

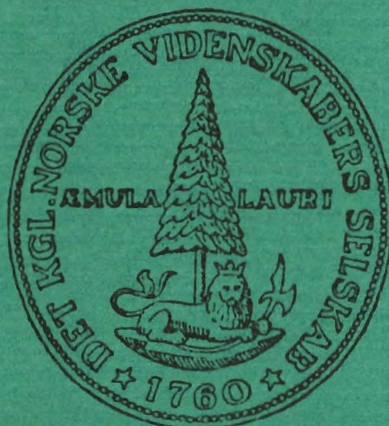
DET KGL. NORSKE VIDENSKABERS SELSKAB, MUSEET

rapport

BOTANISK SERIE 1975-4

Naturhistoriske undersøkelser i Forralsområdet – et suboceanisk, høytliggende myrområde i Nord Trøndelag

av Ulf Hafsten
og Thyra Solem



Universitetet i Trondheim

"Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet. Rapport. Botanisk Serie" vil inneholde stoff hovedsakelig fra det fagområde og det geografiske ansvarsområde som Botanisk avdeling, DKNVS, Museet representerer.

Serien vil ofte bringe primærstoff som av ulike hensyn bør gjøres kjent så fort som mulig. I mange tilfeller vil det dreie seg om foreløpige rapporter, og materialet kan senere bli bearbeidet for videre publisering.

Oppdragsrapporter i samband med naturressurskartlegging vil utgjøre en stor del av serien. Ellers vil en finne arbeider fra systematikk, plantesosiologi, plantegeografi, vegetasjonsøkologi o.l. Foredrag, utredninger o.l. som angår avdelingens arbeidsfelt vil det også bli plass til.

Serien er ikke periodisk, og antall nummer pr. år vil variere. Serien startet i 1974, og det fins parallelt en "Arkeologisk serie" og en "Zoologisk serie".

Som språk blir norsk brukt, vanligvis også i referat og sammendrag.

For manuskriptet, illustrasjoner, referanser o.l. følges vanlige retningslinjer (jfr. Høeg, O.A. 1971. Vitenskapelig forfatterskap. Universitetsforlaget, Oslo; jfr. også retningslinjer trykt på omslagssiden på K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Miscellanea). Vanligvis vil et referat (synonym: abstract) på norsk innlede hvert hefte. Dette bør ikke overskride 200 ord. Et sammendrag som er mer fyldig bør komme i tillegg.

Serien trykkes i A4-format på offset, med grønn forside. Minimum opplag er 200.

Utgiver:

Universitetet i Trondheim

Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet,
Botanisk avdeling.

7000 Trondheim.

Referat

Hafsten, Ulf & Thyra Solem 1975: Naturhistoriske undersøkelser i Forradalsområdet - et suboceanisk, høytliggende myrområde i Nord-Trøndelag. K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1975-4.

Rapporten inneholder resultatet av de naturhistoriske undersøkelser som ble utført under Delprosjekt 9 av de tverrvitenskapelige undersøkelser som ble igangsatt i 1971 i forbindelse med reguleringsplanene for Forravassdraget. Resultatene er basert på pollenanalyse kombinert med stratigrafiske studier og radiologiske dateringer.

Vegetasjons- og klimautviklingen i det komplekse myrområdet omkring Forras øvre løp kan følges mer enn 8000 år tilbake og faller i tre hovedavsnitt:

1. Tidlige varmetid (Anathermal, frem til ca. 6200 f.Kr.), karakterisert ved et kjølig og fuktig klima og temmelig glissen tre- og buskvegetasjon av bjørk og selje/vier og en feltvegetasjon dominert av halvgress og lyng.

2. Høyvarmetiden (Megathermal, ca. 6200-1500 f.Kr.), karakterisert dels ved et tørt og relativt varmt klima med furuskog, frem til ca. 5700 f.Kr., og dels ved et fuktig og relativt varmt klima, med sterkt, lokalt innslag av oreskog (cfr. gråor) og økt fjernflukt av alm- og hasselpollen. På konstant fuktig grunn (bakkemyr) opptrer oreskogen i to tydelige bølger (undersone C_3 og C_1), adskilt av en midlertidig fremrykning av furuskog (undersone C_2). På tørr grunn (teppemyr-ryggene) uteblir den yngste oreskogsbølgen. Disse trekk tyder på at klimaet midt under høyvarmetiden ble vesentlig tørrere og sannsynligvis noe kjøligere.

3. Sen- og etter-varmetiden (Katathermal, fra ca. 1500 f.Kr.) med først et relativt tørt og kjølig klima med mer glissen furu- og bjørkeskog, og fra ca. 700 e.Kr. et kaldt klima som medførte at granskog invaderte området.

De terrengdekkende myrpartier i området synes å ha oppstått på samme tid som i Skotland og Nord-England, for vel 8000 år siden, ved en 'tørr forsumpning' av mark som tidligere var relativt tørr og tildels tresatt, eventuelt ved at myr dannet i forsenkninger i terrenget senere vokste sammen til å dekke også mellomliggende, tørrere partier.

Ulf Hafsten, dr. philos., professor ved Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole, 7000 Trondheim.

Thyra Solem, cand. real., Thyholtvegen 32, 7000 Trondheim.

Rapporten er trykt i 500 eksemplarer.

Trondheim, oktober 1975.

ISBN 82-7126-083-9

INNHold

A.	Mål og midler	3
B.	Områdets beskaffenhet	7
	Lokalitetsbeskrivelse	13
C.	Naturhistoriske resultater	18
1.	Vegetasjons- og klimautvikling	19
	Tidlig varmetid (Anathermal)	19
	Høy-varmetiden (Megathermal)	21
a.	Tidlig høy-varmetid	21
b.	Den egentlige høy-varmetid	22
c.	Klimaendringer under den egentlige høy-varmetid	24
	Sen- og etter-varmetid (Katathermal)	31
a.	Lokalsone B	31
b.	Lokalsone A - Granskogens tid	32
2.	Om oppkomsten av de terrengdekkende myrer i området	36
D.	Sammendrag	39
	Litteratur	41
	Appendiks I. Torvmaterialets art og innhold av makroskopiske planterester	43
	Appendiks II. Oversikt over utførte C ¹⁴ -dateringer	45

INNHold

A.	Mål og midler	3
B.	Områdets beskaffenhet	7
	Lokalitetsbeskrivelse	13
C.	Naturhistoriske resultater	18
1.	Vegetasjons- og klimautvikling	19
	Tidlig varmetid (Anathermal)	19
	Høy-varmetiden (Megathermal)	21
	a. Tidlig høy-varmetid	21
	b. Den egentlige høy-varmetid	22
	c. Klimaendringer under den egentlige høy-varmetid	24
	Sen- og etter-varmetid (Katathermal)	31
	a. Lokalsone B	31
	b. Lokalsone A - Granskogens tid	32
2.	Om oppkomsten av de terrengdekkende myrer i området	36
D.	Sammendrag	39
	Litteratur	41
	Appendiks I. Torvmaterialets art og innhold av makroskopiske planterester	43
	Appendiks II. Oversikt over utførte C ¹⁴ -dateringer	45

A. MÅL OG MIDLER

Foreliggende undersøkelse inngår som ledd i et tverrvitenskapelig forskningsprosjekt, omfattende flere delprosjekt, som startet i 1971. Foranledningen til prosjektet er at Nord-Trøndelag elektrisitetsverk sammen med Direktoratet for statskraftverkene i flere år har arbeidet med planer om en regulering av Forravassdraget med henblikk på vannkraftproduksjon. Disse planer innebærer at verdifulle naturdokumenter vil bli neddemmet og at betydelige skader vil påføres vassdraget og de tilstøtende områder.

Da omfattende myrområder av ulik type spiller en helt dominerende rolle i dette område, ble det i 1971 også satt igang naturhistoriske undersøkelser i området (delprosjekt 9), basert på stratigrafiske og pollenanalytiske studier. Disse undersøkelser er for øvrig også et ledd i de planer som først anført forfatter har lagt opp for en mer omfattende naturhistorisk undersøkelse av Trøndelag med tilgrensende områder i nord og sør.

Siden Forradalsområdet i naturhistorisk forstand var å betrakte som et fullstendig jomfruelig område, ville enhver opplysning om områdets tidligere vegetasjons- og klimaforhold og eventuelt også tidligere jordbruksvirksomhet være en vitenskapelig nyvinning. Av spesiell naturvitenskapelig interesse var at området også innbefattet betydelige arealer med en myrtype som ennå er lite kjent her i landet, nemlig de såkalt terrengdekkende myrer eller 'teppe-myrer' (blanket bogs) som de kalles på De britiske øyer hvor denne myrtypen er særlig godt utviklet. En mer tilfeldig C^{14} -datering av bunnlaget i en terrengdekkende myr på Haramsøy i Møre og Romsdal (T-794: 780 $\pm$ 90 år f.Kr., Hafsten unpubl.) hadde nemlig antydnet at denne myrtypen muligens hadde en senere oppkomst her i landet enn i Nord-England og Skotland. Ellers fantes ennå i de næringsrike bakkemyrene i området rester etter 'stakkstenger' som vitnet om myrslått og tidligere jordbruksmessig utnytting av området. På denne bakgrunn ble målet for undersøkelsen formulert i tre hovedpunkter, nemlig å forsøke å skaffe opplysning om:

1. Områdets vegetasjons- og klimahistorie
2. Oppkomsten av de terrengdekkende myrer i området
3. Tidligere myrslått eller annen form for jordbruksmessig utnyttelse av området

Hva gjelder sistnevnte problemstilling - å skaffe nærmere opplysning om myrslåttens historie eller eventuelt annen form for jordbruksvirksomhet i området - skal det med en gang sies at det med utgangspunkt i foreliggende analyser ikke har vært mulig å trekke noen konklusjoner. Dette problem vil derfor ikke bli gjort til gjenstand for diskusjon i foreliggende rapport.

Det faktum at ingen av profilene inneholder spor etter jordbruksvirksomhet, gjør imidlertid foreliggende materiale ekstra verdifullt ut fra et naturhistorisk synspunkt, fordi vegetasjonsutviklingen i området øyensynlig kan betraktes som helt ut å være naturens verk. Dette setter oss istand til i dette område å trekke langt sikrere konklusjoner - ikke minst om klimautviklingen - enn hva som har vært mulig i de fleste andre undersøkte områder her i landet, hvor jordbruksaktiviteten vanligvis har grepet så sterkt inn i vegetasjonsutviklingen at det har vært vanskelig å avgjøre hvilke endringer som ene og alene er naturens eller klimaets verk.

Undersøkelsen grunner seg i hovedsak på pollenanalyse eller pollen-statistikk, kombinert med stratigrafiske studier og makrofossilanalyse. Pollenanalysen er en relativt ung vitenskapsgren (von Post 1916) som bygger på kvantitativ analyse av de enorme mengder med blomsterstøv (pollen) som år om annet produseres av den levende vegetasjon og som særlig ved vindens og luftstrømmenes hjelp spres utover landskapet i betydelig avstand fra det sted det ble produsert. Det pollenet som havner på våte, oksygenfattige steder som sumper, myrer, tjern og vann vil bunnfelles og lagres i torv- og sedimentlagene i nær sagt ubegrenset tid. Slik bunnfelling og lagring eller preserving av blomsterstøv har i alminnelighet pågått sålenge myrer, tjern og vann har eksistert, noe som gjør at torvavsetninger og sedimenter nærmest blir å betrakte som et naturlig arkiv for det årlige 'pollen-regn' gjennom tusener av år. Pollenkornene er nemlig omgitt av en karakteristisk og uhyre resistent vegg, bestående av en av de mest bestandige

kjemiske forbindelser vi overhodet kjenner - 'sporopollenin' eller kompliserte, polymere kullstoff-forbindelser. Den eneste kjemiske påkjenning dette stoffet ikke tåler er oksydasjon. Samtlige av våre treslag samt en lang rekke økologisk viktige urter og sporeplanter kan relativt lett gjenkjennes ved hjelp av det pollenet eller de sporene de produserer og sprer utover landskapet. Ved å ta ut prøver med jevne mellomrom (f.eks. 5 cm) nedover i torvavsetninger og sedimenter og foreta kvantitativ analyse av de pollen- eller eventuelt spore-typer av treslag, urter eller sporeplanter som er tilstede (oftest i store mengder) i de enkelte prøver, kan vi rekonstruere pollen-nedfallet på stedet og dermed, tilnærmet, den prosentvise sammensetning av vegetasjonen i området, tusenvis av år bakover i tiden. For å få fjernet mest mulig uvedkommende plante- og dyremateriale, eventuelt minerogent materiale, slik at pollen- og spore-mengden blir mest mulig konsentrert, må hver enkelt prøve gjennomgå en temmelig omfattende kjemisk forbehandling før selve analysearbeidet kan finne sted. Analysearbeidet, som er meget tidkrevende, foregår ved hjelp av lysmikroskop forsynt med optikk med høy forstørrelse og oppløsningsevne. Resultatet av analysene og prosent-beregningen fremstilles grafisk i egne pollendiagram for hvert enkelt profil (se nærmere under Kap. B).

x x x

Foreliggende undersøkelser er i det alt vesentlige blitt utført av THYRA SOLEM som høsten 1974 benyttet materiale fra denne undersøkelsen som hovedoppgave ved avsluttende matematisk-naturvitenskapelig embetseksamen (Solem 1974). Først anførte forfatter, som har ført foreliggende rapport i pennen, har stått som faglig veileder for kandidaten og som leder av dette delprosjekt, men verdifull bistand har vært gitt av vit.ass. P.A. TALLANTIRE - særlig med hensyn til studiet av de makroskopiske planterester i torvprofilene (se Appendiks I) og ved utvelgelsen av prøvested for de to teppemyr-profilene (Profil I og II).

