

NGU



Norges geologiske
undersøkelse

Nr. 297

Skrifter 7

Jan Mangerud: Isfrie refugier i Norge
under istidene

Ikke til hjemlån

Universitetsforlaget 1973

Trondheim · Oslo · Bergen · Tromsø



NGU Norges geologiske undersøkelse

Geological Survey of Norway

Norges geologiske undersøkelse, Leiv Eirikssons vei 39, Trondheim. Telefon (075) 20166.
Postadresse: Postboks 3006, 7001 Trondheim.

Administrerende direktør: *Karl Ingvaldsen*

Geologisk avdeling: Direktør dr. philos. *Peter Padget*

Geofysisk avdeling: Direktør *Inge Aalstad*

Kjemisk avdeling: Direktør *Aslak Kvalheim*

Publikasjoner fra *Norges geologiske undersøkelse* utgis som bind med fortløpende hovednummerering, og deles inn i to serier, *Bulletin* og *Skrifter*.

Bulletin omfatter vitenskapelige arbeider over regionale, generelle eller spesialiserte emner av faglig interesse.

Skrifter omfatter beskrivende artikler og rapporter over regionale, tekniske, økonomiske, naturfaglige og andre geologiske emner av spesialisert eller allmen interesse. *Skrifter* utgis på norsk, med resymé på engelsk (Abstract).

REDAKTØR

Knut Åm, Norges geologiske undersøkelse, Postboks 3006, 7001 Trondheim

UTGIVER

Universitetsforlaget, Postboks 307, Blindern, Oslo 3

N
nr 297
ex 1

L

Isfrie refugier i Norge under istidene

JAN MANGERUD

Mangerud, J. 1973: Unglaciated refugia in Norway during the ice ages. *Norges geol. Unders.* 297, 1-23.

A review is given of the historical development of the theory of unglaciated refugia in Norway. The phyto-geographical and geological arguments for and against the theory are discussed, and our knowledge of the ice-borders during the Late Weichselian maximum is summarized. The refugia-theory is also discussed in relation to recent results concerning the stratigraphy of the Last Glaciation (Weichselian), including the possibility that parts of Scandinavia were deglaciated during some interstadials. The author emphasizes that the problem is not solved, but his intuitive conclusion is that Scandinavia was completely covered by ice, and that the alpine plants immigrated after the Late Weichselian maximum.

Jan Mangerud, Universitetet i Bergen, Geologisk Institutt, Avd. B, Olaf Ryesv. 19, N-5000 Bergen, Norway

INNHold

Innledning	1
Historikk	2
Refugieteoriene i dag	4
Noen kommentarer til de botaniske argumenter	8
Kvartær-stratigrafiske vurderinger	10
Geologiske argumenter for og imot refugieteoriene	12
Spesielle fenomener	13
Regional geologisk vurdering	15
Alternativer	19
Konklusjon	19
Litteratur	20

Innledning

Under Kvartærtiden har Norge vært helt – eller nesten helt – dekket av innlandsis flere ganger. Denne tilsynelatende lille forskjellen mellom «helt» eller «nesten helt», har imidlertid forårsaket en livlig debatt og et tresifret antall vitenskapelige publikasjoner. I denne artikkelen vil jeg gi et lite tilbakeblikk over diskusjonen, og et bilde av hvor vi står idag. Artikkelen er en noe omarbeidet prøveforelesning over oppgitt emne til den filosofiske doktortrad ved Universitetet i Bergen, februar 1973.

La meg først presisere et par begreper. Bymennesker idag kjenner vel først og fremst refuge som en trafikkøye i travle gater, hvor de kan redde seg unna strømmen av biler. I vår forbindelse betyr imidlertid et refugium et tilholdssted for planter og dyr under istidene, altså et isfritt område hvor de kunne

redde seg unna strømmen av is. Teoriene om at det har vært isfrie områder i Norge under siste eller flere istider, kalles derfor oftest refugieteoriene. Et annet uttrykk er overvintringsteoriene, idet en med overvintring i denne forbindelse mener planter og dyrs «overvintring» gjennom en istid.

Historikk

Opphav til vitenskapelige ideer og teorier er mange ganger vanskelig å etterspore. Ofte vokser ideene gradvis fram, inntil en forsker plutselig ser sammenhengene og kan presentere en fullstendig teori. Dette har åpenbart vært forholdet med refugieteoriene. Axel Blytt er ofte tillagt æren for å ha formulert refugieteoriene. Gjærevoll (1963) refererer til Blytts arbeider fra 1876, Nordhagen (1963) til Blytt (1882). Jeg finner at Blytt (1876 a,b) var den første som påpekte de to sentre med sjeldne fjellplanter, og de grønlandsk-amerikanske arter i Norge. Blytt antok imidlertid da at plantene innvandret til Skandinavia etter istiden. I de følgende arbeider er Blytt (1882, 1893) mye opptatt av de grønlandsk-amerikanske arter, som han mener har vandret innover en landbro i preglacial, interglacial eller glacial tid (Blytt 1893). I Blytts arbeid fra 1882 finner vi imidlertid et par spede spirer til refugieteoriene. Han sier f. eks. (s. 21): «Es ist möglich, ja wohl sogar wahrscheinlich, dass jene grönländischen Elemente in unserer Flora Reste aus den interglacialen Zeit sind.» (Det er mulig, ja endog sannsynlig, at visse grønlandske elementer i vår flora er rester fra interglacialtiden). Av sammenhengen ser det imidlertid ut for at Blytt mente plantene overvintret lenger sør, og innvandret til Norge igjen etter istiden. I en annen sammenheng sier Blytt (1882, s. 46) at Norge under istiden var dekket av en innlandsis til de ytterste øyer, og at bare enkelte av de høyeste tinder stakk opp. Han sier videre at noen av de mest hardføre, arktiske arter kanskje greidde seg i sprekker på de nakne fjelltoppene, omlag som på nunatakkene på Grønland idag. Dermed var Blytt kanskje den første som hevdet at planter har overlevet siste istid i Norge, men dette synes å ha vært en mer løs ide hos ham, og han benytter ikke en eventuell overvintring på nunatakker til å forklare noen mønstre i plantenes utbredelse.

Langt klarere, og mer bevisst for å løse plantegeografiske problemer, formuleres refugieteoriene av Sernander (1896) «I anslutning til egne och Blytts växtgeografiska undersökningar anser jag, att af nordens interglaciale flora till artantalet ingenlunda obetydliga räster bevarats på en del norska fjäll, särskilt i Dovre, Nordlanden och Finnmarken, hvilke ej öfverskredos af den andra landisen: Särskildt hafva vi från denna tid den skandinaviska florans amerikanskt-grönländska element».

Jeg vil da betrakte disse to, nordmannen Axel Blytt og svensken Rutger Sernander, som fedrene til refugieteoriene, og derved som opphavsmenn til en snart hundre år lang diskusjon, eller kanskje jeg heller skulle si strid, innen naturvitenskapene i Skandinavia. Jeg skal ikke gjøre noe forsøk på en historisk utredning av det videre forløp av diskusjonen da det ville være en



Fig. 1. De to områder, eller sentre, med sjeldne fjellplanter. Etter Gjærevoll (1973, Fig. 123).

nesten uoverkommelig oppgave. Derimot vil jeg komme med noen korte refleksjoner omkring bakgrunnen for Blytt og Sernanders ideer.

