ecosystems" mht. nedfall av svovel- og nitrogenforbindelser, dvs. grove grupper av natur- eller vegetasjonstyper som er (eller antas å være) følsomme overfor disse forbindelsene (Nilsson 1986). Gruppen estimerte også "critical load" (tålegrense) for naturtypene. Dette arbeidet er senere fortsatt ved møter i Sverige; i Skokloster 1988 (Nilsson & Grennfelt 1988) og Lökeberg 1992. Begge workshop, og utkast til "Convention on long-range transboundary air pollution, Task force on mapping" (manus datert Berlin juli 1992), peker ut heivegetasjon som objekt for undersøkelser av virkninger av nitrogen på terrestriske økosystemer.

Bobbink et al. (1992) skiller mellom fire grupper hei som alle anslås å ha tålegrenser mellom 5 og 22 kg N/ha/år: tørr, fattig kystlynghei (15-20 kg N/ha/år), fuktig, fattig kystlynghei (17-22 kg), rik kystlynghei/grashei (< 20 kg) og arktisk/alpin hei (5-15 kg). Disse verdiene må betraktes som de beste estimater som er basert på dagens kunnskapsnivå. Den største usikkerheten er knyttet til anslagene for arktisk/alpin hei. Tålegrenseverdiene for særlig disse heiene bør revideres etter som en får bedre innsikt i sammenhengen mellom forurensninger og reaksjoner i heivegetasjonen (Bull 1992). Kalkrike heier i Nederland (som vi knapt har

paralleller til i Norge) har høyere tålegrenser for nitrogen enn de fattige heiene: mellom 14 og 30 kg N/ha/år. Hvorvidt dette gjelder for kalkrik hei i Norge (enten det dreier seg om kystlynghei eller fjellhei), er uavklart.

Valg av forurensningskilde, følsom mottaker og bestemmelse av tålegrense utgjør de tre første leddene i grunnlaget for å forhandle om reduksjon av utslipp av skadelige forbindelser, mens fjerde ledd består i å definere områder for følsomme mottakere (Bull 1992). Utarbeidelsen av kartet over fattig heivegetasjon i Norge skal bidra til å gi de som forhandler om reduksjon av utslipp en forestilling av hvor store deler av Norges **ikke skogdekte arealer** som kan anses som særlig utsatt for endringer dersom nedfallet av nitrogenforbindelser skulle nærme seg de verdiene som i dag registreres i sørvestlige deler av landet (jf. SFT 1991, Fremstad 1992).

2 Heityper i Norge

Heivegetasjon av ulike typer utgjør en betydelig del av Norges plantedekke. De fleste typene - og de som dekker størst arealer - antas å reagere særlig tydelig på økte nitrogentilførsler. Fremstad (1992) gir en oversikt over kjente virkninger av nitrogen på heivegetasjon og på arter i slike vegetasjonstyper. Hun gir også en redegjørelse for hei-begrepet og hovedtyper av hei; denne redegjørelsen gjengis her (litt endret) for å gi den botanisk-faglige bakgrunnen for resonnementet bak kartkonstruksjonen og for å gi innsikt i den meget store variasjonen i heityper som vi har i Norge.

2.1 Heibegrepet

"Hei" er fellesbetegnelse for en lang rekke og floristisk svært ulike vegetasjonstyper. Hei i vid mening (jf. Specht 1979) dannes i tropiske, subtropiske, tempererte, alpine og arktiske strøk. Heivegetasjon karakteriseres ved:

- mangel på trær (tresjikt)
- feltsjikt med dominans av eviggrønne busker eller dvergbusker (bl.a. lyngarter), eller feltsjikt der slike arter er viktige innslag
- (vanligvis) næringsfattig mark

Ofte blir en del samfunn på kalkrik mark inkludert i heibegrepet; dette forholdet kommenteres nærmere i kap. 4.

I nordisk vegetasjonsøkologisk tradisjon brukes "hei" både om visse **vegetasjonstyper** - heivegetasjon - og om **områder** (arealer) som preges av heivegetasjon. Foruten at vi i Norden bruken termen om lyngdominerte vegetasjonstyper og områder, inkluderer vi i heibegrepet også vegetasjonstyper (og områder) som domineres av visse arter gras og halvgras (starr, siv, frytler m.m., kollektivt betegnet "graminider") og/eller av moser og lav. Norske botanikere bruker generelle termer som "lynghei", "grashei" og "lavhei" for å beskrive floristisk/fysiognomiske hovedtrekk ved heiene, og knytter artsnavn til typebetegnelsene for å gi en grov floristisk/økologisk karakteristikk, f.eks. "røsslynghei", "gråmosehei", "purpurlynghei" osv.

Heier kan være kulturbetingete (antropogene) eller naturlige. I fastlands-Norge skjelner vi mellom to prinsipielt forskjellige hovedgrupper: kystlynghei og fjellhei (alpin hei).

2.2 Heityper

2.2.1 Kystlynghei

Kystlyngheiene er kulturbetinget, dvs. oppstått gjennom generasjoners påvirkning på miljøet gjennom avskoging, brenning, vinterbeite og lyngslått. Gjennom pollenanalyse er dannelsen av kystlynghei i Norge fulgt ca 4000 år bakover. Arealet har variert gjennom tidene; størst utbredelse hadde kystlyngheiene rundt midten av forrige århundre. De har sammen med utpreget oseaniske skog- og kratttyper, myrkomplekser, bergvegetasjon m.m. satt så sterkt preg på kystlandskapet like opp til i dag at utbredelsesområdet for disse vegetasjonstypene ble skilt ut som en egen vegetasjonsseksjon av Dahl et al. (1986: kystseksjonen). En kort oversikt over de norske kystlyngheienes historie, utbredelse, økologi, flora, heityper og tilstand i dag finnes hos Fremstad et al. (1991).