Utgifter til reise og opphold forbundet med feltarbeid for prosjektdeltagerne har vært dekket over bevilgning stilt til rådighet

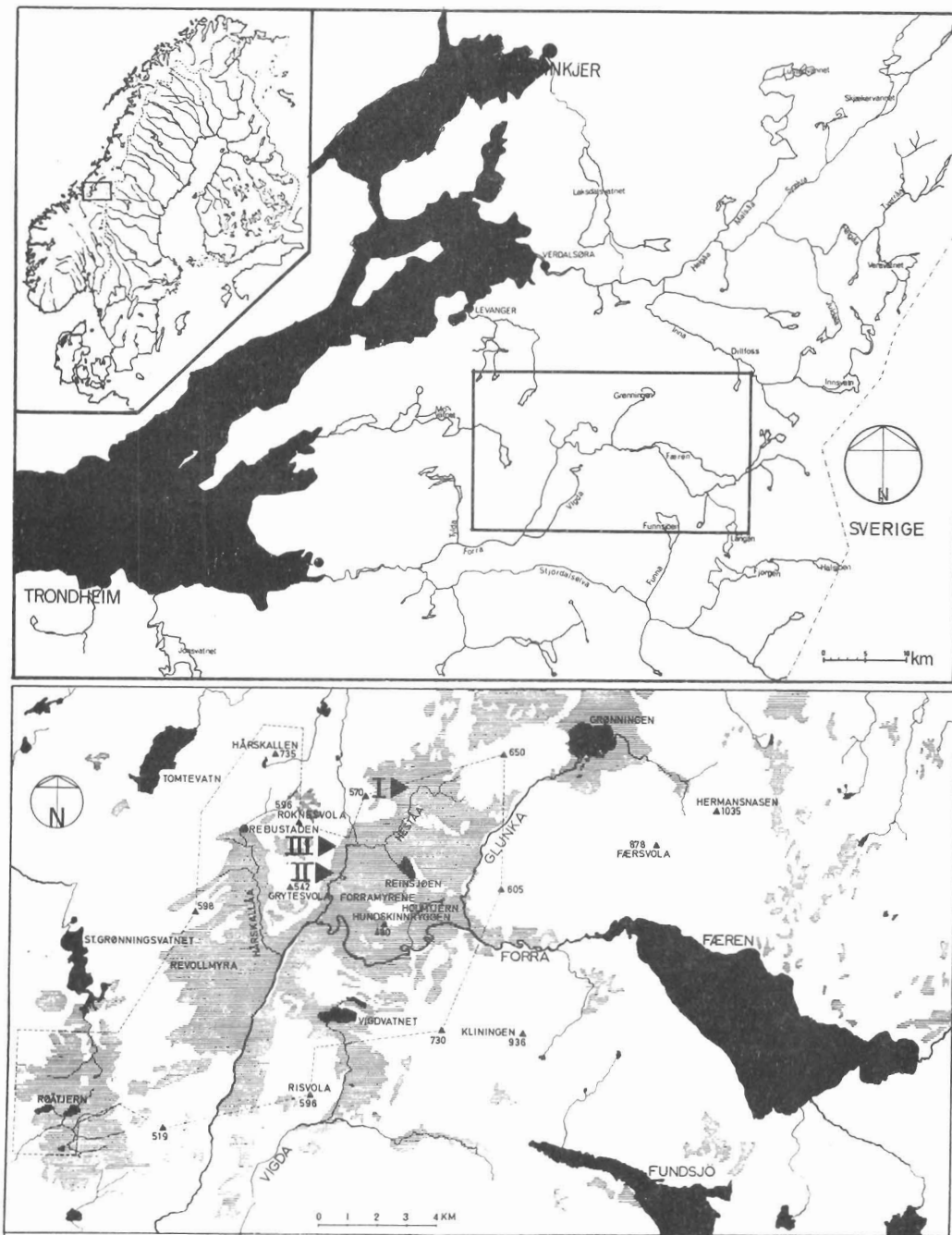


Fig. 1. Sammensatt kartskisse som viser Forradalsområdet
ets geografiske beliggenhet. Stedet hvor de tre
torvprofilene er tatt ut er merket med pil og
tilsvarende romertall. Sammensatt etter Moen &
Moksnes 1970.

av Direktoratet for statskraftverkene. En mindre del av bevilgningene har også vært brukt i forbindelse med publiseringen av resultatene. Analysearbeidet er blitt utført ved det pollen-analytiske laboratorium ved Botanisk institutt, Norges lærerhøgskole, som også har stilt tegne- og skrivehjelp samt nødvendige driftsmidler til rådighet for dette arbeid. Radiokarbon-dateringene er blitt utført ved Laboratorium for radiologisk datering, Trondheim, som drives for midler stilt til rådighet av Norges almenvitenskapelige forskningsråd (se Appendiks II).

B. OMRÅDETS BESKAFFENHET

Følgende beskrivelse pretenderer ikke å gi noen uttømmende utredning om Forradalsområdets naturlige beskaffenhet i dag, men har til hensikt å peke på noen av de forhold som ansees relevante for de problemstillinger som innledningsvis er formulert med hensyn til områdets naturhistoriske utvikling.

Undersøkelsesområdet begrenser seg til de myrlendte traktene omkring det øvre løp av Forra som er en nordlig sideelv til Stjørdalselven (se Fig. 1). Den sentrale delen av området befinner seg omlag 40 km øst for Trondheimsfjorden, på ca. $63^{\circ}35'$ NB og $11^{\circ}30'$ ØL. Den omfattende myrdannelsen i området er betinget topografisk av flere store partier med flatt lende, omgitt av åser eller lavere fjellpartier som i de fleste tilfelle når opp i en høyde over havet på mellom 500 og 700 m, mens selve myrpartiene ligger på rundt 400 m o.h. Traktene vest for undersøkelsesområdet, mot Trondheimsfjorden, er relativt lave, mens fjellpartiene mot øst, nord og sør for den 26 km^2 store innsjøen Færen som Forra kommer fra, når høyder på 900 m eller mer. Det er utvilsomt konstellasjonen av relativt lavt land i vest og høyere fjellpartier i øst, som betinger den store nedbøren og den omfattende myrdannelsen i undersøkelsesområdet. Oppdelingen av undersøkelsesområdet i flere større myrpartier skyldes nord-syd-gående åsrygger, hvorav ryggen som forbinder Roknesvola, Grytesvola og Risvola skiller mellom de to største myrpartiene - det ca. 20 km^2 store myrpartiet 'Forra-myrene' i øst (mellom Forra, Glunka og Heståa) og den noe mindre 'Revollmyra' i vest.

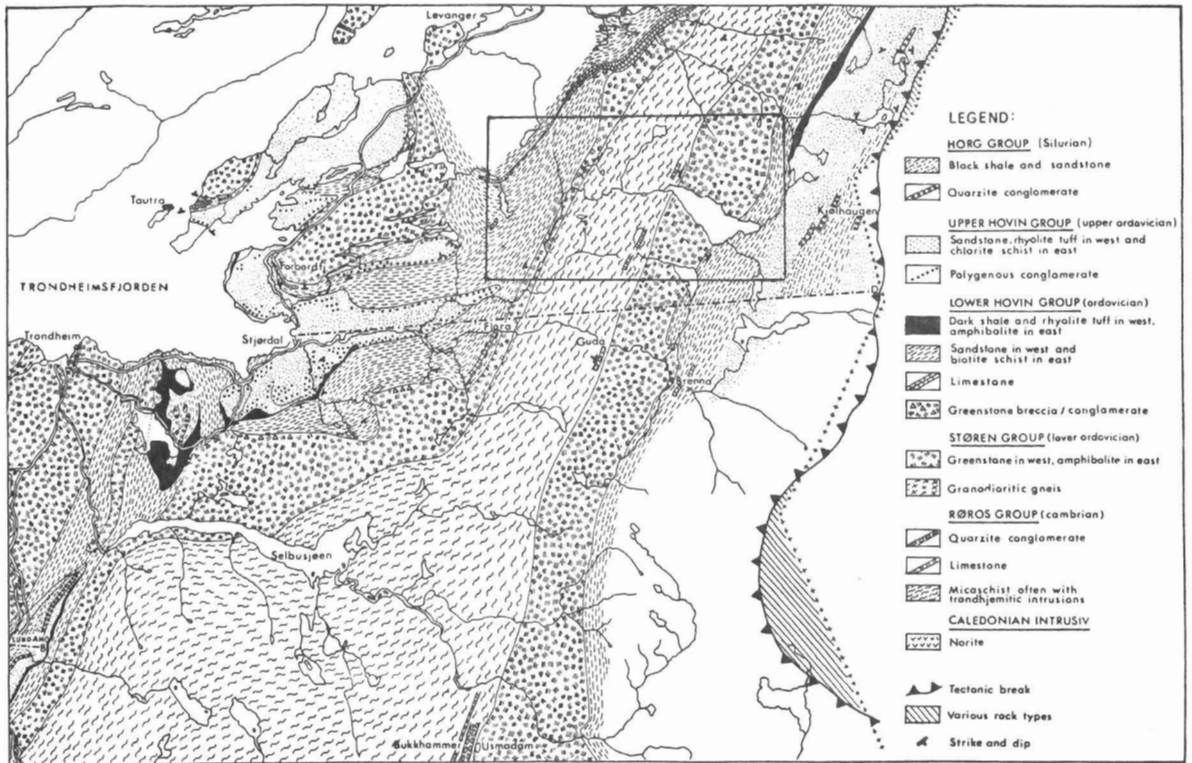


Fig. 2. Geologisk kart over den nordlige delen av Trondheimsfeltet, etter F.C. Wolff 1967. Utsnittet angir Forrødsalsområdet.



Fig. 3. Kartskisse etter Løkås 1970, som viser isbevegelsen i Stjørdalsområdet, basert på observasjon av skuringsstriper

Geologisk ligger hele området innenfor den brede stripen med kambrosiluriske sedimentbergarter som strekker seg som et bredt belte nordover gjennom de indre deler av Trøndelag. I den sentrale delen av undersøkelsesområdet er det Røros-gruppens glimmerskiferbergarter som dominerer, mens det i øst (rundt Færen) er amfibolitt og i vest grønnstein (smal stripe) og sandstein som dominerer (Fig. 2). Profil I refererer seg til det sentrale glimmerskiferområdet, mens Profil II og III er tatt ut i området med grønnsteinsbergarter.

Skuringsstripene i området peker alle i vestlig retning, noe som indikerer at innlandsisen i sin tid har beveget seg over området i vestlig retning mot Stjørdalsfjorden (Fig. 3). Opphopninger av morenemateriale finnes blant annet i omegnen av Færen og Fundsjøen.

Klimatisk er undersøkelsesområdet ennå lite kjent, da den eneste meteorologiske stasjonen i området, Sulåmo like øst for Færen, ble satt i drift først i 1971. Beregninger foretatt av Det norske meteorologiske institutt på grunnlag av avløpsmålinger som Vassdragsvesenet har foretatt for Forras nedbørfelt, tyder på at normal årsnedbør i det aktuelle myrområdet kan være så høy som omkring 1500 mm. Lufttemperatur-målinger ved Sulåmo (405 m o.h.) i tiden mars 1971 til januar 1974 viser høyst varierende månedsmiddeltemperatur, med et januar-middel som varierer mellom $0,2^{\circ}$ (1973) og $-9,6^{\circ}$ (1972) og et juli-middel varierende mellom $11,8^{\circ}$ (1971) og $14,1^{\circ}$ (1972). For værstasjonen Sulstua (251 m o.h.) ca. 13 km NNØ for Færen, som har vært i drift i lengre tid, er det for observasjonsperioden 1931-60 registrert et januar-middel på $-6,6^{\circ}$ og et juli-middel på $13,8^{\circ}$ C. Dette tyder på at området, på tross av avstanden fra kysten, har et svakt oceanisk preg, med ikke særlig ekstreme vinter-temperaturer og et relativt kjølig sommerklima. Dette bekreftes for øvrig av det ikke ubetydelige innslaget av suboceaniske planter i Forradalsområdet (se nedenfor).