Teoriene om at isbreene i tidligere perioder hadde vært større enn i dag, vokste fram i første halvdel av forrige århundre, og den første som påviste dette i Norge var Esmark i 1824. Likevel var det ikke før i et arbeid av Kjellerulf i 1858 at det antas «et almindeligt isdække over Norden», med sammenligninger til Grønland idag (Bjørlykke 1913). Teorien om en totalnedis-

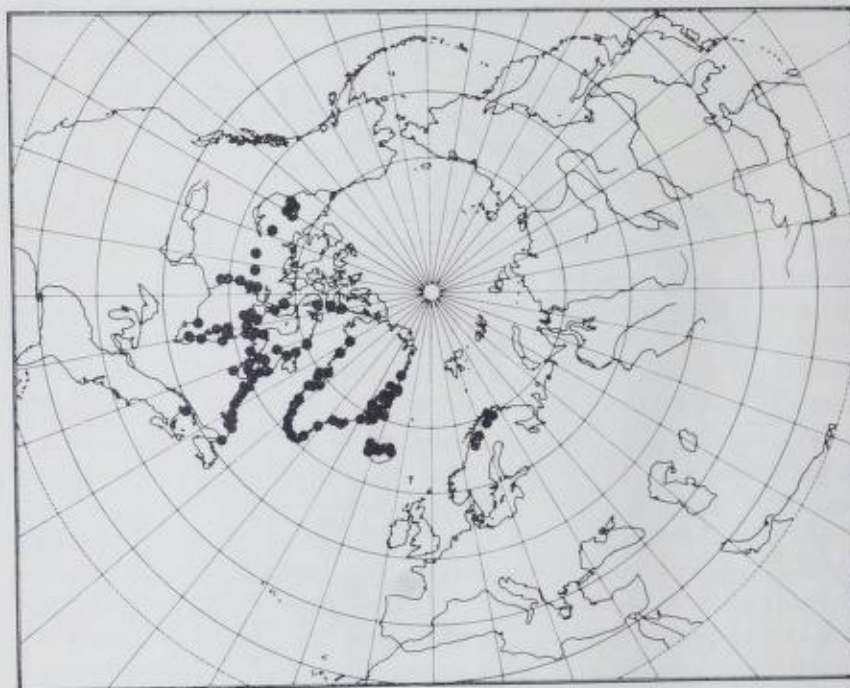


Fig. 2. Utbredelsen av brannmyrklegg (*Pedicularis flammea*), etter Gjærevoll (1973, Fig. 134). Dette er en grønnlandsk-amerikansk (vest-arktisk) art med nordlig unisentrisk utbredelse i Skandinavia.

ning av Skandinavia, som utslettet alt liv, ble tydeligvis så akseptert i løpet av et par tiår at det allerede i 1880 og 90 årene var noe revolusjonerende nytt å anta at planter hadde overlevet istiden på isfrie områder i Norge.

Refugieteoriene i dag

La meg så presentere refugieteoriene omlag slik de hevdes av noen forkjemperer idag (E. Dahl 1950, 1955; Gjærevoll 1963, 1973; Nordhagen 1933, 1936, 1963).

En del fjellplanter har en eiendommelig utbredelse i Skandinavia idet de bare finnes i to områder (Fig. 1), nemlig omkring Nordlige Jotunheimen – Dovre– Trollheimen og nord for polarsirkelen. Ifølge Gjærevoll (1973) er det ca. 30 arter som finnes i begge områder og disse kalles bisentriske. De som bare finnes i ett av disse områder kalles unisentriske. Det er ca. 10 arter og underarter (Gjærevoll 1963) som er sørlig unisentriske og hele 40 som Gjærevoll (1973) klassifiserer som nordlig unisentriske.

Ser vi på totalutbredelsen av de sentriske arter, så har de også et hull eller en disjunksjon i sin videre utbredelse. For de som finnes i Mellom-Europas fjellområder kan dette enkelt forklares ut fra dagens økologiske forhold, det finnes ikke egnede vokse-steder i det mellomliggende område. Det er imidler-

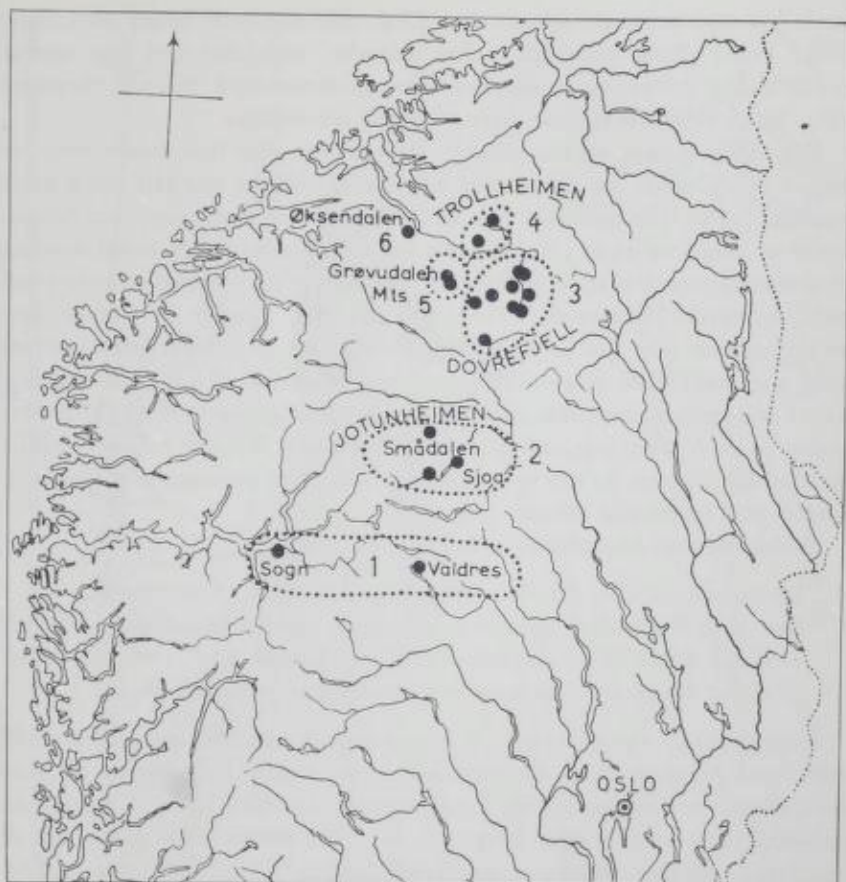


Fig. 3. Utbredelsen av valmueen *Papaver radicum* i Syd Norge. Området for de enkelte raser er vist med prikker, og nummerert fra 1 til 6. Etter Knaben (1959 a, Fig. 2). Knaben (1959, b) postulerer et refugium for hver av de 6 raser.

tid 3 andre grupper som er mer problematiske. Det gjelder særlig de arter som Blytt kalte grønlandsk-amerikanske, som senere også er kalt vest-arktiske eller også amfi-atlantiske, selv om det siste begrep vel er noe mer omfattende. Navnet skjemmer ingen, det vesentlige er at disse planter har sin hovedutbredelse i Nord-Amerika og på Grønland.