De norske kystlyngheiene er nær beslektet med heier i andre oseaniske deler av Nordvest-Europa der miljøbetingelsene ligger til rette for utvikling av heivegetasjon: De britiske øyer, Sveriges vestkyst, Danmark, Nord-Tyskland, Nederland, Belgia og Frankrikes og Spanias atlantehavskyst. Disse heiene rundt Nordsjøen og langs den østlige atlantehavskysten er særpreget i forhold til hei i andre verdensdeler. Kunnskapen om dem er sammenfattet av Gimingham (1972) og Gimingham et al. (1979) som peker på følgende fellestrekk:

- De er skapt av mennesker, dvs. at de er kulturbetingete.
- De består av naturlig forekommende arter, ikke arter som mennesker har introdusert.
- De er dannet i områder med oseanisk klima, dvs. områder som har høy nedbør og luftfuktighet, kjølige somre, milde vintre og lang vegetasjonsperiode.
- De preges først og fremst av røsslyng (*Calluna vulgaris*), hvis livssyklus er av største betydning for heienes beiteverdi og skjøtsel, og derved for deres fortsatte eksistens.

Utbredelse. Kystlynghei i Norge finnes fra Vest-Agder til Lofoten. I Vest-Agder omfatter kystseksjonen bare de aller ytterste kyststrøkene. I Rogaland og Hordaland er seksjonen på det bredeste, idet den omfatter øyene og de ytre fjordstrøkene. Lenger nordover er den smalere, og på Helgelandskysten er det bare de ytterste øyene som faller innenfor

kystseksjonen. Røst, Værøy og enkelte små områder på sørsiden av Lofoten regnes også som deler av kystseksjonen.

Heityper. Innenfor kystseksjonen finnes en lang rekke heityper. De differensieres etter fuktighetsgradienter (tørr-fuktig), næringsgradienter (fattig-rik), en gradient fra havnivå til fjell (lavland-prealpin-alpin), samt med breddegrad, dvs. etter en regional klimagradiant. Fremstad et al. (1991) gir en oversikt over hovedtyper, i den grad disse er blitt undersøkt og beskrevet. Vi mangler fremdeles en tilfredsstillende oversikt over typer av kystlynghei.

Et viktig skille innen heiene går mellom **tørrhei** og **fukthei**.

Det er et generelt trekk at den relative betydningen av fukthei øker fra sør mot nord. En relativt større del av heiene i Midt-Norge er fukthei enn tilfellet er i f.eks. Rogaland-Sunnhordland, bortsett fra på Jæren der andelen fukthei også er høy. Imidlertid er det i alle deler av kystseksjonen et betydelig innslag med myr; kystlynghei og myr danner de fleste steder tette vegetasjonsmosaikker.

Mesteparten av kystlyngheiene er **fattighei**; de består av arter som kan vokse på sur og næringsfattig og gjerne også grunnlendt mark. Enkelte steder (som f.eks. på Karmøy, Bømlo, Atløy, Hitra, Frøya, Kalvøya i Vikna og Leka) finnes **rikhei**, som er utviklet på næringsrikere mark. Rikheier utgjør imidlertid så små arealer at de er uten betydning i vår kartleggingssammenheng.

Nederlandske undersøkelser (resymert av Bobbink et al. 1992) antyder at rikheiene har høyere tålegrense for nitrogen enn fattigheiene. Hos oss er det alt i utgangspunktet en del grasarter i rikheiene. Disse vil ekspandere ved nitrogentilførsel, på bekostning av bl.a. lave urter; dermed reduseres heipreget. Nitrogentilførsel vil trolig også forsterke eventuelle gjengroingstendenser og gi høyere innslag av høye urter.

Deler av kystlyngheiene har i lang tid vært så sterkt utnyttet, spesielt ved beite, at lyngarter er blitt utkonkurrert av gras og graslignende planter. Det foreligger ingen oversikt over hvor stor del **grashei** utgjør av det samlede heiearealet langs kysten.

I en del høyereliggende områder i kystseksjonen, og i nordligere deler av den, får heiene et økende innslag av fjellarter, og i noen tilfeller går kyst-

lynghei i høyden gradvis over til **fjellhei** (i streng mening, se nedenfor). Imidlertid finnes det i høytliggende områder i kystseksjonen også heier der det ikke er vesentlige innslag av fjellplanter og hvor lavlandsheier går helt opp på de høyeste toppene.

Utvikling. Samfunnsutvikling og økonomiske omlegginger i dette århundret har gjort lyngheidrift ulønnsomt, og opphør av tradisjonelle driftsformer eller for svak utnyttelse av lyngheiene har ført til omfattende endringer i dem. Den største trusselen fra mellomkrigstiden frem til i dag har for mesteparten av kystseksjonen vært naturlig gjengroing med busker og trær. Viktige generelle trekk i heienes dynamikk i en skjøtselssituasjon og i naturlig suksesjon (gjengroing) i norsk kystlynghei er vist bl.a. av Skogen (1979) og Fremstad et al. (1991).

I kystseksjonen finner en i dag mange vegetasjonstyper i tillegg til kystlynghei: løvkratt og -skog, særlig med hassel (*Corylus avellana*), ask (*Fraxinus excelsior*) og svartor (*Alnus glutinosa*), bjørkeskog, furuskog (spesielt av røsslyng-blokkébærtype), gjengroingskratt med vier-arter (*Salix* spp.), osp (*Populus tremula*) m.m. Disse typene har det ikke vært mulig å ta hensyn til (å skille ut) ved konstruksjon av heikartet.

I de siste 15–20 årene har det inntrådt endringer i sørvestnorsk kystlynghei som ikke følger mønstrene til gjengse suksesjoner i kystlynghei, hverken de som inngår i normal skjøtselssyklus eller de som er ledd i naturlig gjengroing. En ny type suksesjoner har utviklet seg; disse består i hovedtrekk av at blåtopp (*Molinia caerulea*) har ekspandert i tidligere røsslyngdominerte heier. Flere steder har blåtopp ekspandert etter at røsslyngen er blitt skadet eller har dødd. Slike endringer er blitt observert fra de vestligste delene av Vest-Agder til Gulen i Sogn. Den mest markerte blåtoppekspansjonen har en i Rogaland-Sunnhordland. Mulige årsaker til "den nye heidynamikken" er undersøkt av Hansen (1991) og Dommarsnes (under utarb.) og referert av Fremstad (1992). Det er mye som tyder på at det relativt høye nitrogennedfallet i Sørvest-Norge de siste tiårene (jf. SFT 1991) er en vesentlig faktor for forklaring av de endringer som er observert. Tålegrensene for heiene i sørvest ser nå ut til å ha blitt overskredet. En grundigere diskusjon av fenomenene vil bli presentert av Dommarsnes (under utarb.).