Hva angår myrutviklingen i området har, som anført av Moen og Moksnes (1970), samspillet mellom topografi og klima her lagt grunnlaget for et helt spesielt myrlandskap, med utvikling også av myrtyper som vi normalt bare finner i ekstremt fuktige områder. Foruten den mer alminnelig utbredte topogene myrtypen som vanligvis

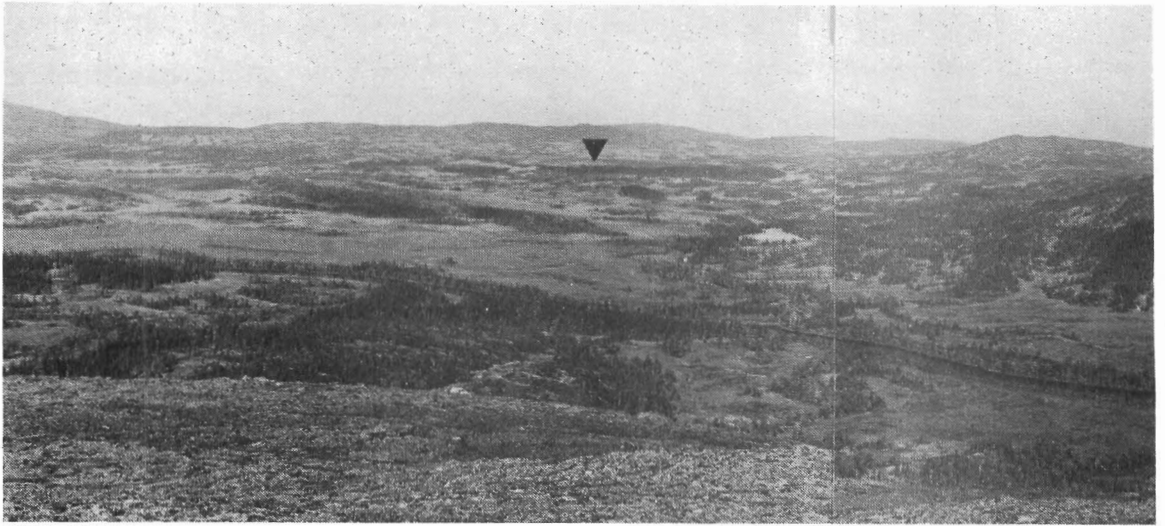


Fig. 4. Utsyn nordover mot den nordlige delen av Forramyrene, tatt fra fjellet Klininga i sør. Midt på bildet til høyre renner Glunka ut i Forra. Pilen angir det terrengdekkende myrpartiet ved Salthammarvold, hvor Profil I ble tatt ut. Foto A. Moen 1973.



Fig. 5. 'Galleriskog' med gran og utoverhengende løvtrær langs Forras øvre løp. Foto A. Moksnes 1970.

opptrer som typiske jordvannsmyrer i flate dalbunner og rundt tjern og vann, finnes nemlig i dette område også betydelige arealer med såvel bakkemyr som såkalt terrengdekkende myr eller teppemyr.

Det er uten tvil kombinasjonen av høy nedbør og lav fordampning (cfr. det kjølige sommerklimaet) som betinger en slik myrdannelse.

Bakkemyr er en soligen (jordvanns-) myrtype som utvikles i skrånende terreng der det er et stadig sig av markfuktighet fra høyere liggende områder. Åssidene ned mot de sentrale flatmyrsområdene i Forradalsområdet er i stor utstrekning dekket av bakkemyr. Ved Profil III, som ble tatt ut i bakkemyrpartiet øst for Roknesvola, ned mot Heståa (Fig. 9, 10), er helningsvinkelen bare ca. 3° , men bakkemyr i dette området kan forekomme selv ved en helningsvinkel på $15-20^{\circ}$, noe som i Skandinavia bare er å finne i særlig fuktige områder. På grunn av den gunstige berggrunnen i området (se ovenfor), er bakkemyrene her typiske rikmyrer, med et sterkt innslag av næringskrevende planteslag: Et bunnsjikt dominert av krevende mose-arter som stjernemose (Campylium stellatum) og et grasaktig feltsjikt dominert av en rekke tildels meget krevende starr-arter og med innslag av krevende blomsterplanter, herunder flere sjeldne orkidéer. Det er da også særlig bakkemyrene som har vært utnyttet som slåttemyrer i området.

Terrengdekkende myr eller teppemyr (blanket bog) som denne myrtypen kalles på De britiske øyer, er her i landet øyensynlig en temmelig sjelden, ombrotrof (regnvanns-) myrtype som dekker forhøyninger og rygger i terrenget, hvor en normalt ikke ville vente noen myrdannelse i det hele tatt. Som anført av Moen og Moksnes (1970), kjenner vi foreløpig intet annet område i landet hvor denne myrtypen er så godt utviklet som i Forradalsområdet. I likhet med de typiske høymyrene er dette en myrdannelse som helt og holdent er betinget av høy nedbør og/eller lav fordampning (se nærmere under Kap. C, 2). Profil I og II er begge tatt ut fra terrengdekkende myrpartier i det vestlige randpartiet av Forramyrene (Fig. 6, 7, 8).

De store, flate partiene i området er dominert av topogen myrdannelse, en i og for seg vanlig myrdannelse her i landet, som opptrer i forsenkninger eller der terrenget ligger lavere enn om-

givelsene (sml. Fig. 4). I utgangspunktet er disse myrene av minerotrof karakter, hvormed forstås at de er i direkte kontakt med mineraljorden og grunnvannet. På grunn av den høye fuktigheten i området har denne myrtypen flere steder vokst så meget i høyden at kontakten med det minerogene underlaget ('jordvannet') er blitt brutt, slik at partier med opprinnelig topogen myr er blitt overliret av ombrotrof myr eller myr som i hovedsak er betinget av regnvanntilførsel. Disse ombrotrofe partiene representerer følgelig næringsfattige myrpartier, såkalt fattigmyr, mens de topogene partiene på grunn av den gunstige berggrunnen representerer typisk rikmyr. Fattigmyrene er karakterisert ved et bunnsjikt dominert av lite krevende torvmoser (Sphagna), mens bunnsjiktet i rikmyrene har en rikelig forekomst av makkmose (Scorpidium scorpioides) som har et langt større næringskrav enn de fleste torvmosene. Feltsjikte viser også stor forskjell, idet de ombrotrofe fattigmyrene mangler alle de rikmyrindikatorene som kjennetegner såvel de topogene myrene som bakkemyrene i området. Det er ellers interessant å legge merke til at de ombrotrofe myrpartiene ofte kan være ensidig dominert av gråmose (Rhacomitrium lanuginosum), det vil si et vestlig innslag som understreker områdets suboceaniske klimakarakter.

Hva angår vegetasjonen rent generelt, er ikke ubetydelige arealer utenom myrene bevokst med skog: Dels med en tett og frodig 'galleriskog' på fastmarksområdene langs elvefarene og dels av en randskog oppover i ås- og fjellsidene opp mot skoggrensen som i dette område befinner seg i overkant av 500 m o.h. (se Fig. 4). En spredt trevekst - enten smågrupper eller enkeltstående furutrær - er også å finne på morenerygger og tørrere myrpartier. Galleriskogen er oftest ensidig dominert av gran, men ofte med en rad av løvtrær - bjørk, selje, gråor - på innsiden, hengende utover elven (Fig. 5). I området for øvrig inntar bjørk og til en viss grad også furu en ganske dominerende rolle. Særlig i bakkesidene har skogen ofte en typisk mosaikk-preget karakter. Som følge av seterdrift og beiting og tidligere slåttebruk må en regne med at bjørkeskogen i området er blitt trengt sterkt tilbake. Derom vitner det faktum at dette treslaget idag synes å være i rask spredning utover tidligere slåtte- og beitemark. Ellers kan det mange steder synes som om det er gran-

skogen som idag danner tregrensen i dette området.

Bunnvegetasjonen i skogssamfunnene bærer i høy grad preg av den gode jordboniteten i området, idet både gran- og bjørkeskogen mange steder har utviklet rike høystaudesamfunn som undervegetasjon, med andre ord skog både av typen 'høystaudegranskog' og 'høystaudebjørkeskog', foruten en rekke intermediære skogtyper som f.eks. grasrik bjørkeskog eller blåbær-småbregne-granskog. En del krattskog finnes også i området, både på myr og fastmark. Detaljerte vegetasjonskart samt en plantesosiologisk beskrivelse er for tiden under utarbeidelse fra dette området.

Plantegeografisk er Forradalsområdet vanskelig å plassere, fordi dette området såvel som Trøndelag i sin alminnelighet er et område hvor flere floraelementer møtes. Vi har allerede pekt på det ikke ubetydelige innslaget av suboceaniske eller subatlantiske elementer, men i tillegg kommer et ganske markert innslag av arktisk-alpine elementer og i lavlandet også et betydelig borealt element. Orografisk er området også vanskelig å karakterisere, men sannsynligvis må i et hvert fall den lavere delen av området henføres til den øvre delen av barskogsbeltet (cfr. Holmboe 1925).

LOKALITETSBESKRIVELSE

Samtlige tre profil er tatt ut i den perifere, vestlige delen av Forramyrene, vest for Heståa i området like nedenfor randskogen i skråningen opp mot høydedraget Hårskallen-Roknesvola-Grytesvola. Profilene II og III befinner seg i en avstand av knapt 1,5 km, mens avstanden mellom det sørligste (Profil II) og det nordligste profilet (I) er noe over 4 km. Profilene befinner seg med andre ord såvidt nær hverandre at diagrammene skulle gi et nogenlunde enhetlig bilde av vegetasjonsutviklingen i området. Prøvematerialet er tatt ut dels med Hillerbor (Profil III) og dels ved å drive ned sinkrør med 10 cm diameter (Profil I og II).

Profil I

Profilet er tatt ut fra en bred, NNV-SSØ-gående stripe med åpen, ombrotrof myr med tue- og mattestruktur, oppe på en lav åsrygg med terrengdekkende myr NØ for Salthammarvold i den nordvestre

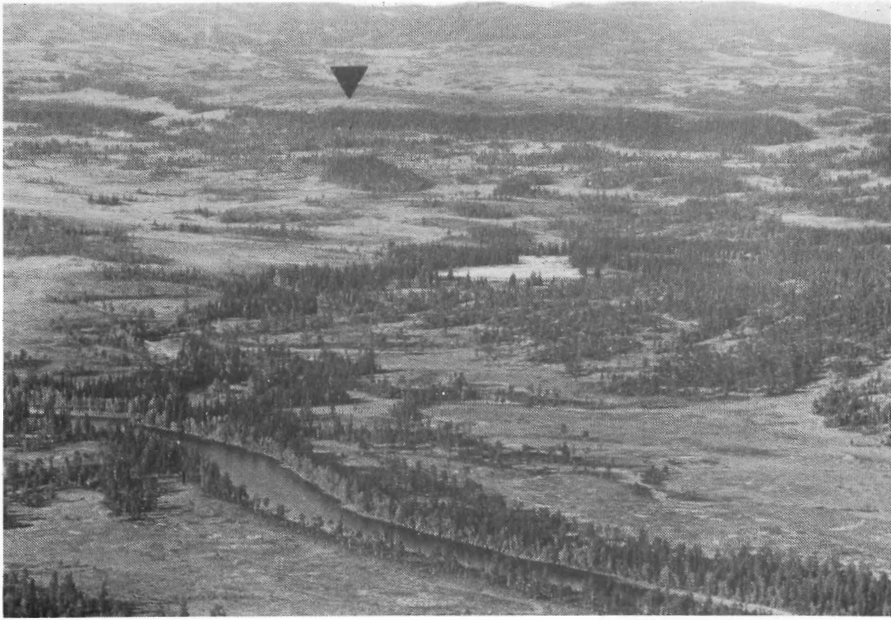


Fig. 6. Oversiktsbilde mot NNV, over den nordøstlige delen av Forramyrene, som viser beliggenheten av det terrengdekkende myrpartiet ved Salthammarvold, der Profil I ble tatt ut. I forgrunnen til venstre åmotet mellom Glunka og Forra. Foto A. Moen 1973.

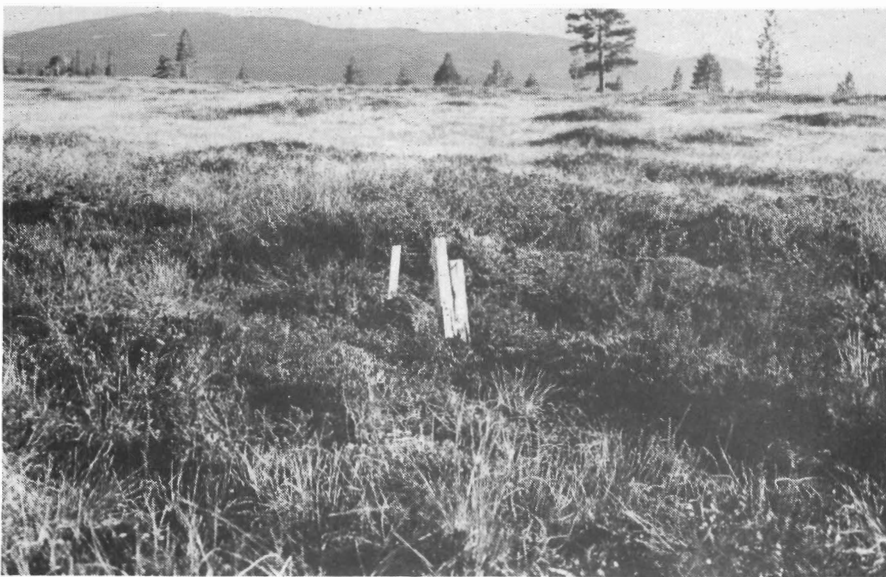


Fig. 7. Det terrengdekkende myrpartiet nær Salthammarvold, hvor Profil I ble tatt ut. Foto S. Bretten 1973.

delen av Forramyrene (Fig. 1). Denne ryggen er i øst, nord og vest omgitt av åpne fattigmyrområder med tue- og løsbunnvegetasjon, og i sør av et område med fattig skog, eller krattmyr med enkelte, spredte furutrær (Fig. 6, 7).

Tuene er for det meste bevokst med lyngarter, ispedd noe dvergbjørk og molte, over et bunnsjikt som domineres av torvmoser som Sphagnum fuscum og S. nemoreum, mens mattepartiene rundt tuene først og fremst er dominert av bjønnskjegg (Scirpus caespitosus), over et bunnsjikt bestående vesentlig av torvmosene Sphagnum tenellum og S. compactum. Det er for øvrig interessant at tuene har innslag av furumose (Pleurozium schreberi) og mattene av mer tørketålende vekster som lyngarter og dvergbjørk.