Det mest spesielle eksempel er Grønlandsstarr, *Carex scirpoidea*, som i Europa bare vokser på Solvågtind ved Saltdalen, mens den har stor utbredelse i Nord-Amerika og på Grønland. Det er imidlertid ca. 30 grønlandsk-amerikanske arter i Norge. Noen av disse, som grønlandsstarr, mangler på Island, mens andre som f.eks. brannmyrklegg *Pedicularis flammea* finnes der (Fig. 2). Noen få av de grønlandsk-amerikanske arter er utbredt i hele fjellkjeden i Skandinavia (Gjærevoll 1973). De fleste er imidlertid, som de to nevnte eksempler, nordlig unisentrisk, mens ca. 1/3 er bisentrisk.

Den annen gruppe med problematiske arter er slike som utenfor Skandi-

navia har sine nærmeste voksesteder i Ural, eller ofte enda lenger øst i Sibir. Disse kalles gjerne østarktiske eller asiatiske. Som eksempel kan nevnes norsk malurt (*Artemisia norvegica*), selv om denne også finnes i Skottland (Fig. 5). De fleste øst-arktiske arter er nordlig unisentrisk.

Den tredje gruppe er endemismer, altså planter som bare finnes innen et eneste flora-område, og som derfor må forutsettes å ha oppstått innen dette område. Jeg er ikke botaniker nok til å vurdere disse problemer, men botanikere er enige om at vi i Skandinavia har endemiske former, enten disse nå skal klassifiseres som arter, underarter eller raser. Og, noe som er enda viktigere, det hevdes (Gjærevoll 1973, Nordhagen 1936, Knaben 1959 b) at dette er former som ikke kan ha utviklet seg i løpet av det relativt korte tidsrom etter siste istid. Som en naturlig konsekvens postuleres det at disse endemismer har overlevet siste istid på refugier i Norge. Knaben (1959 a, b) hevder endog at de 6 raser hun utskiller av en valmueart, *Papaver radicum*, må ha vært adskilt i lengre tid enn bare postglacial tid, og at disse derfor må ha overvintret på 6 forskjellige refugier (Fig. 3).

Problemet med disse planters utbredelse har to sider:

1. Bisentrisiteten, altså den diskontinuerlige utbredelse i Skandinavia.
2. Den store avstand til nærmeste voksested utenfor Skandinavia. Spesielt vanskelig å forklare er de grønlandsk-amerikanske arter, idet et havområde skiller disse fra de nærmeste voksesteder utenfor Skandinavia.

Disse problemer løses, og selv en kvartærgeolog må vel si, løses på en genial måte, ved refugieteoriene. Hovedtanken er da at alle disse planter før siste istid hadde en kontinuerlig (og kanskje stor) utbredelse i den skandinaviske fjellkjeden, og kanskje også videre østover. Idet innlandsisen vokste ble all vegetasjon «skjøvet foran» ut mot randområdene i Mellom-Europa og Øst-Europa, men selvfølgelig også mot vest. Under hele siste istid forble det noen isfrie områder, de såkalte refugier, i Nord-Norge og i Vest-Norge, hvor en del fjellplanter greidde å overvintre. Da isen smeltet bort, vandret plantene ut fra disse refugiene, men har enda ikke rukket å spre seg over hele fjellkjeden. Plantenes utbredelse idag, de to sentre (Fig. 1), gir derfor en indikasjon på hvor isfrie områder var.

Den mer eksakte geografiske plassering av refugiene har det vært mye diskusjon om. Prinsipielt kan refugiene inndeles i 2 typer (Hoppe 1963), nemlig nunatakker, som er fjelltopper som stakk opp over innlandsisen, og isfrie områder utenfor isranden, forlandsrefugier.

Nordhagen, som i mer enn en menneskealder har vært en av de ivrigste forkjempere for refugieteoriene, konkretiserte forlandsrefugiene i et kart (Fig. 4) med refugier i Ryfylke, ved Sognefjordens munning, og på Møre, som senere vel er holdt for den mest sannsynlige forklaring. Gjærevoll (1959, 1963, 1973) har i de senere år flere ganger hevdet at refugiene var nunatakker lenger inne i landet, særlig i Trollheimen, og ved bare å vurdere det plantegeografiske materialet, synes dette å være en mer tilfredsstillende løsning.

Denne presentasjon av refugieteoriene har vært temmelig rent botanisk, og

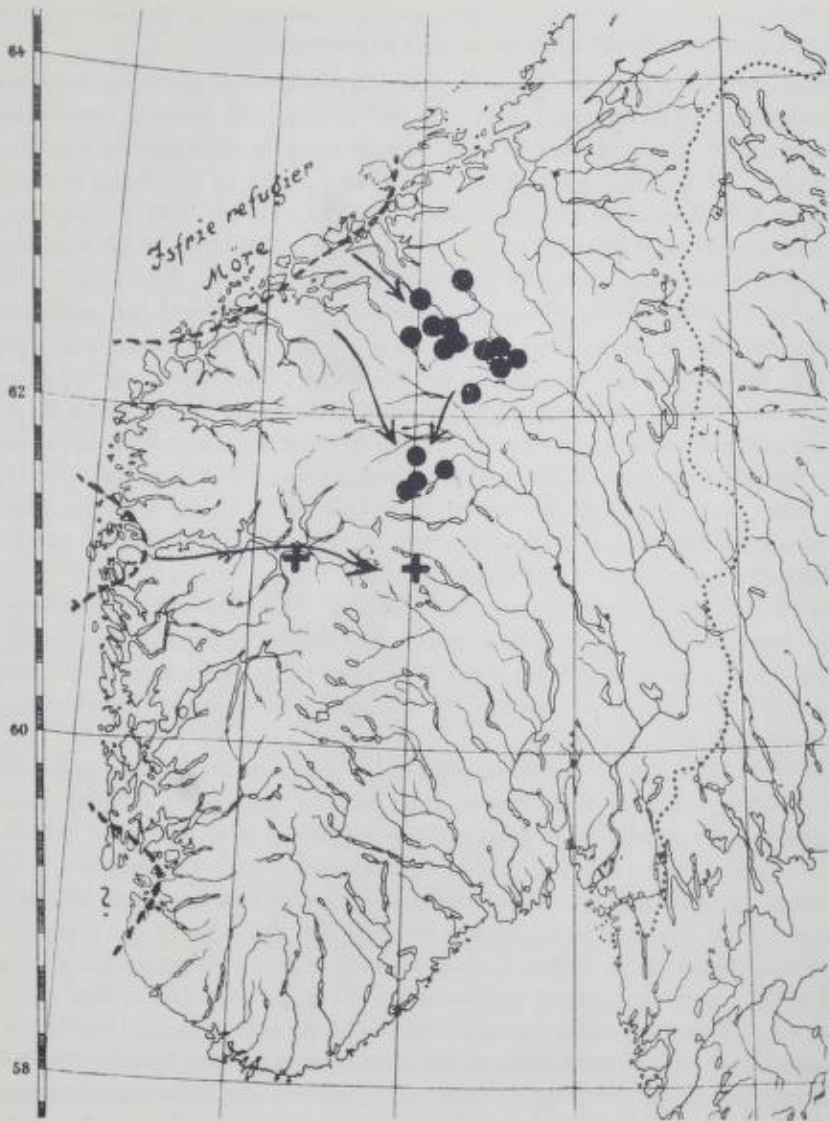


Fig. 4. Antatte refugier (stiplet) i Sør-Norge, og innvandringsveier (piler) for plantene fra refugiene til deres nåværende voksesteder. De inntegnede arter (kryss og prikker) er fjellvalmuer. Etter Nordhagen (1936, Fig. 8).