2.2.2 Fjellhei

Utenom kystseksjonen finnes heivegetasjon først og fremst over skoggrensen, der klimaet setter grenser for utvikling av trær. (Et unntak er heiene innenfor kysten i Agderfylkene, se 2.2.3) Fjellhei er i alt vesentlig naturlige vegetasjonstyper, dannet uavhengig av menneskers aktivitet. Lokalt kan de imidlertid være kulturbetinget, f.eks. rundt sætre der skogen er blitt fjernet og ennå ikke har regenerert.

Faktorer som begrenser treslagenes vekst og muligheter for spredning i fjellområdene og mot nord er først og fremst sommertemperaturene, korte og kjølige vegetasjonsperioder og dårlige muligheter for frømodning. Dertil kommer mekanisk skade ved vind, isføyke og snøpress, uttørking pga sammenfallende perioder med begrenset vanntilgang (-opp-tak) og stort vanntap og liten tilgang på næring. Over den alpine skoggrensen blir det andre arter, som er bedre tilpasset de rådende forholdene, som preger vegetasjonen.

Utbredelse. Fjellhei har en i de alpine regionene på kartet til Dahl et al. (1986), som grovt sett angir områder over skoggrensen. De største arealene med fjellhei finnes i **lavalpin region**, der de danner sammenhengende vegetasjon over vidstrakte områder. I de **mellom- og høyalpine regionene** er plantedeckket mer oppsplittet, og relativt større arealer har sparsomt med vegetasjon.

Heityper. Fjellheiene i Norge er godt undersøkt i forhold til mange andre vegetasjonstyper. Ut fra de "klassiske" arbeidene til bl.a. Nordhagen (1928, 1943, 1955) og Dahl (1957) og senere studier (f.eks. Økland & Bendiksen 1985, Haapasaari 1988) har vi god forståelse for hvilke miljøfaktorer som betinger utviklingen av de ulike typene. Vi har også rimelig oversikt over typer av fjellhei i sentrale deler av Sør-Norge og østlige fjellstrøk, men dårligere kunnskap om typene i humide fjellstrøk i Vest-Norge, og heityper i Midt- og Nord-Norge. En del data foreligger dog i upubliserte hovedfagsoppgaver. Fremstad & Elven (1987) har gjort et forsøk på å sammenfatte hovedtypene.

Viktige miljøfaktorer for differensieringen innen fjellheiene er regionale klimagrader (sør-nord, oseanisk-kontinental), lokale klimagrader (lavalpin-høyalpin, etter eksposisjon, snødekkets tykkelse og varighet, dvs. gradienten rabb-leside-snøleie), samt gradienten fattig-rik. For den siste

er de fysiske og kjemiske egenskapene ved bergarter og løsmasser utslagsgivende, foruten fuktighetsforholdene. Fjellheiene i områder med kalkholdige bergarter og basiske bergarter har et visst innslag av planter som fordrer høyere pH og bedre næringstilgang enn mange av de "typiske heiartene", som likevel ofte dominerer **rikheiene** kvantitativt. Rikhei forekommer i hele fjellkjeden, noe som demonstreres bl.a. av at gode "kalkindikatorer" som reinrose (*Dryas octopetala*, jf. kart hos Gjærevoll 1990) og rødsildre (*Saxifraga oppositifolia*) m.fl. finnes i hele fjellkjeden. Rikhei og kalkindikatorer er imidlertid langt vanligere i områder med rike bergarter enn i områder der bergartene er fattige.

De lavalpine, fattige heiene domineres av lyngarter, starr- og grasarter, dvergbjørk (*Betula nana*), vier (*Salix* spp.), lav og moser. Innen fjellheimrådene finnes også en rekke samfunn som preges av lavvokste urter og gras.

I mellomalpin region faller de aller fleste forvedede artene ut eller inntar en underordnet rolle i forhold til gras, starr, frytler, urter, moser og lav. Også i mellomalpin kan heiene dekke større, sammenhengende arealer, men generelt er plantedeckket mer spredt og oppstykket enn i lavereliggende områder, og relativt større arealer består av bart berg, rasmark, blokkmark o.l.

Utvikling. Vanligvis antas fjellheiene å være stabile vegetasjonstyper, men dokumentasjon på dette mangler, ettersom vi har svært få gjenanalyser av områder som har vært undersøkt tidligere.

En del heier i nordboreal og lavalpin har forandret seg i løpet av de siste generasjonene som følge av redusert bruk av utmarksarealer; i andre områder har de endret karakter som følge av overbeite av rein, eller på grunn av forurensninger (Sør-Varanger, undersøkt av SPACETEC/FORUT, Tromsø).

Ut fra kunnskapen om hvordan en del vanlige arter i fjellheiene reagerer på nitrogengjødsling, har vi et visst grunnlag for å si noe om fjellheienes følsomhet overfor økt nitrogennedfall (jf. Fremstad 1992: 13-18). En del lyngarter og urter går tilbake ved gjentatt nitrogengjødsling, mens flere grasarter, bl.a. viktige arter som smyle (*Deschampsia flexuosa*) og sauesvingel (*Festuca ovina*) øker i frekvens og dekning. En rekke viktige mose- og lavararter i fjellvegetasjon viser negativ reaksjon på økt nitrogen tilførsel.

Dahl (1988) har påvist generell senkning av pH i jorden i Rondane i løpet av en 35-40-årsperiode, noe han mener skyldes forsuring av nedbøren. Artssammensetningen i de fattige heiene i Rondane hadde endret seg lite i perioden, mens det kunne påvises visse forandringer i de rikere typene. Som Dahl (1988) påpeker, har jordsmonnet i Rondane begrenset bufringskapasitet mot forsuring og vil forsures raskere enn jordsmonnet i områder som har gunstigere bergarter. Ettersom store deler av Norge består av harde, sentforvitrende og næringsfattige bergarter og har sure og grunne jordsmonn med lav bufringskapasitet, er det grunn til først og fremst å fokusere på fattig hei når en skal følge med virkningen av nitrogen på fjellvegetasjon.