Profil II

Dette profilet er tatt ut sentralt i et stort fattigmyr-kompleks med tue- og løsbunnvegetasjon i et terrengdekkende myrparti NV for Roknesbustaden (Fig. 1). Omlag 1,5 m fra prøvestedet ble notert en karakteristisk erosjonsfure som går gjennom myrstrukturen. Mot vest er myrkomplekset ispedd noen rikmyrelementer, før terrenget hever seg og går over i skog bestående vesentlig av bjørk og gran. Mot nord går myrkomplekset over i rikmyr med små, spredte gran-bestander (Fig. 8), og i sør avgrenses området av Roknesbustadens setervoller hvor bjørkeskogen idag er på vei inn.

Tuene domineres her av dvergbjørk, røsslyng og torvmyrull, over et bunnsjikt dominert av Sphagnum fuscum og S. nemoreum, men hvor også inngår blant annet gråmose (Rhacomitrium lanuginosum), furumose og reinlavarter (Cladonia).

Profil III

Profilet er tatt ut i en typisk bakkemyr som heller SSØ-over. Nederst, mot kneet i Heståa, er myra nesten flat, mens den høyere oppe har en helning på 5-7°. Her finnes to stakkstenger, en i den øverste, vestlige delen, hvor myra domineres av en ekstremrik vegetasjon, og en i rikmyrpartiet lenger nede hvor profilet er tatt ut og hvor helningsgraden er ca. 3° (Fig. 9, 10). Området her domineres av en grasaktig vegetasjon med frodige starrarter som gulstarr (Carex flava), trådstarr (C. lasiocarpa) og kornstarr (C.

panicea), bjønnskjegg og blåtopp (Molinia coerulea). Produksjonsmålinger foretatt her viser en gjennomsnittsproduksjon på 288 g/m². Bunnsjiktet domineres av stjernemose (Campylium stellatum), men det er også innslag av klomoser som Drepanocladus badius og D. revolvens.



Fig. 8. Terrengdekkende myrparti ved Roknesbustaden, vest for Heståa i den vestlige delen av Forramyrene, 403 m o.h. I bakgrunnen bakkemyrer og litt av randskogen opp mot åsdraget Roknesvola-Grytesvola. Profil II ble tatt ut i det terrengdekkende myrpartiet i forgrunnen. Foto S. Bretten 1973.

Mot vest taper bakkemyra seg i randskogen opp mot høydedraget Roknesvola-Grytesvola, som er en typisk blandingsskog av furu, gran og bjørk. I nord går myra over i et fattigmyr-kompleks med tue- og løsbunnvegetasjon. I øst renner Heståa med sin typiske galleriskog av gran og bjørk (Fig. 10).



Fig. 9. Bakkemyr vest for Forramyrene, med stakkestang etter tidligere myrslått. I bakgrunnen randskogen i bakkehellingen mot åsdraget Roknesvola-Grytesvola. Profil III ble tatt ut like til høyre for stakkestanga, 404 m o.h. Foto S. Bretten 1973.



Fig. 10. Samme bakkemyr-lokalitet som i Fig. 9, men sett østover mot Forramyrene. Galleriskogen langs Heståa i bakgrunnen. Foto A. Moen 1972.

C. NATURHISTORISKE RESULTATER

Før vi går nærmere inn på resultatene av undersøkelsen, er det nødvendig å gi en kort forklaring til de foreliggende pollendia-gram. Ytterst til venstre er det en dybdeskala, angitt i cm, samt en stratigrafi-kolonne som angir hva slags torv myra har dannet til forskjellig tid (se symbol-forklaringen). Prøvene er vanligvis tatt ut med 5 cm mellomrom. Kolonnen for C¹⁴-dateringer angir torvlagenes alder før eller etter Kristus, ifølge målinger av rest-aktiviteten i organisk bundet, radioaktivt kullstoff utført ved Laboratoriet for radiologisk datering i Trondheim. Målingene er basert på en halveringstid for C¹⁴ på 5570 år, og alderen angitt med en feilgrense som representerer ett standardavvik. Dette innebærer at det er ca. 2/3 sannsynlighet for at prøvens alder ligger innenfor den angitte feilgrense.

Dernest følger to kolonner for soneinndeling av diagrammene. Inndelingen i Ana-, Mega- og Katathermal er basert på et sonesystem foreslått av Hafsten (1969, 1970), som pretenderer å gi en mest mulig synkron klimastratigrafisk inndeling av senkvartær tid. Hensikten med systemet er i første rekke å peke ut de store trekk i klimautviklingen, særlig den postglaciale høyvarmetid eller Megathermalen. På grunnlag av vegetasjonsutviklingen særlig i Sør-Skandinavia er den megathermale klimasone foreslått definert til tidsrommet 6200-1500 f.Kr. For lettere å kunne sammenligne diagrammene innbyrdes, er det i tillegg innført en lokal inndeling i sonene A til E, basert på den rent lokale vegetasjonsutvikling.

Vegetasjonsutviklingen i Forraområdet, slik den avspeiler seg i pollen- og sporeinnholdet i de analyserte prøver, er fremstilt i en rekke deldiagram.

TOTAL-diagrammet lengst til venstre angir mengdeforholdet mellom treslagspollen (AP) og urtepollen (NAP), uten nærmere angivelse av hvilke pollen kategorier som inngår. Diagrammet er ment å gi opplysning om forholdet mellom åpent og skogkledd landskap i de nærmeste omgivelser. I et område som er helt skogdekket vil NAP-andelen vanligvis bare utgjøre noen få prosent, mens et område hvor skogdekket er meget glissent eller bare opptrer flekkvis, vil ha en

temmelig høy andel av urtepollen (NAP).

Trelags- eller AP-diagrammet viser samspillet mellom de viktigste treslagskonstituentene, her først og fremst bjørk (Betula), furu (Pinus), or (Alnus) og gran (Picea). Treslag eller busker som selje/vier (Salix), hassel (Corylus) og alm (Ulmus), som her har en meget sparsom pollenforekomst, er for tydelighets skyld skilt ut i egne kurver i 10 ganger så stor målestokk. Dette gjelder også en del urtepollen- eller NAP-konstituenten som forekommer for sparsomt til å kunne fremstilles i det normale NAP-diagrammet lengst til venstre i avdelingen for urteplanter. De enkelte treslags- eller AP-konstituenten er beregnet i prosent av den totale AP-sum, mens urtepollenet er beregnet på grunnlag av den totale pollensum (se tallkolonnene til høyre i AP- og TOTAL-diagrammet).

Lengst til høyre er angitt kurver for de viktigste sporeplanter som er påvist i prøvene, beregnet på basis av den totale pollensum (AP + NAP) pluss den enkelte sporekategori. Dette gjelder torvmose- eller Sphagnum-sporer, bregnesporer (Polypodiophytina) og kråkefotsporer (Lycopodiophytina), herunder den lett identifiserbare art dvergjamne (Selaginella).

1. VEGETASJONS- OG KLIMAUTVIKLING

Følgende beskrivelse av vegetasjons- og klimautviklingen i området er basert på vegetasjonsutviklingen i samtlige tre profiler, bortsett fra at de to eldste lokalsoner, D og E, bare er påvist i ett av profilene (Profil I). Inntil også disse soner er blitt belagt fra flere profil, må nedenstående beskrivelse tas med et visst forbehold.

TIDLIG VARMETID (ANATHERMAL)

Ifølge bunnlagene og den nederste C^{14} -dateringen i Profil I hadde området omkring 6400 år f.Kr. (sen Anathermal) omtrent samme åpne vegetasjonsdekke som idag (se TOTAL-diagrammet), med en sparsom og glissen tre- og buskvegetasjon bestående av typiske pionértreslag som bjørk og selje/vier og med en feltvegetasjon dominert av halvgress (Cyperaceae) og lyngarter (Ericales). Det er ikke urimelig å

anta at einer og dvergbjørk også var tilstede, men da einer-pollenet ofte gjør lite av seg og kan være vanskelig å påvise og dvergbjørk er vanskelig å skille fra de tredannende bjørkearter, kan dette foreløpig ikke konstateres med sikkerhet. Furu synes også å ha vært tilstede med et og annet tre, og or synes heller ikke å ha vært så langt unna. Ellers synes feltsjiktet å ha vært rikt på bregner og kråkefotplanter (Lycopodium).

Den lyskrevende, hardføre pionérfloraen som reflekteres i bunnen av Profil I, er ikke ulik den floraen man finner andre steder i Nordvest-Europa under tidlig postglacial tid (Preboreal), bortsett fra at pionér-treslag som osp og tinnved her synes å mangle. Tinnved er påvist i pionér-floraen både på Frosta, i Trondheimsområdet og i Namdalen, men er ikke funnet i profilene fra Forraområdet. Pionér-vegetasjonen i høyereliggende strøk har i store trekk vist seg å være lik den man finner i lavlandet, men innfinner seg ofte på et senere tidspunkt enn i lavlandet, avhengig av utsmelting og andre lokale forhold. På grunnlag av de få C^{14} -dateringer vi foreløpig har å bygge på, ser det ut til at denne tidsforskyvningen eller forsinkelsen av de tidlig postglaciale sonegrenser kan anta en størrelsesorden på 800-1000 år fra de sørligste strøk av landet til Trøndelag (Hafsten 1969, 1970).

HØYVARMETIDEN (MEGATHERMAL)

a. Tidlig høyvarmetid (ca. 6200-5700 f.Kr.)

Den åpne pionér-vegetasjonen som reflekteres i de tre-fire nederste pollenspektrene i Profil I - sone E eller sen Anathermal - blir etter hvert ispedd mer furu som tilslutt, i Sone D, blir det helt dominerende treslagselement i området. Bjørka, som viser en voldsom tilbakegang på overgangen til Sone D, ble sannsynligvis fortrent til våtere og mer skyggefulle voksesteder i området. Økningen i andelen av treslagspollen (AP) i TOTAL-diagrammet tyder på at innslaget av skogselementer i området blir vesentlig større. Nedgangen for halvgress (Cyperaceae) sammen med skiftet i stratigrafien fra en mer fuktighetspreget starr- og grasmyrtorv til myrull- og torvmosetorv, og senere til en høyhumifisert Sphagnum-torv, representerer også endringer av ikke uvesentlig betydning. Disse endringene i vegetasjon

og lagfølge tyder alle på at klimaet gradvis ble tørrere og sannsynligvis også varmere.

Selvom hassel her praktisk talt mangler, har Sone D stor likhet med utviklingen under den tørre og varme Boreal-tiden som ble beskrevet av Blytt allerede i 1876 og som er vel kjent fra lavlandsstrøkene i Sør-Skandinavia. Hvis vi ikke hadde hatt C^{14} -dateringer å støtte oss til, kunne det derfor har vært naturlig å parallellisere Sone D med Blytt-Sernanders boreale klimasone og altså henført også Sone D til den anathermale klimasone som er foreslått definert til tidsrommet 8300-6200 f.Kr. (Hafsten 1969, 1970). Bunndateringen på 6400 $\pm$ 100 f.Kr. (T-1523) såvel som dateringen av sonegrensen D/C til 5680 $\pm$ 70 f.Kr. (T-1522) tyder imidlertid på at lokalsone D i foreliggende diagram må henføres til den megathermale klimasone, idet den nedre grense for denne sone pr. definisjon er satt til ca. 6200 f.Kr. (da de egentlige varmekjære skogselementer gjør sitt inntog i Sør-Skandinavia). Dette innebærer at grensen mellom 'tidlig varmetid' (Anathermal) og 'høyvarmetiden' (Megathermal) her faller sammen med ekspansjonen for furu på overgangen mellom lokalsone E og D. Høyvarmetiden i Forradalsområdet faller med andre ord i to, klimatisk sett noe forskjellige hovedavsnitt - en 'tidlig høyvarmetid' med et relativt tørt og varmt klima (ca. 6200-5700 f.Kr.) og, som vi nedenfor skal se, en 'egentlig høyvarmetid' som fortsatt har et relativt varmt, men langt fuktigere klima (ca. 5700-1500 f.Kr.).

b. Den egentlige høyvarmetid (ca. 5700-1500 f.Kr.)

Om vi fortsatt holder oss til Profil I, vil vi se at det ved slutten av Sone D inntreffer nye forandringer i vegetasjonens sammensetning, endringer som er av en så brå og omfattende karakter at de trolig må ha sammenheng med et temmelig markert skifte i de klimatiske forhold. Samtidig med et fall i furu-kurven på 50-60% skjer det en nærmest eksplosjonsartet ekspansjon for or, fra under 5 til 50% på en dybdeforskjell i profilet på bare 10 cm. Samtidig skjer det en økning i frekvensen av hassel, slik at vi fra nå av får en sammenhengende, omenn fortsatt meget lav kurve som

ikke i noe diagram når over en 3-4%. Også andre varmekjære elementer, som alm (Ulmus) og til og med lind (Tilia), er nå tilstede i profilene, omenn meget sparsomt og spredt. Det er tydelig at vi her har fått inn spor av skogselementer som neppe har vokst i Forraområdet, men som er å tolke som fjernflukt av pollen fra lavereliggende strøk - med andre ord en refleksjon av ekspansjonen av varmekjær skog i lavlandet. At hassel-pollenet gjør mer av seg enn alm- og lindepollenet, har trolig sammenheng med at hasselen har en vesentlig større pollenproduksjon enn de øvrige to.