det med hensikt. Teoriene ble opprinnelig fremsatt for å løse de omtalte plantegeografiske problemer, og disse har helt fram til idag vært de bærende argumenter for refugieteoriene, selv om teoriene har fått sterk støtte fra zoologisk (f. eks. Lindroth 1958, 1969, 1972) og til dels også fra kvartærgeologisk hold (Oppsummert av E. Dahl 1955). For jeg går over til de kvartærgeologiske problemer, vil jeg derfor gi noen ytterligere kommentarer vedrørende det botaniske materialet.

Noen kommentarer til de botaniske argumenter

Refugieteoriene forklarer i seg selv ikke spredningen av grønnlandsk-amerikanske arter til Skandinavia, men gjør det bare mulig å forskyve denne innvandring bakover i tid. Hultén (1958, 1963) antar at alle artene er innvandret over Beringstredet og gjennom Sibir, men synes å ha få tilhengere blant norske botanikere. Som tidligere nevnt mente Blytt (1882, 1893) at de grønnlandsk-amerikanske arter må ha krysset havet på en landbro. Denne teori har hele tiden hatt sterk støtte fra botanisk og zoologisk hold, i de senere år f. eks. av E. Dahl (1958, 1963) og Lindroth (1963). Generelt har geologene vært skeptiske til en landbro i sen geologisk tid, men nylig er denne teori støttet av Strauch (1970), som mener at molluskene i Norskehavet og Atlanterhavet har utviklet seg forskjellig gjennom det meste av Tertiær, og at de to havområdene derfor var skilt av en landterskel mellom Grønland, Island og De britiske øyer fram til nær grensen Pliocen-Pleistocen, for omlag 2,5 mill. år siden, men at forbindelsen mellom de to havområder da ble åpnet for godt. Enten en godtar Strauch's teori eller ikke, er det i alle fall vanskelig å anta at en landbro har eksistert i vesentlig senere tid.

Den siste mulighet er så fjernspredning over Atlanterhavet eller Norskehavet, enten over åpent hav eller eventuelt hav dekket av drivis under istiden. Som ikke-botaniker finner jeg dette mest sannsynlig, men da er det jo nærliggende å slutte seg til Danielsen (1971) som mener at denne fjernspredning har foregått etter siste istid.

I forbindelse med de botaniske aspekter av refugieteoriene vil jeg også nevne et viktig arbeid av Berg (1963), hvor han bl.a. undersøker nærmere hvor veldefinert en gruppe de bisentriskke arter utgjør, og hvor geografisk veldefinert plantesentrene er. Vedrørende de bisentriskke arter sier han « -- at dersom utbredelsesluken i Midt-Skandinavia benyttes som kriterium, kan fjellplantene, fra den sterkeste bisentriskke arten på den ene siden til den mest ubikvistiske på den andre, ordnes i en serie som er så gradvis at forskjellen fra art til art blir nesten umerkelig (se Arwidsson 1943, p. 105). Heller ikke andre kriterier vil være til synderlig hjelp i jakten på en naturlig grense mellom bisentriskke og ikke bisentriskke arter. En slik fins nemlig ikke. Vi må trekke en kunstig grense, og være oppmerksom på at mellom den siste arten som blir inkludert blant de bisentriskke, og den første som blir ekskludert, er det arealmessig sett meget liten forskjell.» Berg påviser deretter at de to sentra, eller øyområdene som de også kalles, ikke er så geografisk veldefinerte som det ofte fremstilles, og at det bare er seks arter som i Skandinavia er begrenset til øyområdene, slik disse er definert av Nordhagen.

Jeg vil her også legge til at nyoppdagelser synes å svekke bildet av de veldefinerte sentre (Skogen 1968, Ryvarden & Kaland 1968). Ser vi f. eks. på norsk malurt, *Artemisia norvegica* (Fig. 5), så var den lenge bare kjent fra Dovre-Trollheimen og Ural. I 1953 ble den så funnet på en lokalitet i Nord-Skottland, og i 1967 av Ryvarden & Kaland (1968) i Ryfylkeheiene. En art som det lenge var antatt hadde meget veldefinert sørlig unisentrisk og østarktisk utbredelse,