I lavlandet har kalkrik hei vist seg å ha høyere tålegrenser enn fattig hei (Bobbink et al. 1992), men det er uvisst om samme forhold mellom fattighei og rikhei gjør seg gjeldende i fjellet.

Det antas at fjellheiene - og beslektet vegetasjon i Arktis - i særlig grad er følsomme overfor klimændringer (Holten 1990, Holten & Carey 1992, Elvebakk 1990).

2.2.3 Andre arealer med hei

Fjellheiene er (med visse unntak) regionale vegetasjonstyper, dvs. avhengige av storskala klimagrader. Imidlertid finnes hei også på steder der det regionale klimaet skulle tilsi at det var utviklet skog, men hvor andre forhold - kulturpåvirkning eller andre spesielle, lokale betingelser - gjør at hei og ikke skog dominerer. Slike asonale, lokalt betingete og i det vesentlige naturlige heier finnes f.eks.

- på stabiliserte sanddyner, der vegetasjonsutviklingen ikke er kommet så langt som til dannelse av skog
- på sterkt eksponerte steder i kyst- og fjordstrøk: holmer og skjær, småøyer og nes
- på koller, åstopper og berg som ligger under skoggrensen, men som er så sterkt utsatt for vind at skoggrensen blir senket lokalt, og hei er utviklet som "øyer" i skoglandskapet
- på steder med tynt og tørkeutsatt jordsmonn, f.eks. på skrinne sandmoer og morenerygger, i rasmarker og på tørre, fattige bergnabber

Mindre arealer med heivegetasjon finnes følgelig i alle vegetasjonsregioner, dvs. også utenom kystseksjonen og fjellet. Slike heiarealer har det ikke vært mulig å ta i betraktning ved kartkonstruksjonen.

Heiene innenfor kysten i Agder er kulturbetingete; de blir heller ikke fanget opp i vårt kart i og med at de hverken tilhører kystseksjonen eller ligger over skoggrensen.

3 Metoder for kartkonstruksjon

Kartet over utbredelsen av fattig heivegetasjon er en sammenstilling av to kartgrunnlag: ett for vegetasjonsregioner og ett for berggrunn. Vegetasjonsregionkartet er digitalt fremstilt av NIJOS på grunnlag av vegetasjonsregionkartet i 1 : 1,5 mill. konstruert av Statens kartverk (Dahl et al. 1986). Vegetasjonsregionkartet viser egentlig ikke utbredelsen av kystlynghei, men hvilket område slike heier kan utvikles innenfor.

Berggrunnskartet er produsert av NGU fra et grunnlagskart i målestokk 1 : 3 mill. (Sigmond 1992). De to hei-gruppene på vårt kart er laget på grunnlag av kriterier som er lagt inn i de to grunnlagskartene.

Av vegetasjonsregionkartets 12 grupper (regionbetegnelser) har vi skilt ut:

- kystseksjonen: lavlandsbelte, prealpint belte og alpint belte. Kystseksjonen omfatter de kultur-betingete heiene i kystområdene, jf. 2.2.1.
- lavalpin region
- lav-, mellom- og høyalpin region (Vestlandet)
- mellom- og høyalpin region (i øvrige deler av landet)

De tre alpine gruppene omfatter fjellområdene våre, dvs. arealer som ligger over skoggrensen.

Berggrunnskartets 70 grupper er etter skjønn klassifisert som henholdsvis "fattige" og "rike", ut fra den erfaring botanikere har om hvilke typer berggrunn som gir opphav til henholdsvis "næringsfattig" og "næringsrikt" jordsmonn og følgelig kan opprettholde "fattige" og "rike" vegetasjonstyper. Dette avhenger både av bergartenes mineralinnhold og hvor lett en bergart forvitrer. En rekke av de 70 gruppene omfatter bergarter av nokså ulik karakter, noe som vanskeliggjør en slik botanisk tilpasset klassifisering. Andre problemer som følger med det at kartet er basert på klassifisering av bergarter er diskutert i kap. 4.

Disse bergartsgruppene er klassifisert som "fattige": granitt, tonalitt, charnockitt, monzonitt, rhyolitt, metarhyodacitt, sandstein, arkose, gråvakke, metasandstein, metaarkose, metagråvakke, granittisk gneis, charnockittisk gneis, migmatitt og devonske sedimentære bergarter (sandstein og konglomerat).

Bergarter som er regnet som "rike" og som derfor ikke er inkludert i heikartet, er bl.a. kalkstein, dolomitt, marmor, gabbro, dioritt, amfibolitt, leir-

skifer, fyllitt, glimmerskifer, grønnstein, grønnskifer og ultramafiske bergarter.

De utvalgte gruppene i henholdsvis vegetasjonsregionkartet og det geologiske kartet er "lagt oppå hverandre", og de arealer som kombinerer kriteriene "hei" og "fattig berggrunn" er tegnet ut på vårt kart. Sammenstilling og uttegning av kartene er gjort med programsystemet ARC/Info.

Berggrunnskartet har en grov kystlinje, den såkalte C-generaliseringen fra Statens kartverk som bruker ca 12 000 punkter for å beskrive kystkontur og øyer. Vegetasjonsregionkartet bruker A-generaliseringen med ca 80 000 punkter og har en mer detaljert kystlinje og flere øyer. Vårt kart er en krysning av disse to kartene, fremstilt slik at det kun inneholder områder som er til stede på begge grunnlagskart. Det vil i praksis si at kartet er grovere enn C-generaliseringen i kystlinja og i antall øyer som er med.