Før vi forsøker oss på en klimatisk folkning av disse forandringer, skal vi gi en kort kommentar til de store mengder med ore-pollen som her dukker opp i prøvene. Vi har som kjent to forskjellige ore-arter som begge er temmelig krevende hva jordsmonn og fuktighet angår, men som er høyst forskjellige med hensyn til temperaturkrav. Svartor (Alnus glutinosa), som gjerne vokser på meget fuktig eller oversvømmet grunn, er langt mer varmekrevende enn gråoren (A. incana) som regnes for å være like hardfør som vanlig bjørk. Svartoren er følgelig begrenset til et relativt smalt belte langs kysten av Sør-Norge og med enkelte spredte forekomster nord til Nord-Trøndelag, mens gråoren går omtrent like høyt til fjells som bjørka og nordover like til Laksefjord i Finnmark. Svartoren antas å kreve en tetraterm eller gjennomsnittstemperatur for vekstperioden juni-september på ca. 12,5°, mens gråoren skal kunne klare seg med en tetraterm på under 8°C.

I og med at våre to ore-arter har så forskjellige varmekrav, er det beklagelig at de er så vanskelige å identifisere på grunnlag av pollenet. For sikker artsbestemmelse er man her henvist til makrofossil funn. Makrofossilinnholdet i foreliggende materiale har vært undersøkt av vit.ass. P.A. Tallantire, men dessverre har han ikke kunnet påvise verken frø eller andre planterester som kan avgjøre hvilken ore-art det her dreier seg om. I materiale fra Frosta har Tallantire (1973) vist at begge arter har vært tilstede. Med den høyden over havet det her gjelder, er det mest sannsynlig at det i foreliggende diagram dreier seg om den minst varmekrevende av de to, nemlig gråor (Alnus incana). Denne art antas for-

øvrig å være en nordøstlig innvandrer til vårt land, med en av innvandringsveiene nettopp over Jämtland til Trøndelag. Bruken av ore-kurven til å peke ut den postglaciale varmetiden, er for øvrig i overensstemmelse med den tolkning som er blitt gitt av pollendiagram fra sub-alpine strøk både her i landet (Fægri 1945, Hafsten 1965) og i Nord-Sverige. Dette er blant annet basert på at ore-maksimet faller sammen med høyeste frekvens av fjerntransportert pollen av varmekjære løvtrær fra lavlandet, slik tilfellet for øvrig er også i foreliggende diagram.

De omfattende vegetasjonsendringer som finner sted på overgangen mellom Sone D og C vitner om et tydelig skifte i klimaforholdene i Forradalsområdet på overgangen mellom den fase vi her har kalt tidlig høyvarmetid og den egentlige høyvarmetid. Skogdekkets tetthet synes riktignok ikke å ha endret seg nevneverdig fra foregående sone (se TOTAL-diagrammet), men det plutselige skiftet fra dominerende furuskog til en blandingskog bestående vesentlig av or og bjørk, turde iallfall indikere at klimaet var blitt vesentlig fuktigere enn i foregående sone. Den påtagelige økningen i mengden av bregnesporer turde også bekrefte dette.

c. Klimaendringer under den egentlige høyvarmetid

Et nærmere studium av kurveforløpet i foreliggende profil, særlig Profil III, synes å vise at det må ha funnet sted klimatiske endringer også under det vi her har kalt den egentlige høyvarmetid. Dette fremgår først og fremst av kurveforløpet for or og furu, idet oren midt under perioden viser en forbigående, kraftig tilbakegang, mens furuen samtidig viser en forbigående ekspansjon. Mot slutten av den megathermale klimasone skifter or og furu igjen rolle, slik at fordelingen nå blir omtrent den samme som under første del av sonen. En tilsvarende to-toppighet som for or manifesterer seg tydelig også i frekvensen av fjerntransportert hassel-pollen, selvom de to hassel-toppene er noe faseforskjøvet i forhold til de to ore-toppene. Ikke minst det sistnevnte forhold, at hasselen som her i landet er å regne for et varmekjært skogselement, viser samme forløp som or, må tas

som en tydelig indikasjon på et klimatisk tilbakeslag midt under den postglaciale høyvarmetiden. Det er disse forhold som er grunnen til at Sone C i Profil III er blitt inndelt i tre under-soner, undersone C_1 til C_3 .

Ovennevnte klimatiske tilbakeslag midt under høyvarmetiden, til noe fuktigere og kjøligere forhold, er på ingen måte ene-stående for Forradals-diagrammene. Et tilsvarende klimatisk tilbakeslag midt under høyvarmetiden ble beskrevet allerede i 1944 fra Mellom-Sverige (Florin 1944) og er siden blitt påvist i en lang rekke diagram både fra lavlandsområder og lavere fjell-strøk. Dette tilbakeslaget faller i det sør-skandinaviske sone-systemet omkring overgangen mellom atlantisk og subboreal tid, eller nærmere bestemt mellom ca. 3300 og 2500 f.Kr. Foreliggende C^{14} -datering fra undersone C_2 i Profil III, på 2410 ± 90 f.Kr., tyder på at det virkelig er den samme klimasvingningen som manifesterer seg i diagrammene fra Forradalsområdet, selvom utslaget i vegetasjonen også i dette tilfelle kan synes noe forsinket sammenlignet med områdene lenger sør.

Nedre grense. Hva angår dateringen av den nedre grensen for den klimafasen vi her har kalt den egentlige høyvarmetid, har vi allerede nevnt C^{14} -dateringen av ore-oppgangen i Profil I, på 5680 ± 70 f.Kr. (T-1522). De utførte bunndateringene i Profil II og III, på henholdsvis 5320 ± 120 og 4030 ± 70 f.Kr. (T-1525 og T-1525), står ikke i noe motsetningsforhold til nevnte datering i Profil I, da begge disse dateringer refererer seg til et noe høyere nivå i lagfølgen enn det som svarer til selve ore-oppgangen. Dateringen av ore-oppgangen selv (A_0), til ca. 5700 f.Kr., er for øvrig i god overensstemmelse med øvrige dateringer av denne oppgangen i Trøndelag. Dette til tross for at ore-ekspansjonen, på grunn av våre orearters krav til høy markfuktighet, er sterkt lokalt influert. Fra Stormyra på universitetsområdet på Dragvoll-Stokkan i Trondheim foreligger således en C^{14} -datering av ore-oppgangen på 5860 ± 160 år f.Kr. (T-1144, G. Mack upubl), og fra L. Kultjønn i Overhalla i Namdalen en tilsvarende datering på 6070 ± 150 f.Kr. (T-726, B. Vorren 1969). På grunnlag av C^{14} -dateringer av forskjellige ledenivåer i pollendiagram fra

Asklundvatnet og Brekkmyra på Frosta trekker Lillealter (1972) den slutning at overgangen til den egentlige høyvarmetiden der fant sted omkring 5800 f.Kr. Ore-oppgangen på Frosta karakteriseres også av en brå og omfattende oppgang for hassel. Ellers foreligger en lang rekke C^{14} -dateringer fra ore-ekspansjonen i Jämtland, som med få unntagelser faller mellom 6500 og 6000 f.Kr. (se oversikt i Lundqvist 1969, s. 182). Det er interessant at det fra Sverige også foreligger dateringer ved hjelp av leirvarvskronologi, på henholdsvis 6350 f.Kr. (Fromm 1938) og 6200 f.Kr. (Sandegren 1924), som bekrefter C^{14} -dateringene. Lundqvist såvel som Fromm trekker forøvrig den slutning at ore-oppgangen av denne grunn ikke bare representerer en ren innvandringsgrense, men virkelig er å oppfatte som en manifestasjon av et klimatisk omslag.

Når det gjelder en nærmere datering av de to ore-maksimene i foreliggende diagram, synes ovennevnte bunndateringer fra Profil II og III, på henholdsvis 5320 ± 120 og 4030 ± 70 f.Kr., å gi en antydning om alderen på det eldste ore-maksimet. Under alle omstendigheter er sistnevnte datering i god overensstemmelse med tilsvarende dateringer såvel fra Trondheim som fra subalpine strøk i Sør-Norge. Fra Skjetnemyra på Heimdal har således Kari Vik Knudsen (1969) en datering oppe i det første ore-maksimet (og hassel-alme-maksimet) på 4090 ± 90 f.Kr. (T-680), og fra universitetsområdet på Dragvoll-Stokkan har Gunnar Mack (upubl.) en tilsvarende datering av ore-maksimet på 4840 ± 70 f.Kr. (T-1145). Fra Hovden i Telemark og Vasstølen i Suldal foreligger dateringer av den eldste oretoppen på henholdsvis 4160 ± 160 (T-694) og 3920 ± 100 f.Kr. (T-520, Hafsten upubl.). Fra det yngste ore-maksimet foreligger ingen direkte dateringer, men ovennevnte datering fra undersone C_2 og datering T-1691 fra soneovergangen C_1/B , begge i Profil III, antyder at dette yngste maksimet befinner seg mellom ca. 2400 og 2000 f.Kr. Fra ovennevnte profil fra Vasstølen i Suldal foreligger ellers en C^{14} -datering av den yngste ore-toppen på 1750 ± 100 f.Kr. (T-521), som samsvarer godt med dateringene fra Profil III.

På denne bakgrunn blir imidlertid dateringene av ore-nedgangen i

Profil I og II, på henholdsvis 2980 ± 90 (T-1521) og 3130 ± 90 f.Kr. (T-1692), noe av et tankekors, idet disse dateringene synes å være flere hundre år for høye sammenlignet med dateringene i Profil III. I virkeligheten stemmer disse dateringene bedre overens med tidspunktet for nedgangen etter det eldste ore-maksimet enn etter det yngste. Dette kunne tyde på at den øvre ore-ekspansjonen her rett og slett er uteblitt, slik tilfellet oftest er i lavlandsstrøkene hvor ore-maksimet gjerne tar slutt allerede en 3-4000 år f.Kr., mens den senere delen av høyvarmetiden først og fremst manifesterer seg ved et maksimum for henholdsvis alm og hassel. Dette er tilfellet i diagram både fra Trondheim, Frosta og Namdalen og tildels også i diagram fra subalpine strøk. I Lianvatnet på Frosta (Lillealter 1972) og i tidligere nevnte diagram fra L. Kultjønn i Overhalla er ore-nedgangen således C^{14} -datert til henholdsvis 4000 ± 100 (T-1133) og 3660 ± 110 f.Kr. (T-727), og i tidligere nevnte Stor-myrr-profil fra Dragvoll-Stokkan foreligger en datering (T-1146) like over ore-nedgangen, på 3890 ± 90 f.Kr. I et diagram fra den subalpine region ved Gjørdøla nær Gjevilvatnet i Trollheimen er en meget skarp ore-nedgang datert til 3390 ± 120 f.Kr. (T-662, Hafsten upubl.).

Forklaringen på at den yngre ore-ekspansjonen øyensynlig er uteblitt i Profil I og II kan dels tenkes å være stratigrafisk - ved at noe av lagfølgen rett og slett er blitt borte på grunn av erosjon eller stagnerende torvtilvekst, og dels økologisk - ved at jordsmonnet under sen høyvarmetid på sine steder er blitt så tørt at et fuktighetskrevende treslag som or ikke lenger var istand til å opprettholde samme dominerende rolle som under første del av høyvarmetiden.

Hva førstnevnte mulighet angår, skal innrømmes at C^{14} -dateringen like over ore-nedgangen i Profil I - T-1693 på 2160 ± 90 f.Kr. - uten tvil tyder på at tilveksten av torv på denne tid har foregått meget langsomt og at muligheten for en 'hiatus' i denne delen av profilet derfor ikke kan utelukkes. Til fordel for en økologisk (klimatisk) forklaring taler det forhold at det nettopp er i Profil III - den eneste bakkemyren som er blitt undersøkt i området - at dette yngre ore-maksimum her er tilstede. For i slike hellende jordvannsmyrer vil det uten tvil ha vært et stadig sig av fuktighet selv under relativt tørre forhold. Derimot vil terrengdekkende myrer være vesentlig mer følsomme for svingninger i fuktigheten, da denne myrtypen er utviklet på lave åser og forhøyninger i ter-

renget. De to profilene (I og II) som mangler det yngste ore-maksimet er nettopp tatt fra slike forhøyninger med terrengdekkende myr. Disse forhold viser temmelig klart at de ulikheter som her manifesterer seg med hensyn til ore-kurvens utvikling, må ha sammenheng med at det midt under høyvarmetiden fant sted et skifte i klimaet i retning vesentlig tørrere forhold. Som dateringene av den eldste ore-nedgangen viser, manifesterer dette klimaskifte seg i Forradalsområdet omkring 3000 f.Kr. (sml. T-1521 i Profil I). Skiftet til et tørrere klima under høyvarmetiden synes for øvrig også å bekreftes av at furu-pollenet viser en rask og omfattende økning samtidig med fallet i ore-kurven. Furu har som kjent et dypt rotsystem som gjør den konkurransedyktig selv under ekstremt tørre vekstvilkår. Nedgangen for selje/vier (Salix), særlig i Profil III, samt for multe (Rubus chamaemorus) i Profil II, sammen med oppgangen for lyngarter (Ericaceae) i samme profil, peker for øvrig også i retning tørrere vekstvilkår i Forradalsområdet på denne tid. Det samme gjør nedgangen for bregnesporer (Polypodiaceae) i Profil I og III.