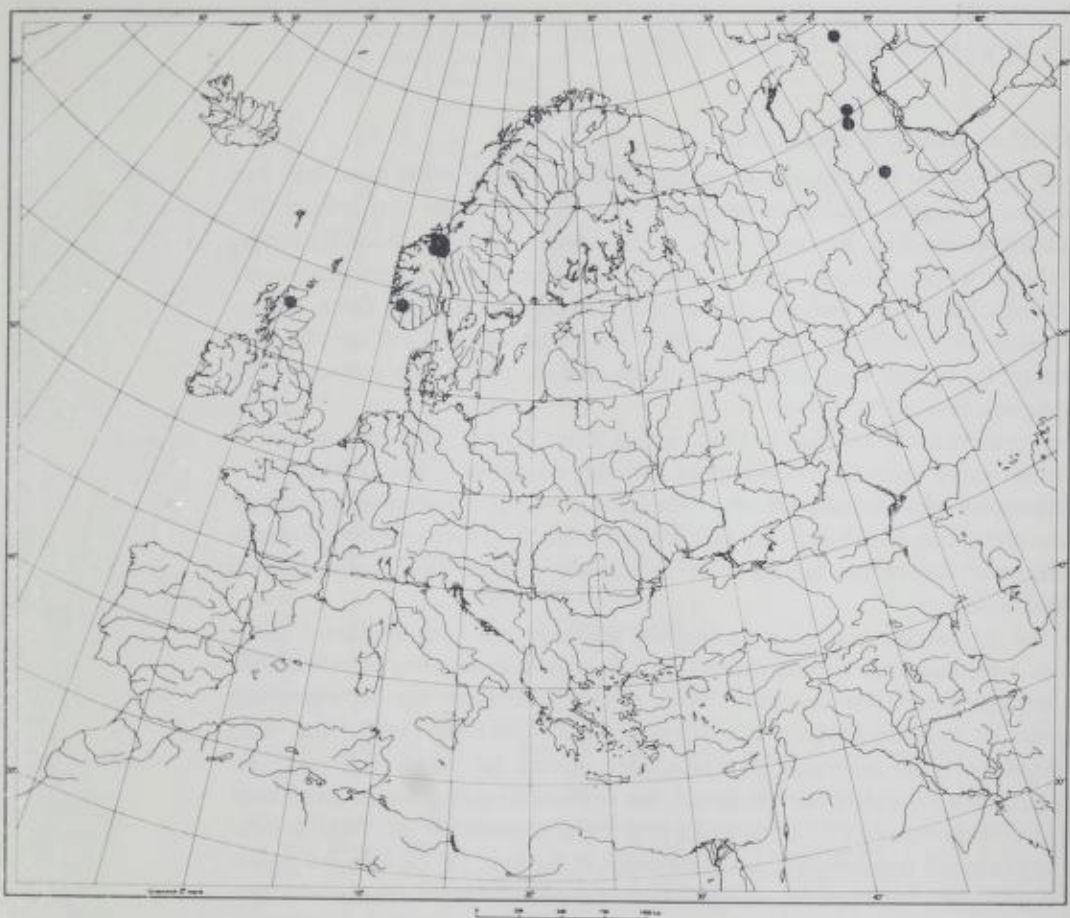


Fig. 5. Den kjente utbredelse av norsk malurt (*Artemisia norvegica*) i verden. Etter Gjærevoll (1973, Fig. 136).

har idag en kjent utbredelse som er langt vanskeligere å forklare ved de klassiske refugieteorier.

De omtalte påvisninger av Berg og eksemplet med *Artemisia norvegica* er selvfølgelig ikke noe bevis mot refugieteoriene. De viser imidlertid at den bisentrisk utbredelse av planter ikke på noen måte er så veldefinert og entydig som de ivrigste forkjempere hevder. Refugieteoriene gir derfor heller ingen enkel forklaring på alle fjellplanter med disjunkt utbredelse. Etter en kritisk gjennomgang og en definisjon av bisentrisk arter til slike som har sin utbredelse i eller omkring fjellplantesentrene og en utbredelsesluke lik eller større enn avstanden mellom Sylene og Børgefjell, står likevel Berg (1963) igjen med en gruppe på 14 eller 18 bisentrisk arter. Dette er omlag halvparten av det antall (ca. 30) Gjærevoll (1973) angir, men det er vel Bergs «harde kjerne» av arter som gjør at mange, kanskje de fleste, nordiske botanikere

enda holder på refugieteoriene, og som etter min mening gjør at heller ikke kvartærgeologer bør avvise teoriene helt.

Kvartær-stratigrafiske vurderinger

Selv de ivrigste forkjempere av refugieteoriene er enige om at disse ikke kan bevises av dagens utbredelse av planter og dyr, disse utgjør kun indisier. Bevis for at områder har vært isfrie – eller dekket av is – under siste eller tidligere istider, må gies med geologiske metoder. I refugiedebatten er det ofte satt likhetstegn mellom isfrihet og overvintring av planter. Dette er selvfølgelig ikke riktig. Et tvingende bevis for refugieteoriene må egentlig innbefatte bevis både for isfrihet og for at de aktuelle planter har overvintret på disse områder.

Det striden har stått om er først og fremst om det har vært isfrie områder i Norge under siste istid. Geologiske forhold ble derfor tidlig trukket inn i diskusjonen, kanskje aller først av Hansen (1904), som støttet overvintringsteoriene. Hans konklusjon var dog for optimistisk: «Hoveddragene i historien om, hvorledes Norge har faaet sit nuværende plantedække, skulde hermed være givet».

Før jeg ser nærmere på de geologiske argumenter, vil jeg imidlertid diskutere hvor relevante refugieteoriene er i dag, på bakgrunn av vår nåværende viten om siste istids stratigrafi. Fram til for få år siden var det alminnelig antatt at siste istid, som i Nord-Europa heter Weichsel, var én lang, kald periode, med en innlandsis som hele tiden dekket det meste av Norden. En mengde undersøkelser har imidlertid vist at klimasvingningene har vært langt mer kompliserte, og i Nord-Amerika er det vist at dette har gitt fluktuasjoner i isfronten på mer enn 500 km (Dreimanis & Karrow 1972). Når det gjelder Fennoskandia har vi nå en rekke lokaliteter med sedimenter eller fossiler som mer eller mindre sikkert kan henføres til interstadialer i siste istid (Ringén, 1964, Andersen 1965, Feyling-Hanssen 1966, Feyling-Hanssen et al. 1971, Lundqvist 1967, 1971, Hillefors 1969, Korpela 1969, Sollid 1969, Mangerud 1970a, 1972b, Mangerud & Skreden 1972, Bergersen & Follestad 1971, Bergersen & Garnes 1971, 1972, Mørner 1972, Vorren 1972).

Datering av disse interstadialene, og deres kronostratigrafiske plassering, er imidlertid langt vanskeligere. Lundqvist (1967, 1971) har sterke indisier på at Jämtlands-interstadialen er fra en tidlig fase av Weichsel, og han antar den kan korreleres med Brørup Interstadial i Danmark.

I 1971 (Mangerud 1972b) stilte jeg sammen publiserte C^{14} -dateringer fra Norge som ga endelige aldre på over 15 000 år. Dette diagrammet har jeg nå supplert med senere publiserte dateringer (Fig. 6). Imidlertid er jeg idag enda mer skeptisk til dateringer som gir så høye aldre, særlig av skjell (Mangerud 1972a), ben og horn, fordi det i disse materialer relativt lett kan skje en utveksling av karbon etter avsetningen. En «uendelig gammel» prøve vil f. eks. få en C^{14} alder på 32 000 år, hvis den er forurensset med 2 % «resent karbon». Det er derfor svært små forurensninger som skal til for å gi inter-