4 Arealer med fattig hei

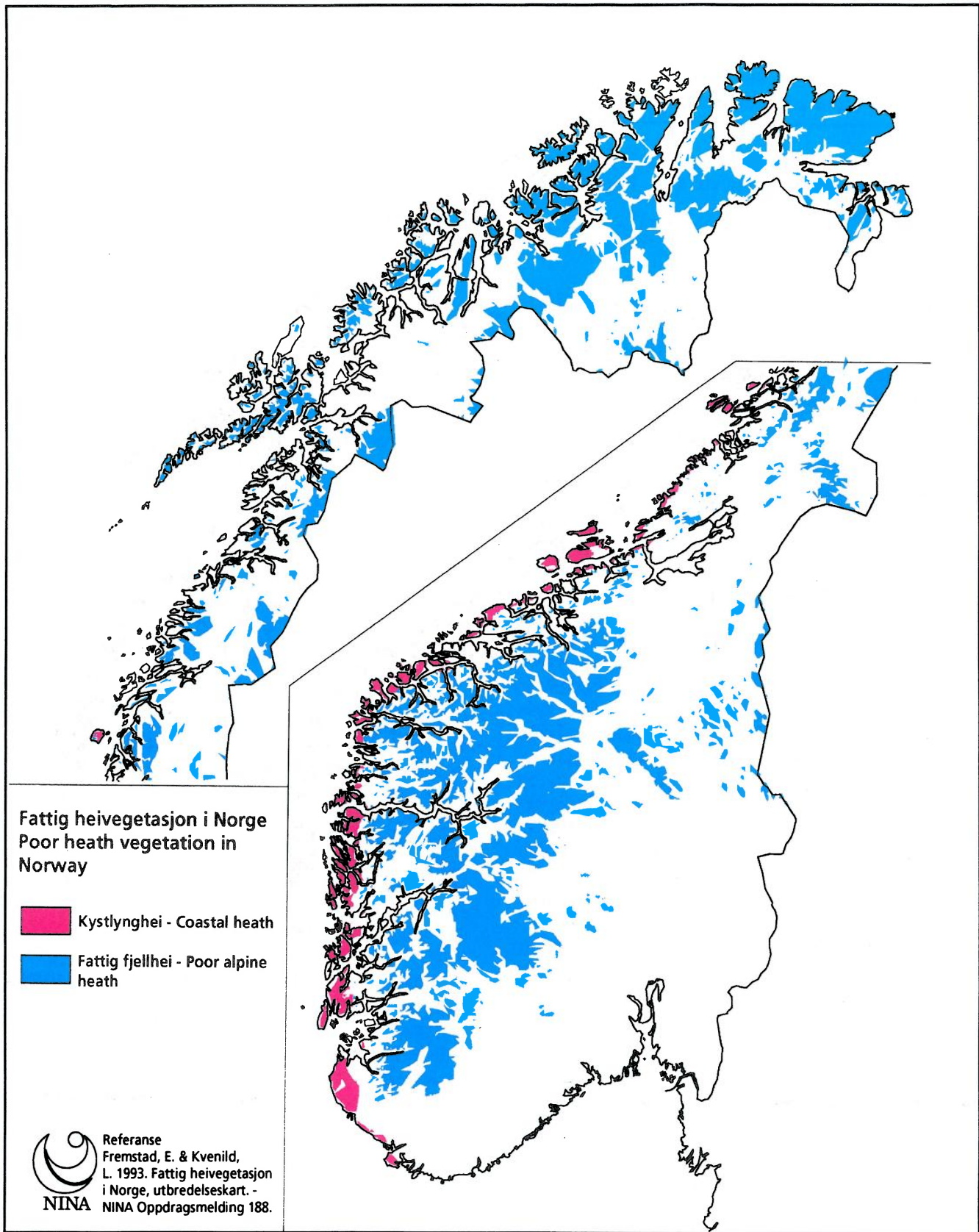
Ved å kombinere vegetasjonsregionkartet (Dahl et al. 1986) og geologisk kart (Sigmond 1992) fremkommer et grovt bilde av utbredelsen av fattig hei i Norge (figur 1). Hvorvidt kartet gir et godt bilde av utbredelsen av fattig hei avhenger av flere forhold, særlig av klassifiseringen av bergarter. Vi er selvsagt klar over at det er flere forhold enn regionale berggrunnsforhold som avgjør om det utvikles fattige eller rike vegetasjonstyper i et område, så som egenskaper ved løsmassene (leirinnhold, innhold av organisk materiale), sigevannspåvirkning, topografi, regionalt og lokalt klima m.m. Det påpekes også av Ryghaug et al. (1991) og Amundsen (1992) at overflatejordas surhetsgrad og forsuringfølsomhet varierer regionalt, men at det er flere forhold i tillegg til berggrunnen som virker inn på disse karakterene. Det presiseres ikke hvilke andre parametre de mener er av betydning. Resultatene fra "Overvåking av skogens sunnhetstilstand" (Esser & Nyborg 1992) viser imidlertid regionale forskjeller i jordsmonn; forskjeller som bl.a. avhenger av berggrunnsgeologien i de ulike regionene. Videre vet vi at det er en rimelig tett kobling mellom næringsfattige jordsmonn og visse typer av hei- og skogvegetasjon.

Figur 1 viser store arealer med fattig fjellhei særlig i vestlige deler av Sør-Norge, fra grunnfjellområdene i Rogaland nordover Langfjella til Sør-Trøndelag-Nordmøre, med utløpere i Telemark-Buskerud og over Rondane til Kjølen. Det andre store fattigheiområdet har vi i Nord-Troms-Finnmark. Dessuten får vi skilt ut spredte fattigfjellområder i Trøndelagsfylkene, Nordland og Troms. De områdene som således er skilt ut som fattigfjellområder på figur 1 viser god overensstemmelse med det vi vet om vegetasjonen i de aktuelle områdene, f.eks. om store deler av fjellene på Vestlandet, i Rondane, Lofoten-Vesterålen, kystfjell i Troms og deler av Finnmark osv. En skal imidlertid merke seg at store fjellområder i Trøndelagsfylkene, Nordland og Troms ikke er markert på kartet. Det vil si at de gjennom bergartsklassifiseringen er blitt gruppert som "rike fjellområder". Riktignok har disse fylkene bedre bergarter enn det som er skilt ut som "fattige fjellområder" på kartet, men også i Trøndelag, Nordland og Troms finnes det betydelige arealer med fattig fjellhei, uten at vi har muligheter for å få frem dette på kartet. Rik berggrunn er mange steder dekket av næringsfattige, utvaskede løsmasser (morene, fluvialt materiale osv.), og løsmassene og humusrike jordsmonn og torvlag

isolerer mange steder dagens vegetasjon fra den rikere undergrunnen. Arealet med fattig fjellhei, slik det fremkommer i figur 1 og tabell 1, må derfor betraktes som et minimumsareal for slik vegetasjon i Norge.