Hva angår diskusjonen om årsaken til at det yngre ore-maksimet er uteblitt i Profil I og II, kan for øvrig bemerkes at konklusjonen blir den samme enten man legger en økologisk eller stratigrafisk forklaring til grunn, idet stagnerende torvtilvekst eller eventuelt erosjon som oftest finner sted nettopp som følge av en vannstandssenkning eller uttørring av myroverflaten. Vi har derfor i foreliggende diagram en interessant bekreftelse på den alminnelig anerkjente oppfatning at klimaet hadde en tørrere og mer kontinental karakter under den siste (subboreale) del av høyvarmetiden enn under dennes første (atlantiske) periode .

Øvre grense. Det faktum at hassel-nedgangen - selvom denne sannsynligvis bare er å tolke som en refleksjon av vegetasjonsforholdene i lavere strøk - er tydelig forsinket i forhold til ore-nedgangen, er for øvrig en indikasjon på at høyvarmetidens øvre grense faller noe senere i tid enn den yngste ore-nedgangen. Dette er grunnen til at den klimatiske sonegrensen Megathermal/Katathermal her er antydnet noe høyere oppe i diagrammene enn fallet i ore-kurven eller den lokale sonegrensen C/B. Hva angår det aktuelle tidspunkt for denne sonegrensen, foreligger ingen helt presise C¹⁴-dateringer. Dateringene T-1691 fra Profil III og T-1693 fra Profil I, på hen-

holdsvis 2010 $\pm$ 80 og 2160 $\pm$ 90 år f.Kr., synes å være de som kommer nærmest denne klimastratigrafiske sonegrense. En rekke vegetasjonshistoriske studier både her i Trøndelag og andre steder synes nemlig å vise at den postglaciale høyvarmetiden tok slutt omkring 1500 år f.Kr. og ble etterfulgt av en relativt kortvarig 'sen-varmetid' av omlag ett tusen års varighet (cfr. Hafsten 1969, 1970, 1975). Siden ore-nedgangen i foreliggende diagram er såvidt variabel i tid - trolig som følge av lokale variasjoner i markfuktigheten - gjør vi kan hende best i å basere denne sonegrensen på hassel-nedgangen, selvom det her sannsynligvis dreier seg om fjernttransport av hassel-pollen. Dette skulle antyde at en øvre grense for høyvarmetiden på omkring 1500 år f.Kr. skulle være aktuell også i Forradalsområdet. Siden imidlertid diagrammene er så uklare med hensyn til denne grensen, er soneovergangen Megathermal/Katathermal her bare blitt antydnet med en stiplet skrålinje.

SEN- OG ETTER-VARMETID (KATATHERMAL)

Som allerede nevnt, mener vi i dag at den postglaciale høyvarmetid tok slutt omkring 1500 år f.Kr. og ble etterfulgt av en noe kjøligere 'sen-varmetid' som varte frem til omkring 500 år f.Kr. Da var imidlertid klimaforholdene blitt så kritiske at praktisk talt alt som fantes av varmekjære vegetasjonselementer her i landet enten helt forsvant eller ble meget sterkt redusert. I Sør-Norges kystområder bidrog dette til en omfattende avskogning med påfølgende dannelse av et åpent lynghei-landskap, mens Østlandsområdet på forbausende kort tid ble invadert av granskog. Det var ikke uten grunn den fantasifulle svenske naturforsker Rutger Sernander tydde til Eddadiktningens beretning om 'fimbulvinteren' - forvarslet om Ragnarok - for å karakterisere det som skjedde av dyptgripende forandringer i klima og vegetasjon i det siste halve årtusen før vår tidsregnings begynnelse.

a. Lokalsone B

I lagene over det beskrevne ore-fallet og den brå stigningen i furu-kurven er det lite som skjer i foreliggende diagram før mot toppen av lagfølgen, der gran-kurven plutselig skyter i været. Som den øverste C¹⁴-dateringen i Profil I - T-1520 - antyder, skjer ikke dette før omkring 700 e.Kr. Den ovenfor nevnte 'fimbulvinteren' omkring 500 f.Kr., som er så markert i diagrammene fra Sør-

Norge, manifesterer seg med andre ord ikke i foreliggende diagram. Hele sone B har i samtlige diagram et ytterst monotont preg, med jevnt 50-60% furu, 30-40% bjørk og 8-10% or. En viss nedgang i mengden av treslags-pollen (AP) i TOTAL-diagrammet tyder imidlertid på at skogdekket er blitt noe mer glissent eller spredt (se særlig Profil I). Det eneste som bryter monotonien i sone B, er etableringen av en sammenhengende, men meget lav kurve for gran. Selvom pollenspredningen regnes for å være relativt beskjeden hos gran, er det tvilsomt om de lave gran-verdiene i sone B betyr at gran virkelig fantes i Forradalsområdet under det tidsrom som svarer til denne lokale pollensone. Grana er som kjent en østlig innvandrer til vårt land, og det er vel derfor mest sannsynlig at den beskjedne forekomsten av gran-pollen i sone B er å tolke som fjernttransport østfra eller eventuelt fra andre områder i Trøndelag, hvor det er påvist lokale gran-forekomster på mikroklimatisk og jordbunnsmessig særlig egnede voksesteder allerede under de første 3-400 år e.Kr. (Vorren 1969, Lillealter 1972, Tallantire 1972). Dette er for øvrig en parallell til (den meget tidligere) gran-innvandringen i Oslo-området, hvor slike lokale granforekomster synes å ha eksistert i området allerede langt tilbake i høyvarmetiden (Hafsten 1956). Den endelige ekspansjonen for gran er i alminnelighet så brå og omfattende at den ville ha vært vanskelig å forstå uten tilstedeværelsen av slike tidlige, lokale forekomster eller spredningscentra.

b. Lokalsone A - Granskogens tid (fra ca. 700 e.Kr.)

I den sørøstlige delen av landet skjer som nevnt gran-ekspansjonen samtidig med nedgangen for de varmekjære elementer, omkring 500 år f.Kr., noe som gjerne er blitt tatt som bevis for at det virkelig fant sted en omfattende klimaendring i retning kjøligere og fuktigere forhold på overgangen mellom bronse- og jernalderen. Granen (*Picea abies*) er nemlig tilpasset den slags forhold. Den trenger bl.a. vinterhvile, noe som betyr et stabilt vinterklima med minst 120 dager med frost. Hva angår kravet til sommertemperaturen, er granen mindre krevende enn de fleste andre treslag, bortsett fra furu og vanlig bjørk (*Betula pubescens*-komplekset). Frøspiringen antas å kreve en temperatur på minst 7° , mens frømodningen synes å fordre en gjennomsnittstemperatur for vekstsesongen juni-september på $9,5$ til 10° , en temperatur som forøvrig kjennetegner grense-

områdene for granens nåværende utbredelse. Jordbunnsmessig er granen relativt krevende, både når det gjelder tilgang på næring og fuktighet. Det sistnevnte skyldes at granen har et grunt rotsystem som gjør at den ikke tåler særlig stor senkning av grunnvannsstanden. Gran er derfor langt mindre tørke-resistent enn furu som har et dypt rotsystem. På våre breddegrader er granen derfor stort sett bundet til strøk med relativt rikelig nedbør - for vekstsesongen mai-september minst 220 mm. Ellers har gran, likesom furu, betydelig evne til å utvikle provenienser eller klimatiske raser. Allerede i løpet av det relativt korte tidsrom granen har vært her i landet, har den utviklet en rekke raser, hvorav Namdals-granen er en av de mest interessante, fordi den i motsetning til gran andre steder i landet vokser like ut i havgapet. Det er temmelig opplagt at proveniensdannelsen må ha spilt en rolle for den merkelige, trinnvise fremrykningen granen har foretatt på sin vandring fra de mer kontinentale områdene i Asia og Øst-Europa til de mer oceanisk pregede områdene i Nordvest-Europa.

Gran-ekspansjonen i Trøndelag. Også her i Trøndelag viser granen en typisk trinnvis fremrykning, med en første, mer begrenset ekspansjonsfase under sen Merovingertid eller tidlig Vikingtid, 600-1000 e.Kr., og med en omfattende og endelig ekspansjon i middelalderen, særlig på 1200-1300-tallet, som medførte at granen ble nesten enerådende i området (Persson 1967, Knudsen 1969, Vorren 1969, Lillealter 1972, Tallantire 1972, Halvorsen 1974). Ovenfor refererte datering av gran-ekspansjonen i Profil I, på 720 ± 70 e.Kr., tyder på at i hvert fall den første ekspansjonsfasen er representert i profilene fra Forradalsområdet. Om dette skyldes at den mer omfattende fremrykningen på 1200-1300-tallet her er uteblitt eller skyldes lokale forhold som stagnerende torvtilvekst eller eventuelt erosjon, er vanskelig å avgjøre med sikkerhet på grunnlag av foreliggende tre profiler.

Et interessant men vanskelig spørsmål å besvare, er hvorfor granens etablering i Trøndelag finner sted mer enn ett tusen år senere enn i den sørøstlige delen av landet, hvor som nevnt granen spredte seg med nærmest eksplosiv hastighet allerede på overgangen mellom bronse- og jernalderen, omkring 500 f.Kr. - åpenbart som følge av en klimaendring retning fuktigere og kjøligere forhold. Hva kan årsaken være til at vi i Trøndelag fikk en gran-etablering

akkurat på 600-700-tallet og en senere ekspansjon på 1200-1300-tallet? Siden Trøndelag i motsetning til det sentrale granområde i den sørøstlige delen av landet har et mer suboceanisk klima, er det mulig at den forsinkede gran-ekspansjonen her har sammenheng med omtalte proveniens-dannelse - med andre ord at det tok flere hundre år før klimaraser egnet for dette suboceaniske området var blitt utviklet. Vi skal i denne sammenheng være oppmerksom på at det sannsynligvis fant sted en forbigående klimaforbedring under Romersk jernalder (0-400 e.Kr.) og at dette klimaoppsvinget også kan ha medvirket til å forsinke gran-ekspansjonen i området. Kulturelt sett var som kjent Romertiden litt av en gullalder, med bl.a. kraftig oppsving i bosetning og jordbruksvirksomhet og med etablering av et eget skriftspråk (rune-skriften) og tydelig sosial rangordning i samfunnet. Utvinning av myrmalm for jern- og stålfremstilling (jernvinna) daterer seg også til denne periode av vår historie.

Hva årsaken kan være til de to beskrevne ekspansjonsfasene for gran i Trøndelag, er vanskelig å besvare med sikkerhet, men det faktum at det nettopp rundt de aktuelle tidspunkt - 600-700 og 1200-1300 e.Kr. - er kjent en rekke såkalte 'rekurrens-ytter' eller forsumpningshorisonter i torvavsetningene, kunne tyde på at de to gran-fremrykningene vi her diskuterer virkelig var klimatisk betinget. Hva de foreliggende profiler angår, er det visse antydninger til en slik forsumpning både i Profil I og II, omkring eller like over sonegrensen B/A. Noen medvirkning fra menneskets side, slik det har vært hevdet av visse forskere, kan vi åpenbart nærmest se bort fra i dette spesielle område, idet det som nevnt innledningsvis ikke synes å ha vært særlig stor menneskelig virksomhet i området. Gran-innvandringen skjedde dessuten på en tid med betydelig tilbakegang i bosetningen (se nedenfor). En slik menneskelig medvirkning beror på den oppfatning at granens etablering i et område skulle kunne forklares på bakgrunn av rent spredningsøkologiske og konkurransemessige forhold, det vil si at en eventuell forstyrrelse av den opprinnelige vegetasjon, særlig på grunn av beitende husdyr, skulle ha åpnet eller lettet muligheten for granen til å etablere seg i området (cfr. Tallantire 1972). Dette forhindrer imidlertid ikke at slike rent spredningsøkologiske forhold kan ha spilt en rolle for gran-etableringen i

lavlandsområdene, hvor det synes å være en ganske stor spredning med hensyn til den første ekspansjonen for dette treslag (fra 600 til 1000 e.Kr.). Med hensyn til den rolle proveniens- eller rasedannelsen har hatt, synes det nokså klart at en slik rasedannelse kan ha bidratt til en ikke ubetydelig forsinkelse når det gjelder selve etableringsfasen for gran. Derimot er det tvilsomt om en forsinkelse på grunn av rasedannelse kan ha spilt noen rolle for den midlertidige stagnasjonen i fremrykningen under Vikingtiden, i og med at en egnet klimarase måtte ha vært utviklet allerede før den første ekspansjonsfasen. Dette tyder på at i et hvert fall den siste ekspansjonsfasen var klimatisk betinget.

Kulturhistoriske aspekter. Fra et kulturhistorisk synspunkt er det overmåte interessant å legge merke til at gran-ekspansjonen og den formodede klimaendring på 1200-1300-tallet faller sammen med sammenbruddet for det mektige Norges-velde under Vikingtiden og tidlig middelalder, idet de politiske og økonomiske nedgangstider som fulgte har vært noe av et tankekors for de fleste historikere. Hvor meget klimaforholdene egentlig kan ha betydd i denne sammenheng, er selvfølgelig vanskelig å si, men tatt i betraktning Norges marginale beliggenhet i klimatisk henseende, er det ikke utelukket at den klimaendring som synes å ha funnet sted på 1200-1300-tallet kan ha vært en medvirkende årsak til den nedgangstid som fulgte. I hvert fall var dette en mulighet som vår middelalder-ekspert, historikeren Johan Schreiner, var sterkt opp-tatt av.