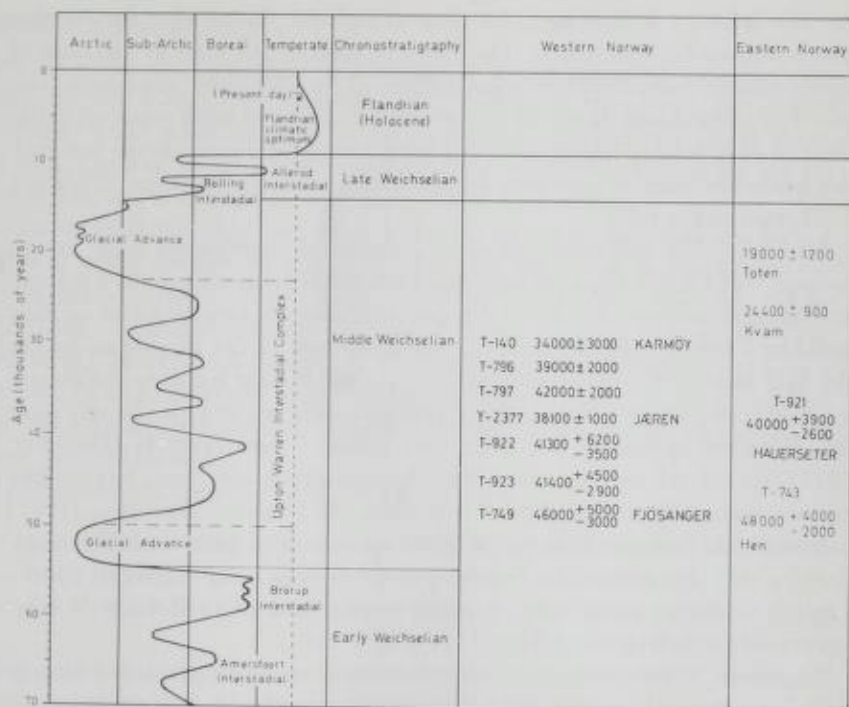


Fig. 6. Til venstre en klimakurve for siste istid som er ment å være en syntese for Europa (Coope & Sands 1966). Det store breframstøtet (Glacial advance) ca. 20 000 C¹⁴-år før nåtid (B.P.), har jeg i overensstemmelse med Flint (1971) kalt Sen Weichsel maksimum, mens det her er klassifisert som Midtre Weichsel. Til høyre er påført publiserte C¹⁴-dateringer fra Norge som har gitt endelige aldre over 15 000 år. Referenser: (T-140) Ringen 1964, (T-796, T-797, T-922, T-923) B.G. Andersen i Nydal et al. 1972, (Y-2377) B. G. Andersen i Stuiver 1969, (T-749) Mangerud 1970 a, (T-921) Østmo i Nydal et al. 1972, (T-743) Sollid 1969, (Toten og Kvam) Heinz 1965, 1969.

glaciale sedimenter de aktuelle C¹⁴-aldere (Fig. 6). Likevel vil jeg ikke avvise C¹⁴-metoden for så gamle skjell, fordi forurensninger av denne størrelsesorden vil kunne påvises.

Jeg vil ikke feste lit til hver enkelt datering på Fig. 6, men vil mer intuitivt konkludere at på grunnlag av dateringene og, ikke minst, det stratigrafiske observasjonsmaterialet, finner jeg det overveiende sannsynlig at Norges kyst har vært isfri en eller flere ganger under siste istid, og det finnes indikasjoner på at også sentrale strøk har vært isfri.

Jeg vil her også legge til, at selv etter det jeg i denne artikkel kaller Sen Weichsel maksimum, for 18–20 000 C¹⁴-år siden, har det, i alle fall i Hordaland, vært betydelige oscillasjoner av isfronten (Mangerud 1970b).

Som påpekt av f. eks. R. Dahl (1963, 1972), Lindroth (1969, 1972), og Hafsten (1972), er det åpenbart at de nye resultater om forløpet av siste istid har stor betydning for refugieteoriene. Overvintring er ikke lenger et entydig begrep, en får alternativer med «overvintring» fra Tidlig Pleistocen

for alle istider i Skandinavia, fra siste interglacial (Eem) eller fra en eller annen interstadial i siste istid. Det synes imidlertid helt klart at årsakene til bisentrisiteten maksimalt kan søkes tilbake til Sen Weichsel maksimum, idet vi vet at innlandsisen da var så stor at om det eksisterte isfrie områder, måtte disse ha vært ganske små refugier. Det er også mulig at bisentrisiteten kan skyldes breoscillasjoner så sent som i Eldre Dryas eller Yngre Dryas, (Fjellberg 1972, med videre ref.).

Når det gjelder innvandringen av de grønlandsk-amerikanske arter, kan en kanskje si at vår nye viten om siste istids stratigrafi bringer lite nytt. For fjernspredningsalternativet innebærer det dog at tidsrommet fort fordobles og mangdobles i forhold til postglacial tid. Enda viktigere er det kanskje at det under hele siste istid, i mer enn 70 000 år, var voksevilkår for disse fjellplanter langs kystene, enten i Norge eller i sydligere deler av Europa. Ja selv etter Sen Weichsel maksimum har dette vært tilfelle i flere tusen år (Danielsen 1971). En må vel anta at en vellykket fjernspredning over store havområder er mer sannsynlig til nye kyster enn langt inn i landet. Danielsen (1971) har påpekt at fjernspredningsmulighetene synes realt gode i arktiske områder. Jeg vil i den forbindelse fremheve at drivisgrensen, og derved alt dyreliv knyttet til denne, under lange perioder i siste istid trolig lå langs Norskekysten eller enda lengre syd (Flint 1971, Fig. 4-9).

Begrepene «overvintring» og «refugieteorier» er så vel etablert i Skandinavisk naturvitenskap at de nok vil bli brukt i overskuelig fremtid. Etter det jeg har sagt om siste istids stratigrafi, er det imidlertid behov for en presisering. Jeg foreslår at begrepene knyttes til en overvintring minst gjennom Sen Weichsel maksimum (18-20 000 år B.P.) da dette overensstemmer best med begrepens tradisjonelle innhold. Riktignok innebærer dette at Hansen (1904), som tidligere nevnt var den første geolog som støttet refugieteoriene, skifter parti. Det han tolker som siste istids ytterste morener, Raene, har nemlig vist seg å være av Yngre Dryas alder (10 900-10 000 C¹⁴ -år B.P.). Når A.M. Hansen mente at bisentrisiteten kunne forklares med dette breframstøt, blir han istedenfor den første «geologiske refugist», den første talsmann for ideer som har fått vind i seilene de siste få år, og som synes meget fruktbare.

Geologiske argumenter for og imot refugieteoriene

Den geologiske diskusjon har fulgt to hovedlinjer:

1. Diskusjon av spesielle fenomener som skuringstriper, flyttblokker, forvitring, nunatak-topografi o.s.v., som da skulle vise at isen har dekket eller ikke dekket et spesielt område.
2. En mer regional vurdering av forløpet av siste istid.

Jeg vil se litt på hver av disse to grupper av argumenter.

SPESIELLE FENOMENER

Det er særlig skuringstriper, flyttblokker og morenemateriale som har vært benyttet som kriterier på nedisning. Som indikasjon, eller bevis, for isfrihet har vært brukt nunatakk-topografi og andre skarpe former som det er antatt at isen ikke kan ha gått over uten å ødelegge, videre forskjellige former for forvitring, og vurderinger av isoverflatens skråningsforhold.

Teoretisk skulle disse metodene kunne gi viktige bidrag, men resultatene hittil er nokså nedslående. Når geologene f.eks. har påvist skuringstriper, har «refugister» hevdet at disse kunne være fra eldre istider. Når det gjelder forvitring, nunatakk-topografi etc., har materialet hittil krevet et betydelig skjønn (O. Holtedahl & Rosenqvist 1958), og da er det selvfølgelig lett å være uenige. På tross av at det vesentlige av diskusjonen med geologiske argumenter har fulgt denne linje med vurdering av spesielle fenomener, vil jeg bare ta med noen få eksempler.