Kystseksjonen omfatter knapt 2 % av totalarealet i Norge (tabell 1). I realiteten utgjør kystlynghei mindre, i og med at kystseksjonen i dag rommer en god del furu- og bjørkeskog, edelløvskog og -kratt osv., samt mye fattig og ombrotrof myr.

Minst 25 % av arealet i Norge kan betegnes som "fattige fjellheier" (tabell 1). Vi har således svært store arealer langs kysten og i fjellet - omlag en tredel av det totale landarealet - som må betraktes som "følsomme mottakere" (Bull 1992). I tillegg kommer vegetasjonstyper med tilsvarende næringsstatus under skoggrensen, herunder store arealer med bjørkeskog og furuskog på skrinne og næringsfattig mark. Esser & Nyborg (1992) har nylig beskrevet den kjemiske tilstanden i jordsmonn i barskog i Norge. Oversikten viser til dels tydelige regionale forskjeller, som for en stor del henger sammen med berggrunn og klima. Jordsmonnet i Sørøst-Norge og Agder-fylkene (områder som i alt vesentlig ligger under skoggrensen) karakteriseres f.eks. som "mindre gunstig" enn i andre deler av landet, mens "Nord-Norge er gunstigst stilt med hensyn til å motstå negative effekter av sur nedbør". Ifølge vårt kart (figur 1) kan en neppe behandle Nord-Norge under ett, men jordsmonnundersøkelsene i barskog viser at arealet med "følsomme mottakere" i Norge totalt langt overgår de ca 30 % som fattig heivegetasjon utgjør.



Figur 1. Utbredelsen av fattige heier i Norge. - Distribution of poor heath vegetation in Norway.

Tabell 1. Arealer med fattig hei i Norge, beregnet etter Dahl et al. (1986) og vår avgrensning av områder med fattige (harde og sure) bergarter. - Area of poor heath vegetation in Norway, calculated on the basis of Dahl et al. (1986) and our delimitation of alpine areas with poor (hard and acid) bedrock.

Grupper av heityper Groups of heath types	Areal km ² Area sq. km	Prosent av totalareal 1) Percentage of total area 1)
Kystseksjonen Coastal section	6 059	1,9
Fjellhei Alpine heath	117 050	36,1
Fattig fjellhei Poor alpine heath	81 371	25,1
Sum fattig hei	87 430	27,0

1) Fastlands-Norges areal er 323 877 km² iflg. SSB (1991). - The area of the mainland of Norway is 323 877 sq. km.

5 Sammendrag

Heivegetasjon på næringsfattig grunn er i internasjonale fora blitt definert som vegetasjonstyper som er særlig følsomme for økt tilførsel av lufttransporterte nitrogenforbindelser. Kartlegging av "følsomme mottakere" er overlatt til de enkelte land som deltar i internasjonalt arbeid med virkninger av langtransporterte forurensninger på akvatiske og terrestriske økosystemer. Det foreliggende kartet over "fattig heivegetasjon" er ett av Norges bidrag til denne kartleggingen. Vi forsøker å vise hvor vi har de største arealene med denne typen følsomme mottakere, og hvor stor andel av arealet de utgjør.

Kartet er konstruert ved å bearbeide og kombinere med GIS-systemet ARC/Info digitaliserte karter over henholdsvis vegetasjonsregioner og berggrunnsgeologi.

Heiene er delt i to hovedgrupper: antropogen kystlynghei og fjellhei. Rapportteksten redegjør nærmere hva som legges i heibegrepet og for hovedtypene av heivegetasjon.

Kartet viser ikke utbredelsen av kystlynghei i dag, men det område - kystseksjonen - der de økologiske forhold er slik at kystlynghei har kunnet blitt utviklet. I dag utgjør furuskog, løvkratt, ombrotrof

og fattig myr m.m. betydelige deler av kystseksjonen. Flere av disse vegetasjonstypene har trolig like lave tålegrenser for nitrogen som kystlyngheiene har. Kystseksjonen utgjør knapt 2 % av Norges landareal.

Fattig fjellhei er utbredt i hele fjellkjeden. De største sammenhengende arealene har vi i Sør-Norge fra Rogaland/Agder og Telemark til Nord-Møre/Sør-Trøndelag, samt i Nord-Troms/Finnmark. Omlag 25 % av det totale landarealet er skilt ut som fattig fjellhei. Innenfor dette arealet finnes mange andre vegetasjonstyper (vierkratt, snøleier, enger osv.), til dels av rikere karakter, men for disse er det ikke råd å beregne arealet med de data vi har for Norges vegetasjon i dag.

Fjellområder i Midt-Norge og Nordland/Troms er pga berggrunnsgeologien ikke karakterisert som fattige, men det er klart at betydelige arealer også i disse landsdelene har fattig fjellhei. De ca 30 % av landarealet som her er karakterisert som "fattig heivegetasjon" er derfor et lavt anslag for denne gruppe "følsomme mottakere".

6 Summary

International fora have defined heath vegetation on nutrient-poor soils as "sensitive receptor ecosystems" as regards the negative effects of increased precipitation of long-range nitrogen compounds. Each country taking part in the international co-operation has the responsibility of mapping the distribution of sensitive receptors. The present map of "poor heath vegetation" is one of the Norwegian contributions to this mapping. We try to show where the largest areas of poor heath vegetation are found in Norway, and to assess the area covered by such vegetation types.

The map is constructed by means of the GIS system ARC/Info, and on the basis of digitalised maps of vegetation regions and bedrock geology.

The poor heaths are divided into two main groups: anthropogenous coastal heath and alpine heath. The concept of "heath" is explained in the text, and an outline of the main vegetation types is given.