Den nevnte forsumpningen og muligheten for en klimaendring i forbindelse med granskogs-etableringen på 600-700-tallet kan kanskje virke noe overraskende sett ut fra et kulturhistorisk synspunkt, i og med at den økonomiske og politiske ekspansjon her i Norden under Vikingtiden (800-1050) synes å harmonere dårlig med et klimaskifte i mer ugunstig retning. Forklaringen tør være at denne klimaendringen bare var av relativt kort varighet og at forholdene igjen bedret seg ved overgangen til selve Vikingtiden. Tilgjengelige data av såvel arkeologisk som naturhistorisk karakter tyder i det hele på at jernalderen var en vekslende og urolig periode. Således må Romertiden (0-400 e.Kr.) ha vært en særdeles gunstig periode både kulturelt og klimatisk, mens Folkevandringstiden (400-600) og Merovingertiden (600-800) som her er av spesiell betydning, synes

å ha vært mindre gunstig, med en betydelig tilbakegang i bosetningen, i et hvert fall i den sørvestlige delen av landet som under de to sistnevnte perioder opplevde en ren ødegårdstid.

Klimafluktuasjonene og vegetasjonsforholdene under jernalderen synes med andre ord å kunne sammenfattes som følger:

KULTURPERIODE	KLIMA	VEGETASJON
Keltertid (500-0)	Ugunstig	Vesentlig furu- og bjørke-skog
Romertid (0-400)	Gunstig	
Folkevandringstid (400-600)	Ugunstig	
Merovingertid (600-800)	Ugunstig	Begynn. graneksp.
Vikingtid (800-1050)	Gunstig	Stagnasjon
Middelalder (fra ca. 1200)	Ugunstig	Endelig graneksp.

2. OM OPPKOMSTEN AV DE TERRENGDEKKENDE MYRER I OMRÅDET

Som nevnt innledningsvis var et av målene med foreliggende undersøkelse å prøve å skaffe nærmere opplysning om oppkomsten av de såkalte terrengdekkende myrer eller 'teppe-myrer' i området. Dette er en spesiell myrtype som i motsetning til myr i sin alminnelighet opptrer på forhøyninger og rygger i terrenget, på steder hvor en normalt ikke ville vente å finne noen myrdannelse. Denne myrtypen er ennå lite undersøkt her til lands, og foreløpig kjennes ikke noe annet område i landet hvor denne myrtypen er så omfattende og godt utviklet som i Forradalsområdet. Som tidligere nevnt, har samspillet mellom topografi og klima her lagt grunnlaget for et myrlandskap som en knapt finner maken til her i landet - med dalbunnene dekket av topogene flatmyrer, de slakke åssidene av frodige bakkemyrer, og rygger og forhøyninger av teppemyr eller såkalt terrengdekkende myr.

Terrengdekkende myrer eller 'teppe-myrer' (blanket bogs) som de kalles på engelsk, er særlig kjent fra De britiske øyer, først og fremst fra Nord-England og Skotland hvor dette er en temmelig alminnelig myrtype. Stratigrafiske og pollenanalytiske undersøkelser har vist at de terrengdekkende myrene der for det mest ble dannet i begynnelsen av høyvarmetiden, som en følge av den økningen i

fuktigheten som fant sted i tidlig atlantisk tid. Ifølge Ratcliffe (1964) ble disse myrene dannet som følge av en 'tørr forsumpning', hvormed menes at myrdannelsen fant sted på mark som opprinnelig var relativt tørr og ofte bevokst med skog. Et karakteristisk trekk ved denne myrtypen er derfor at man helt i bunnen, i kontakt med den underliggende mineraljorden, ofte finner et lag med trerester av furu, bjørk, eiker eller endog eik. I de store områdene med terrengdekkende myr sør for den skotske grensen er det likevel påvist en mer normal myrutvikling, hvor også de terrengdekkende myrene har hatt sitt utgangspunkt i vannholdige eller sumpige forsenkninger i den underliggende fastmark, men slik at disse forsenkningene kom til å virke som kjerner eller vekstpunkter for en myrdannelse som suksessivt bredte seg utover fastmarksområdet. Eventuelt kan det tenkes et mellomstadium med isolert høymyrdannelse i og rundt forsenkningene og at disse så senere vokste sammen og således kom til å dekke fastmarksområdene imellom, også der det måtte ha vokst skog.

Det er følgelig ingen enkel oppgave å etterspore oppkomsten av terrengdekkende myr, og det skal med en gang medgis at foreliggende to profiler (I og II) fra de terrengdekkende myrpartier i Forradalsområdet er et altfor spinkelt materiale til å gi et mer uttømmende svar på problemet vedrørende oppkomsten av denne spesielle myrtype i dette område. Dette ville blant annet kreve et langt mer omfattende feltarbeid, med en serie prøveboringer for å bringe på det rene den topografiske utforming av den underliggende mineralgrunn og påfølgende pollenanalyse av en serie kritisk utvalgte torvprofiler (cfr. Conway 1947).

Om vi imidlertid tar utgangspunkt i Ratcliffe's undersøkelser, vil vi se at den organiske bunnavsetningen i Profil I, fra det terrengdekkende myrpartiet ved Salthammavold, helt svarer til Ratcliffe's beskrivelse av en såkalt tørr forsumpning: Oppå det minerogene sandlaget i bunnen befinner seg her et ca. 10 cm tykt lag med skogstov med grenrester og bark av bjørk, som vi på grunnlag av pollenkurvene og C^{14} -dateringen T-1523 har henført til tidlig varmetid (lokalsone E). Dominansen av bjørk og den relativt høye andelen av bregne- og kråkefot-sporer tillot oss å trekke den

slutning at Forradalsområdet på den tid måtte ha vært relativt fuktig. Ifølge C^{14} -dateringen T-1523 skulle denne skogstorven gå tilbake til ca. 6400 f.Kr. og således være dannet på overgangen til den postglaciale høyvarmetid eller, i regional europeisk forstand, på overgangen mellom boreal og atlantisk tid. Foreliggende profil synes med andre ord å gi en overraskende god overensstemmelse med Ratcliffe's og andres resultater fra Skotland og Nord-England, idet oppkomsten av terrengdekkende myrer også i Forradalsområdet synes å ha funnet sted ved overgangen til eller tidlig i høyvarmetiden eller den megathermale klimasone.

Profil II, fra det terrengdekkende myrpartiet ved Roknebustaden, er vanskeligere å tyde med hensyn til oppkomsten av denne myrtype, men også her forekommer det - omkring 55 cm dyp - et lag med skogstorv, riktignok oppå et ca. 20 cm tykt bunnlag med starr- og grasmyrtorv. Det er mulig at denne basale starr- og grasmyrtorven refererer seg nettopp til en slik forsenkning i den underliggende fastmarken som vi beskrev ovenfor, og at den egentlige oppkomsten av terrengdekkende myr her er å henføre til skogstorvlaget på 55 cm dyp. I så fall er oppkomsten av denne myrtype på det sted i området hvor dette profilet er tatt ut, vesentlig yngre enn hva profilet fra Salthammarvold tyder på. Dette representerer på ingen måte noen selvmotsigelse eller inkonsekvens, tatt i betraktning den temmelig kompliserte dynamikken som gjør seg gjeldende ved dannelsen av den slags myrer (cfr. beskrivelsen ovenfor). Dessverre har vi ikke fått utført noen C^{14} -datering fra det aktuelle nivå på 55 cm, men på grunnlag av ore-kurvens forløp i diagrammet og dateringene T-1526 og T-1692, på henholdsvis 5320 ± 120 og 3130 ± 90 f.Kr., skulle oppkomsten av terrengdekkende myr på dette sted referere seg til høyvarmetidens første del, anslagsvis til midten av den atlantiske klimaperiode (perioden ca. 6200-3000 f.Kr.)

Konklusjonen på disse foreløbige undersøkelser synes med andre ord å være at oppkomsten av terrengdekkende myr i Forradalsområdet er vesentlig eldre enn hva som ble antydning innledningsvis vedrørende dannelsen av denne type myr på Haramsøy i Møre og Romsdal og sannsynligvis av samme alder som i Skotland og Nord-England. Resultatet av foreliggende undersøkelser synes med andre ord å være at såvel dannelsesmåten som alderen på de terrengdekkende myrer i Forradalsområdet er den samme som påvist i Nord-England og Skotland.

SAMMENDRAG

Naturhistoriske undersøkelser basert vesentlig på pollenanalyse og radiokarbon-dateringer av tre torvprofiler fra Forradalsområdet - et suboceanisk myrområde i Nord-Trøndelag med store partier med bakkemyr og terrengdekkende myr (blanket bogs) foruten vanlig, topogen myr, beliggende omkring 400 m o.h., i en avstand av ca. 40 km øst for Trondheimsfjorden - har gitt grunnlag for følgende slutninger:

1. Vegetasjons- og klimautviklingen i området kan følges tilbake mer enn 8000 år og lar seg inndeles klimastratigrafisk i tre hovedsoner: a. Tidlig varmetid (Anathermal) - frem til ca. 6200 f.Kr., b. Høy-varmetiden (Megathermal) - ca. 6200-1500 f.Kr. og c. Sen- og Etter-varmetid (Katathermal) - fra ca. 1500 f.Kr.

Under tidlig varmetid (a) kan påvises en sen, relativt kald og fuktig fase (lokalsone E) med omtrent samme åpne vegetasjonstype som i dag - en glissen tre- og buskvegetasjon bestående vesentlig av bjørk og selje/vier og en feltvegetasjon dominert av halvgress og lyngarter samt rikelig med bregner og kråkefotplanter.

Under høy-varmetiden (b) kan skilles ut to hovedfaser: 1. En tidlig, tørr og relativt varm furuskogsfase, frem til ca. 5700 f.Kr., med relativt sammenhengende furuskog og 2. En påfølgende, fuktig og relativt varm oreskogsfase (lokalsone C), frem til ca. 2000 f.Kr. Det antas her å dreie seg om skog av gråor. På konstant fuktig grunn (bakkemyr) opptrer oreskogen i to tydelige bølger (undersone C₃ og C₁), adskilt av en midlertidig fremrykning av furuskog (undersone C₂). På tørr grunn (teppemyr-ryggene) uteblir den yngste oreskogsbølgen. Disse trekk tyder på at klimaet midt under høy-varmetiden (2500-3000 f.Kr.) også her ble vesentlig tørrere og sannsynligvis noe kjøligere.

Under sen- og etter-varmetiden (c) fant det sted et klimatisk tilbakeslag som resulterte i at skogdekket igjen ble mer glissent og at først furu og bjørk og senere gran ble de dominerende treslag. Gran-ekspansjonen i området daterer seg til ca. 700 e.Kr. - et tidspunkt som stemmer godt overens med gran-ekspansjonen ellers i

Trøndelag, men som representerer en forsinkelse på mer enn ett tusen år sammenlignet med den sørøstlige delen av landet. Denne forsinkelsen antas delvis å ha sammenheng med at et kontinentalt, østlig treslag som gran her trengte tid på å utvikle klimaraser eller provenienser som var istand til å konkurrere under de mer oceaniske klimaforhold som preger Trøndelagsområdet. Det later også til å være en sammenheng mellom den forsinkede gran-ekspansjonen og den sannsynligvis klimatisk betingede tilbakegangen i bosetningen som fant sted i tidsrommet mellom Romersk jernalder og Vikingtid, særlig under Merovingertiden (600-800 e.Kr.) som er den aktuelle kulturperiode når det gjelder gran-ekspansjonen i Trøndelag. En antatt forbedring av klimaforholdene under henholdsvis Romersk jernalder (0-400 e.Kr.) og Vikingtid (800-1050) kan også ha bidratt til å forsinke eller bremse gran-ekspansjonen i området.

2. Oppkomsten av terrengdekkende myr eller teppemyr (blanket bogs) i området synes på lignende måte som i Skotland og Nord-England å ha artet seg som en forsumpning av mark som tidligere var relativt tørr og ofte tresatt. Ifølge Profil I synes en slik 'tørr forsumpning' å kunne påvises allerede i lokalsone E (rundt 1 meters dyp), noe som gir omtrent samme oppkomst-tid som på De britiske øyer - overgangen til den postglaciale høy-varmetid, vel 6000 f.Kr. I Profil II synes en tilsvarende tørr forsumpning å ha funnet sted vesentlig senere (cfr. 0,55 meters nivået), noe som antyder at oppkomsten av denne myrtype varierer fra sted til sted, trolig som følge av at terrengdekkende myr dannet i nærliggende forsenkninger i terrenget på et senere stadium har vokst sammen og således kommet til å dekke også forhøyninger i terrenget, også slike som var tresatt.

Forfatterne er klar over at disse slutninger er trukket på et meget spinkelt grunnlagsmateriale og at resultatene trenger å verifiseres ved nye profil basert på en mer systematisk undersøkelse av undergrunnens topografiske utforming.