Vedrørende skuringstriper vil jeg slå fast 2 ting:

1. Sikre skuringstriper er et entydig bevis på at lokaliteten har vært dekket av en isbre.
2. Det er teoretisk mulig at stripene er eldre enn siste istid.

Dette siste er gjentatte ganger hevdet av Eilif Dahl (1955, 1961), som åpenbart mener at dette ikke bare er en teoretisk mulighet, men temmelig alminnelig. På dette punkt har Dahl neppe med seg en eneste kvartærgeolog som har strevet med å finne skuringstriper som bare er 10 000 år gamle, i motsetning til mer enn 100 000 år som han må forutsette. Når det gjelder tolkningen av skuringstriper er det imidlertid klart at de nye kunnskaper om siste istids stratigrafi er meget viktige, idet aldersalternativene da blir flere enn bare siste istid kontra tidligere istider. Forskjellen i oppfatning fremgår klart av forholdene på More. Et kart (Fig. 7), med skuringstriper fra Morekysten ble publisert av Hans Holtedahl i 1955, og han tolket da stripene til å være fra siste istid. I 1961 skriver så Eilif Dahl: «Det er påfallende hvor sjelden skuringsmerker er f. eks. i de ytre strøk av Nordfjord og Sunnmøre».

Det er tydeligvis like vanskelig å bli enige om flyttblokker. To av de områder som oftest er nevnt som aktuelle refugier er Lofoten-Vesterålen og Morekysten. I begge områder er flyttblokker i lang tid benyttet i argumentasjonen, både for og imot refugier. På Morekysten fant H. Holtedahl (1955) et stort antall flyttblokker, til dels opp mot de høyeste fjelltopper på øyene. Fra Lofoten-Vesterålen har vi en tilsvarende undersøkelse av Bergström (1959), som også kom til samme resultat: Han fant flyttblokker langt opp mot, og til dels på, de høyeste fjelltopper. I begge områder skulle dette være sterke indisier, teoretisk sett endog beviser, for at isen har dekket hele området, i alle fall opp til de høyeste beliggende flyttblokker.

Til disse undersøkelser sier imidlertid Eilif Dahl (1961): «Da enten blokkenes petrografiske karakter er uspesifisert eller faller innenfor variasjonsbredden av underliggende bergartskompleks må en rekke av H. Holtedahls (1955)



Fig. 7. Kart med skuringstriper (Glacial striae) og flyttblokker (Erratics) på More. Etter H. Holtedahll (1955, Fig. 45).

flyttblokkobservasjoner fra More, Bergstrøms (1959) observasjoner fra Lofoten og Vesterålen, og mange andre sees på med kritikk».

Jeg kan vel neppe avslutte denne diskusjon av spesielle fenomener uten å komme inn på forvitring. Intensiteten av forvitring, både kjemisk og fysisk, og vi kan også ta med jordprofil-utvikling, er avhengig av flere faktorer, som opphavsmateriale, topografi, organismer, klima m.m. Det er likevel helt klart at dybden av forvitring og jordprofil i vårt klima øker med tiden. Forvitryngsdybde og jordprofiler skulle derfor kunne benyttes som dateringsmetoder. Dette er i betydelig grad tilfelle i andre land, f. eks. i U.S.A., men generelt må vi vel si at også der er resultatene omstridt.

I Norge er resultatene ikke bare omstridt, men direkte motstridende. Ser vi f.eks. på jordlagene på Gjevilvasskammen i Trollheimen så har Sørensen (1949), Grønlie (1950, 1953) og E. Dahl (1961) hevdet at dette er forvitryngsjord fra før siste istid, mens Holmsen (1951) og H. Holtedahll (1953)

mener dette er post-glaciale dannelser. Unigheten er grei nok, det som ofte har vært mer nedslående i refugie-debatten er at det ikke er tatt hensyn til motargumentene. Gjærevoll (1959, 1963) har f. eks. flere ganger hevdet at Gjevilvasskammen var et av refugiene under siste istid, men selv om han nevner at ikke alle geologer er enige, finnes i hans litteratur-referanser bare de ovennevnte arbeider som støtter hans teori, dette til tross for at Holmsens og Høltedahls arbeider er langt grundigere geologisk sett.

REGIONAL GEOLOGISK VURDERING

Regionale undersøkelser av forløpet av siste istid er åpenbart en langt mer fruktbar vei, særlig etter innføringen av C^{14} -metoden. Det er nå teoretisk mulig å kartlegge og datere isfrontens beliggenhet til forskjellige tider. Dette vil gi langt sikrere resultater, klarere syn for alternative løsninger, og også bedre grunnlag for vurdering av muligheten for isfrie nunatakker i innlandet. Det er vel uten videre klart at de allerede diskuterte fenomener som skuringstriper, flyttblokker, forvitring osv., burde være selvfølgelig elementer i en slik regional undersøkelse.

La meg da kort oppsummere hva vi vet om Sen Weichsel maksimum og den tidlige isavsmelting.

I Danmark er forholdene velkjente. Under maksimum lå fronten ved Hovedoppholdslinjen som løper midt oppover Jylland (Fig. 8), men som sør for Limfjorden svinger rett vest ut i Nordsjøen. Derved forsvinner muligheten for direkte observasjoner og dette er selvfølgelig hovedårsaken til at yttergrensen av isen er mindre kjent i Nordsjøen og utenfor Norges vestkyst enn i Danmark-Tyskland.

De forskjellige teorier om yttergrensene for isen i Nordsjøen under Weichsel er nylig oppsummert av Maisey (1972). Jeg vil her bare legge fram Valentins (1958) løsning (Fig. 8), som i alle fall i hovedtrekkene synes å stemme best med de geologiske observasjoner. Han fremlegger selv et meget viktig materiale vest for Jylland. Enhver kvartærgeolog som har vært på Jylland har sett den store forskjell i topografi innenfor og utenfor Hovedoppholdslinjen, og denne forskjell fremkommer da også på alle topografiske kart. Valentin har konstruert et detaljert dybdekart vest for Limfjorden, og kan temmelig klart følge Hovedoppholdslinjen omlag 180 km mot vest. Uten at jeg her skal gå inn på argumentene, mener Valentin (1958), og flere med han, at den skandinaviske og britiske is møttes i Nordsjøen.

Det viktigste bidrag de siste år om yttergrensen av isen utenfor Vestlandet, kommer fra Hoppe med medarbeidere (Schytt et al. 1967, Hoppe, 1970, 1971, 1972). De påpeker den nøkkelposisjon Shetland har, 300 km vest for Norskekysten, og med et mellomliggende havområde som bare i Norskerenna har større dyp enn 200 m.

De finner på Shetland en del skuringstriper som viser en isbevegelse fra øst mot vest, og som de da naturlig setter i sammenheng med den skandinaviske isen. Yngre skuringstriper viser en lokal iskappe over Shetland, men Hoppe



Fig. 8. Nordsjø-området under Sen Weichsel maksimum, ifølge Valentin (1958), fra Hoppe (1959, Fig. 4).