The map does not show the present distribution of coastal heath, but rather the area - the coastal section - where the ecological conditions favour development of such vegetation types. Today the coastal section contains considerable areas of pine and birch woodland, ombrotrophic bog and poor mires etc. Many of these vegetation types are probably just as sensitive to increased nitrogen precipitation as the poor heaths are. The coastal section comprises less than 2 % of the area of Norway.

Poor alpine heaths are distributed throughout the mountain range. The largest continuous areas are found from Rogaland/Agder/Telemark in the southwest to Nord-Møre/Sør-Trøndelag in Central Norway, in northern parts of Troms and in Finnmark. Approximately 25 % of the area of Norway is characterised as having poor alpine heath. This area also comprises many other vegetation types, such as willow thickets, snowpatches, meadows etc., some of which are richer than the heaths. However, our present knowledge of the vegetation of Norway does not permit an estimate of their area.

Because of the bedrock extensive alpine areas in Central Norway and Nordland and Troms have not been characterised as "poor alpine areas" though it is clear that large parts of these counties too, have poor alpine heaths. Our estimate that approximately 30 % of Norway is "poor heath" should, therefore,

be considered as a low estimate of the area taken up by this kind of "sensitive receptor".

7 Litteratur

- Amundsen, C.E. 1992. Sammenligning av relativ forsurningsfølsomhet med tålegrenser beregnet ved bruk av modeller, i jord. - NGU Rapp. 92.294: 1-48.
- Bobbink, R., Boxman, D., Fremstad, E., Heil, G., Houdijk, A. & Roelofs, J. 1992. Critical loads for nitrogen eutrophication of terrestrial and wetland ecosystems based upon changes in vegetation and fauna. - I: Grennfelt, P. & Thörnelöf, E., red. Critical loads for nitrogen - a workshop report. Nord 1992, 14: 111-159.
- Bull, K.R. 1992. An introduction to critical loads. - Environmental Pollution 77: 173-176.
- Dahl, E. 1956. Rondane. Mountain vegetation in South Norway and its relations to the environment. - Skr. norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-naturv. Kl. 1956,3: 1-374.
- Dahl, E. 1988. Acidification of soils in the Rondane Mountains, South Norway, due to acid precipitation. - Økoforsk Rapp. 1988,1: 1-53.
- Dahl, E., Elven, R., Moen, A. & Skogen, A. 1986. Vegetasjonsregionkart over Norge 1 : 1 500 000. Nasjonalatlas for Norge. - Statens kartverk.
- Dommarsnes, S. under utarb. Balansen mellom *Calluna vulgaris* og *Molinia caerulea* i vestnorsk lynghei i relasjon til langtransportert nitrogen. - Hovedfagsopp. Univ. Bergen.
- Elvebakk, A. 1990. Verknader av klimaendringar på terrestrisk flora og vegetasjon. - I: Kverndal, A.-I., Elvebakk, A., Jaworowski, Z. & Hansson, R. Virkninger av klimaendringer i polarområdene. Bidrag til den interdepartementale klimautredningen. Norsk Polarinst. Rapp.ser. 62: 53-101.
- Esser, J.M. & Nyborg, Å. 1992. Jordsmonn i barskog, en oversikt for Norge. - NIJOS Rapp. 1992,3: 1-50.
- Fremstad, E. 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetasjon. En litteraturstudie. - NINA Oppdragsmelding 124: 1-44.
- Fremstad, E. & Elven, R., red. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. - Økoforsk Utredn. 1987,1.
- Fremstad, E., Aarrestad, P.A. & Skogen, A. 1991. Kystlynghei på Vestlandet og i Trøndelag. Vegetasjonstyper og natur i fare. - NINA Utredning 29: 1-172.
- Gimingham, C.H. 1972. Ecology of heathlands. - London, Chapman and Hall.
- Gimingham, C.H., Chapman, S.B. & Webb, N.R. 1979. European heathlands. - I: Specht, R.L., red. Heathlands and related shrublands. Descriptive studies. Ecosystems of the world 9A. Amsterdam, Elsevier. s. 365-413.
- Gjærevoll, O. 1990. Maps of distribution of Norwegian vascular plants. II. Alpine plants. - Trondheim, Tapir.
- Haapasaari, M. 1988. The oligotrophic heath vegetation of northern Fennoscandia and its zonation. - Acta Bot. Fennica 135: 1-219 + app.
- Hansen, K.F. 1991. Sosiologisk-økologisk differensiering, struktur og dynamikk i dagens vestnorske lynghei. - Hovedfagsopp. Univ. Bergen. 113 s. + vedlegg. Upubl.
- Holten, J.I., red. 1990. Biologiske og økologiske konsekvenser av klimaforandringer i Norge. Bidrag til den interdepartementale klimautredningen. - NINA Utredning 11: 1-59.
- Holten, J.I. & Carey, P.D. 1992. Responses of climate change on terrestrial ecosystems in Norway. - NINA Forskn.rapp. 29: 1-57.
- Nilsson, J., red. 1986. Critical loads for sulphur and nitrogen. - Copenhagen, Nordic Council of Ministers.
- Nilsson, J. & Grennfelt, P., red. 1988. Critical loads for sulphur and nitrogen. Report from a workshop held at Skokloster, Sweden 19-24 March, 1988. UN-ECE and the Nordic Council of Ministers. - Miljørapp. NORD 1988,15.
- Nordhagen, R. 1928. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. - Skr. norske Vid.-Akad. Oslo. I. Mat.-naturv. Kl. 1927,1: 1-612, IX.
- Nordhagen, R. 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. - Bergens Mus. Skr. 22: 1-607.
- Nordhagen, R. 1955. Kobresieto-Dryadion in Northern Scandinavia. - Svensk bot. Tidskr. 49: 63-87.
- Ryghaug, P., Nilsen, R. & Ekremsæter, J. 1991. Jordsmonnets motstand mot forsuring i Sogn og Fjordane Fylke. - NGU Rapp. 90.120: 1-26, 13 fig.
- SFT, Statens forurensningstilsyn 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. - Statlig program for forurensningsovervåking Rapp. 466/91.
- SFT, Statens forurensningstilsyn 1992. Naturens tålegrenser. Anmodning om søknader for 1993. - Oslo, brev av 20.11.1992.
- Sigmond, E.M.O. 1992. Berggrunnskart Norge med havområder. Målestokk 1 : 3 mill. - Norges geol. unders. Upubl.
- Skogen, A. 1979. Conversion of Norwegian coastal heath landscape through development of potential natural vegetation. - I: Miyawaki, A., Bogenrieder, A., Okuda, S. & White, J., red. Vegetation ecology and creation of new environ-