LITTERATUR

- CONWAY, V.M. 1947: Ringinglow Bog near Sheffield. - *Ecol.* 34, 149-81.
- FLORIN, S. 1944: Havstrandens förskjutningar och bebyggelseutvecklingen i Östra Mellan-Sverige under senkvartär tid. - *Geol. Fören. Stockh. Förh.* 66, 551.
- FROMM, E. 1938: Geochronologisch datierte Pollendiagramme und Diatoméenanalysen aus Ångermanland. - *Ibid.* 60, 365.
- FÆGRI, K. 1945: A Pollen Diagram from the Sub-Alpine Region of Central South Norway. - *Norsk geol. Tidsskr.* 25, 99.
- HAFSTEN, U. 1956: Pollen-analytic Investigations on the late Quaternary Development in the Inner Oslofjord Area. - *Univ. Bergen Årb.* 1956, Nat.vit. Rk. Nr. 8.
- HAFSTEN, U. 1965: Vegetational History and Land Occupation in Valldalen in the Sub-Alpine Region of Central South Norway traced by Pollen Analysis and Radiocarbon Measurements. - *Univ. Bergen Årb. Mat.Nat. S.* 1965, Nr. 3.
- HAFSTEN, U. 1969: A Proposal for a Synchronous Sub-Division of the Late-Pleistocene Period having Global and Universal Applicability. - *Nytt Mag. Bot.* 16, 1.
- HAFSTEN, U. 1970: A Sub-Division of the Late-Pleistocene Period on a Synchronous Basis, intended for Global and Universal Usage. - *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 7, 279.
- HAFSTEN, U. 1975: Mjøsområdets natur- og kulturhistorie - slik avsetningene i myrer og tjern beretter. - *Norsk Skogbruksmus. Årb.* Nr. 7.
- HALVORSEN, A.M. 1974: Vegetasjons- og jordbrukshistorie på Hoset, Lånke, Nord-Trøndelag. Hovedfagsoppg. Univ. Trondheim.
- HOLMBOE, J. 1925: Einige Grundzüge von der Pflanzengeographie Norwegens. - *Bergens Mus. Årb.* 1924-25, Naturv. R. Nr. 3.
- KNUDSEN, K. Vik 1969: Postglacial vegetasjons- og klimahistorie i Trondheimsområdet. Hovedfagsoppg. Univ. Trondheim.

- LILLEALTER, J. 1972: Vegetasjons-, Klima- og jordbrukshistorie på Frosta, Nord-Trøndelag. Hovedfagsoppg. Univ. Trondheim.
- LUNDQVIST, J. 1969: Beskrivning till Jordartskarta Över Jämtlands län. - Sveriges geol. Unders. Ser. Ca, Nr. 45.
- LØKÅS, B. 1970: Geologien i Stjørdal. I 'Liv og lagnad' i Stjørdalsbygdene', I, 46 (Steinkjer).
- MOEN, A. & A. MOKSNES 1970: Forradalsområdet - nordtrøndersk naturperle som trues av kraftutbygging. - Norsk Natur 6, 130.
- PERSSON, C. 1967: Försök till tefrokronologisk datering i tre norska myrar. - Geol. Fören. Stockh. Förh. 89, 181.
- von POST, L. 1916: Om skogsträdpollen i sydsvenska torfmosselagerføljer. - Geol. Fören. Stockh. Förh. 38, 384.
- RATCLIFFE, D.A. 1964: Mires and Bogs. I 'vegetation of Scotland', 426 (Edinb. & London).
- SANDEGREN, R. 1924: Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enligt den subfossila florans vittnesbörd. - Sveriges geol. Unders. Ser. Ca, Nr. 12.
- SOLEM, T. 1974: Klima- og vegetasjonshistorie i Forradalsområdet, Nord-Trøndelag. Hovedfagsoppg. Univ. Trondheim.
- TALLANTIRE, P.A. 1972: The Regional Spread of Spruce (Picea abies (L.) Karst.) within Fennoscandia: a Reassessment. - Norw. J. Bot. 19, 1.
- TALLANTIRE, P.A. 1973: Some Data on the History of Alder in Trøndelag, Norway. - Grana 13, 18.
- VORREN, B. 1969: Jordbrukshistorie, vegetasjons- og klimautvikling i Skage i Overhalla, Namdalen. Hovedfagsoppg. Univ. Trondheim.

APPENDIKS I. Torvmaterialets art og innhold av makroskopiske planterester, basert på undersøkelser ved P.A. Tallantire

Profil I. 'Teppemyr' NØ for Salthammarvold

20 cm	Eriophorum/Calluna-torv; Calluna rhizomrester.	
25 cm	Eriophorum-torv, dannet av rotrester av E. cfr. vaginatum.	
30 cm	Eriophorum-torv, dannet av rotrester. Enkelte rotrester av Calluna.	
35 cm	Eriophorum-torv, dannet av rotrester. Enkelte rotrester av Calluna.	
40 cm	Eriophorum-torv, dannet av rotrester samt epidermis fra bladbasis. Enkelte rester av Calluna.	
45 cm	Eriophorum-torv, dannet av rotrester, samt noe Sphagnum-rester.	
50 cm	Eriophorum/Sphagnum-torv	Sphagnum cfr. cuspidatum (Cuspidata-gruppen)
55 cm	Eriophorum/Sphagnum-torv	
60 cm	Eriophorum/Sphagnum-torv	
65 cm	Eriophorum/Calluna-torv	
70 cm	Sphagnum/Eriophorum-torv	Sphagnum cfr. cuspidatum (Cuspidata-gruppen) og Sphagnum cfr. fuscum (Acutifolia-gruppen)
75 cm	Sphagnum/Eriophorum-torv	
80 cm	Sphagnum/Eriophorum-torv	
85 cm	Sphagnum/Eriophorum-torv	
90 cm	Sphagnum/Eriophorum-torv	
95 cm	Antageligvis Eriophorum-torv, men meget humifisert. Muligens med bladrester av Carex. Bladrester av brunmose samt barkbiter av bjørk.	
100 cm	Carex-rottorv med noe rotrester av Eriophorum, meget humifisert. Barkbiter av bjørk.	
105 cm	Bjørkeris-torv, med grenrester og bark av bjørk.	

Profil II. 'Teppemyr' nær Roknesbustaden

10 cm	Strukturløs, humifisert torv. Rotrester av Eriophorum.
20 cm	Strukturløs, meget humifisert torv. Bladrester av Eriophorum.
25 cm	Eriophorum-torv.
30 cm	Sphagnum-torv (Acutifolia-gruppen), med rotrester av Eriophorum.

- 35 cm Sphagnum-torv (Cuspidata- og Acutifolia-gruppen). Rotrester av Eriophorum.
- 40 cm Sphagnum-torv (Cuspidata- og Acutifolia-gruppen, dominert av sistnevnte). Rotrester av Eriophorum, samt ett epidermisfragment fra brunmose-stengel.
- 52,5 cm Sphagnum-torv (antageligvis bare Acutifolia-gruppen). Rotrester av Eriophorum, samt flere epidermisfragmenter fra brunmose-stengler.
- 55 cm Sphagnum-torv (antageligvis bare Acutifolia-gruppen). Ett epidermisfragment fra brunmose-stengel.
- 57,5 cm Meget humifisert torv, med bark og sannsynligvis bladfragmenter av bjørk, samt gren av furu. Rotrester av Eriophorum og Carex.
- 70 cm Carex-torv, med rotrester av Eriophorum, samt Sphagnum-rester (Acutifolia- og Palustris-gruppen). Noen brunmose-stengler. Megaspore av Selaginella. Nøtter av Carex Tristigmaticae-gruppen og én rotrest av Carex limosa-type.

Profil III. Bakkemyrprofilet

- 30 cm Rotrester av Carex og Eriophorum. 9 megaspore av Selaginella.
- 65 cm Rotrester av Carex og Eriophorum. Blad av brunmose, samt én megaspore av Selaginella.
- 70 cm Rotrester av Carex og noen av Eriophorum. 3 megaspore av Selaginella.
- 85 cm Rotrester av Carex. En megaspore av Selaginella.
- 95 cm Rotrester av Carex og Eriophorum, samt blad- og rotrester av Sphagnum cfr. Acutifolia-gruppen. Dårlig bevarte brunmoseblad. En megaspore av Selaginella og én nøtt av Carex Tristigmaticae-gruppen.
- 100 cm Rotrester av Carex og Eriophorum. Noen få bladrester av Sphagnum.
- 110 cm Rotrester av Carex, samt dårlig bevarte bladrester av brunmoser.
- 115 cm Rotrester av Carex, samt dårlig bevarte bladrester av brunmoser og Sphagnum. 8 megaspore av Selaginella.
- 120 cm Rotrester av Carex. Ett fragment av en Carex Tristigmaticae-nøtt. 4 megaspore av Selaginella.
- 130 cm 2 megaspore av Selaginella.
- 135 cm En bladrest av Sphagnum cfr. Palustris-gruppen, samt noen fibre av Scirpus caespitosus/Carex-type. En megaspore av Selaginella. Innhold av sandkorn.

Undersøkelsene er basert på studium av avsilet etter forbehandlingen av pollenprøvene med KOH.

APPENDIKS II. Oversikt over utførte C^{14} -dateringer , basert på rapport fra Laboratoriet for radiologisk datering

Fra foreliggende tre torvprofiler er det blitt utført radiologiske dateringer av tilsammen 10 prøver, ved registrering av C^{14} -innholdet i materialet. Hver prøve representerer et profilutsnitt på 5 cm, og prøvematerialet fordeler seg med 5 prøver fra Profil I, 2 prøver fra Profil II og 3 prøver fra Profil III (se tabellen).

Profil nr.	Lab.nr.	Dyp	Rapportert alder B.P.	Korrigert alder B.P.	Middel
Profil I	T-1520 I	0,075-0,125 m	1.210 $\pm$ 70	1.210 $\pm$ 70	1.230 $\pm$ 70
	T-1520 II	do.	1.120 $\pm$ 120	1.120 $\pm$ 120	
	T-1520 III	do.	1.280 $\pm$ 70	1.280 $\pm$ 70	
	T-1693	0,25 - 0,30 m	4.110 $\pm$ 90		4.110 $\pm$ 90
	T-1521 I	0,30 - 0,35 m	4.850 $\pm$ 110	4.850 $\pm$ 110	4.840 $\pm$ 90
	T-1521 II	do.	4.820 $\pm$ 180	4.820 $\pm$ 180	
	T-1522 I	0,65 - 0,70 m	7.770 $\pm$ 100	7.700 $\pm$ 100	7.630 $\pm$ 70
	T-1522 II	do.	7.660 $\pm$ 80	7.590 $\pm$ 80	
	T-1523 I	0,975-1,025 m	8.460 $\pm$ 110	8.390 $\pm$ 110	
	T-1523 II	do.	8.310 $\pm$ 190	8.230 $\pm$ 190	8.350 $\pm$ 100
Profil II	T-1692	0,175-0,225 m	5.080 $\pm$ 90		5.080 $\pm$ 90
	T-1526 I	0,675-0,725 m	7.290 $\pm$ 150	7.220 $\pm$ 150	7.270 $\pm$ 120
	T-1526 II	do.	7.430 $\pm$ 190	7.360 $\pm$ 190	
Profil III	T-1691	0,85 - 0,90 m	3.960 $\pm$ 80		3.960 $\pm$ 80
	T-1524	1,00 - 1,05 m	4.440 $\pm$ 90	4.360 $\pm$ 90	4.360 $\pm$ 90
	T-1525	1,30 - 1,35 m	6.050 $\pm$ 70	5.980 $\pm$ 70	5.980 $\pm$ 70

Før oversendelsen til Laboratoriet for radiologisk datering ble de enkelte prøver forbehandlet ved å løse torvmassen i 5% KOH natten over, dernest ved å nøytralisere med 5% HNO_3 og til slutt ved å sile massen gjennom en sil med maskevidde 0,5 mm (Endecott nr. 30), for å skille ut den groveste (mindre humifiserte) fraksjonen i torvmaterialet. For endelig å skille ut den finere (sterkere humifiserte) fraksjonen, ble avsilet sentrifugert. Hensikten med denne omstendelige forbehandling var å se om materiale med ulik humifiseringsgrad i samme horisont skulle gi signifikant forskjell i alder.

I dateringslaboratoriet ble det for én av prøvene foretatt datering av den minst humifiserte fraksjon, T-1520 III. For fire andre prøver ble den mest humifiserte fraksjon differensiert videre med hensyn til humifiseringsgrad ved oppløsning i varm 10% NaOH. Den uløselige, minst humifiserte delen, benevnt fraksjon II, ble sentrifugert ut av løsningen, og ved utfelling med 5% HCl ble den løste fraksjon (I) gjenvunnet. Som det fremgår av tabellen, kan det ikke påvises noen signifikant aldersforskjell mellom de forskjellige fraksjoner i foreliggende torvmateriale. For de prøver hvor det er foretatt flere dateringer, er resultatet derfor angitt som middelveiden av de foretatte dateringer.

Før registrering av C^{14} -innholdet i proporsjonstabeller, ble prøvene (etter ovenfor beskrevne, kjemiske behandling) overført til karbondioksyd ved forbrenning i oksygen. Endel av prøvene er også blitt korrigert for isotopisk fraksjonering ved måling av C^{13} -innholdet i massespektrometer (cfr. T-1520 og T-1521). Prøvenes alder er angitt med en feilgrense som representerer ett standardavvik, hvilket betyr at det er ca. 2/3 sannsynlighet for at prøvens virkelige alder faller innenfor den angitte feilgrense. Alderen er beregnet på grunnlag av en halveringstid for C^{14} på 5570 år og angitt i antall C^{14} -år før nåtid (B.P. lik Before Present, dvs. før 1950). I pollendiagrammene er alderen omregnet til kristen tidsregning (B.C. lik Before Christ).