- ments. Proceedings of the International Symposium in Tokyo and Phytogeographical Excursion through central Honshu. Tokyo, Tokai Univ. Press. s. 195-204.
- Specht, R.L. 1979. Heathlands and related shrublands of the world. - I: Specht, R.L., red. Heathlands and related shrublands. Descriptive studies. Ecosystems of the world 9A. Amsterdam, Elsevier. s. 1-8.
- SSB, Statistisk sentralbyrå 1991. Statistisk årbok 1991. - Norges off. Stat. B 980. Oslo, Kongsvinger.
- Økland, R.H. & Bendiksen, E. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in the Grunningdalen area, Telemark, S. Norway. - Sommerfeltia 2: 1-224.

Naturens tålegrenser

Rapportoversikt

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

Unummerert Jaworowski, Z. 1989. Pollution of the Norwegian Arctic: a review. - Norsk polarinstitutt (NP) Rapportser. 55.
- 2 Henriksen, A., Lien, L. & Traaen, T.S. 1990. Tålegrenser for overflatevann. Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89210.
- 3 Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann. Fisk og evertebrater. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89185.
- 4 Bølviken, B. et al. 1990. Jordforsuringsstatus og forsurningsfølsomhet i naturlig jord i Norge. - Norges geologiske undersøkelse (NGU). Rapp. 90.156.2 b.
- 5 Pedersen, H.C. & Nybø, S. 1990. Effekter av langtransporterte forurensninger på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO₂, NO_x og tungmetaller. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Utredning 5.
- 6 Frisvoll, A.A. 1990. Moseskader i skog i Sør-Norge. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 18.
- 7 Muniz, I.P. & Aagaard, K. 1990. Effekter av langtransportert forurensning på ferskvannsdyr i Norge; virkninger av en del sporelementer og aluminium. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Utredning 13.
- 8 Hesthagen, T. et al. 1992. Forsuring av innsjøer i Sør-Norge -fiskestatus innen geografiske rutenett. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Forskningsrapport 32.
- 9 Pedersen, U., Walker, S.E. & Kibsgaard, A. 1990. Kart over atmosfærisk avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser i Norge. - Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 28/90.
- 10 Pedersen, U. 1990. Ozonkonsentrasjoner i Norge. - Norsk institutt for luftforskning (NILU). OR 28/29.
- 11 Wright, R.F., Stuanes, A., Reuss, J.O. & Flaten, M.B. 1990. Critical loads for soils in Norway. Preliminary assessment based on data from 9 calibrated catchments. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89153.
- 11b Reuss, J.O. 1990. Critical loads for soils in Norway. Analysis of soils data from eight Norwegian catchments. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp. O-89153.
- 12 Amundsen, C.E. 1990. Bufferprosent som parameter for kartlegging av forsurningsfølsomhet i naturlig jord. - Univ. i Trondheim, AVH.
- 13 Flatberg, K.I., Foss, B., Løken, A. & Saastad, S.M. 1990. Moseskader i barskog. - Direktoratet for naturforvaltning (DN) Notat.
- 14 Frisvoll, A.A. & Flatberg, K.I. 1990. Moseskader i Sør-Varanger. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 55.
- 15 Flatberg, K.I., Bakken, S., Frisvoll, A.A. & Odasz, A.M. 1991. Moser og luftforurensninger. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 69.
- 16 Mortensen, L.M. Ozonforurensning og effekter på vegetasjonen i Norge. - Direktoratet for naturforvaltning (DN) Notat. i trykk.
- 17 Wright, R.F., Stuanes, A.O. & Frogner, T. Critical loads for soils in Norway Nordmoen. - Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapp O-89153.
- 18 Pedersen, H.C., Nygård, T., Myklebust, I. & Sæther, M. 1991. Metallbelastninger i lirype. - Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 71.
- 19 Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann evertebrater og fisk. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) Rapport O-89185,2.
- 20 Amundsen, C.E. 1991. Sammenligning av parametre for å bestemme forsurningsfølsomhet i jord. (NGU). Rapp. 91.265.
- 21 Bølviken, B., Nilsen, R., Romundstad, J. & Wolden, O. 1991. Surhet, forsurningsfølsomhet og lettløselige basekationer i prøver av naturlig jord fra Nord-Trøndelag og sammenligning med tilsvarende data for Sør-Norge. (NGU). Rapp. 91.250.
- 22 Sivertsen, T. et al. 1992. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1991-15. 53s.
- 23 Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1992. Critical loads for acidity to freshwater fish and invertebrates. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Rapp. O-089185,3 (i trykk).

- 24 Fremstad, E. 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetasjon. En litteraturstudie. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 124.
- 25 Fremstad, E. & Kvenild, L. 1993. Fattig heivegetasjon i Norge, utbredelseskart. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 188.
- 26 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A. 1992. Undersøkelser av skade hos to sigdmoser i Agder. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmeld. 134.
- 27 Lindstrøm, E.A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-90137/E-90440, rapport-2 (i trykk).
- 28 Brettum, P. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Plan-teplankton. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-90137/E-90440, rapport-3 (i trykk).
- 29 Brandrud, T.E., Mjelde, M. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). O-90137/E-90440, rapport-1 (i trykk)
- 30 Mortensen, L.M. & Nilsen, J. 1992. Effects of ozone and temperature on growth of several wild plant species. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 6:195-204.
- 31 Pedersen, H.C., Myklebust, I., Nygård, T. & Sæther, M. 1992. Akkumulering og effekter av kadmium i li-type. Norsk institutt for naturforskning (NINA), oppdragsmeld.152.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

188

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0321-9

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