(1970, 1971, 1972) hevder at skuringstripene viser en kontinuerlig overgang mellom de to faser, og at de derfor utvilsomt tilhører samme nedisning. På grunnlag av den gode oppbevaring av skuringstripene og at en rekke C^{14} -dateringer fra bunnen av innsjø-sedimenter ga aldri på 10–12 000 år B.P., slutter Hoppe at den omtalte nedisning på Shetland er fra siste istid, og han rekonstruerer isdekkene under Weichsel som vist på Fig. 9. Han mener altså at breen fra Norge nådde Shetland, og også møtte den britiske isen i Nordsjøen. Jeg finner tolkningen meget sannsynlig, men vil enda ikke anse den for bevist. Jeg vil også minne om at vi fra Danmark vet at breen i Sor-Skandinavia under siste istid hadde sin maksimale størrelse under Sen Weichsel maksimum, som derved også er den mest sannsynlige periode av siste istid for en eventuell Sor-Skandinavisk bre til Shetland.

Viktige arbeider er også gjort på Den Norske Kontinentalsokkel de senere

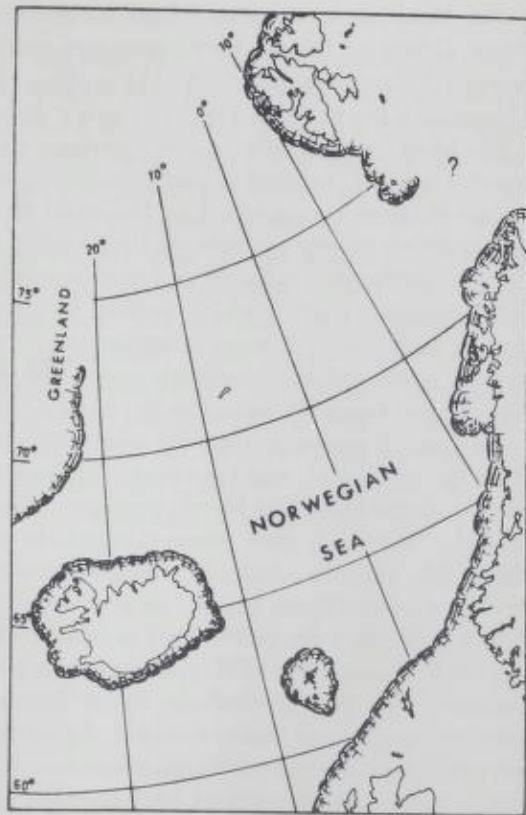


Fig. 9. Den sannsynlige utbredelse av isdekkene under siste istid, Weichsel. Etter Hoppe (1972, Fig. 8). Legg merke til at han mener Nordsjøen har vært dekket av is til utenfor Shetland.

år, og i fremtiden kan vi vel regne med at isgrensene til de forskjellige perioder vil kunne fastlegges også i disse områder. H. Holtedahl & Sellevoll (1972) finner at det på kontinentalsokkelen er flere hundre meter mektige moreneavsetninger, opptil 430 m i Skjoldryggen utenfor Helgelandskysten. I prinsippet er disse avsetninger foreløbig udatert, men de er høyst sannsynlig avsatt gjennom flere istider, inkludert den siste. Holtedahl & Sellevoll (1972) finner også på kontinentalskråningen utenfor More en del rygger, som de antar er endemorener, og p.g.a. den friske form, at de er fra siste istid.

Fra landområdene i Vest-Norge har vi fått en rekke nye opplysninger de senere år. Mangerud (1970b) har stilt sammen C^{14} -dateringer med relasjon til isavsmeltingen. Utenfor Sørlandet vet vi at isen rakk ned til Danmark under Sen Weichsel maksimum. Likevel ble den ytterste kyststripe her isfri for ca. 13 000 år siden. Ved Bergen ble de ytterste oyer isfrie 1 000 år senere, og det er nærliggende å anta at isfronten under Sen Weichsel maksimum lå langt ute i Nordsjøen, kanskje utenfor Shetland som diskutert over. Jeg vil i alle fall si, at de postulerede refugier ved Sognefjordens munning og i Ryfylke, synes ytterst usannsynlige. Derimot ble, i alle fall Ryfylke, tidlig isfritt.

Fra Møre har vi ingen dateringer av den tidlige isavsmelting, men etter Reites (1968) og Lascas (1969) dateringer synes det helt klart at endemorene fra innlandsisen under Yngre Dryas ligger lenger inn i landet enn f. eks. i Hordaland. Det er derfor grunn til å anta at Mørekysten ble tidlig isfri.

Fra Møre har vi imidlertid den grundigste regionalgeologiske undersøkelse som ble utført i forbindelse med refugieteoriene for C^{14} -metoden kom, nemlig det tidligere nevnte arbeid av Holtedahl (1955). I tillegg til de refererte undersøkelser av skuringstriper og flyttblokker, vil jeg her nevne at han gjorde systematiske undersøkelser av forvittringsgrad og dybde av jordprofil. Han fant imidlertid ingen forskjell mellom lavtliggende og høytliggende områder, og konkluderte derav at materialet var av omlag samme alder. Hans hovedkonklusjon var at innlandsisen under siste istid dekket kystområdene på Møre opp til minst 700 meters høyde, og rakk langt ut på kontinentalhyllen.

En generell geologisk vurdering tilsier nok at denne innlandsis er fra Sen Weichsel maksimum, men i prinsippet står både dette spørsmålet og flere andre dateringsproblemer på Mørekysten åpne. Det skulle være et usedvanlig interessant område å gjøre krono-stratigrafiske og bio-stratigrafiske undersøkelser, ikke minst for å bidra til løsning av refugieproblemet.

Også fra Nord-Norge har vi i de senere år fått en rekke nye opplysninger. I Finnmark synes det ganske klart at isranden lå utenfor kysten (Marthinussen 1961, Svensson 1971). Hoppe og medarbeidere har også arbeidet med innlandsisens grenser i Barentshavet og på Svalbard, og finner at det der har vært en svær iskappe under siste istid. Jeg vil imidlertid enda holde muligheten åpen for at denne er fra tidligere perioder i Weichsel.

Mer spennende, men likevel kontroversielle opplysninger har vi fra Vesterålen, som jo har vært et av de oftest postulerede refugieområder. De viktigste bidrag i denne forbindelse er kanskje en rekke C^{14} -dateringer som har gitt relativt høy alder. Allerede i 1962 publiserte Marthinussen en datering fra fastlandet øst for Harstad på $12\,300 \pm 250$ (T-269). Senere har Andersen (1968) fått denne datering bekreftet, og satt den inn i en større sammenheng i isavsmeltingen. Nylig har Karl-Dag Vorren (Nydal et al. 1972) fått en datering fra Andøya, som ga $12\,710 \pm 200$ (T-963). Resultatene tolkes forskjellig. Undås (1967) hevder at den nordlige del av Andøya var isfri under hele siste istid, men bygger egentlig ikke sine konklusjoner på de nevnte dateringer. Vesentlig på grunnlag av Vorrrens datering, sier Möller & Sollid (1972) at de ytterste morener på Andøya i tid antagelig svarer til siste isdekkens maksimum (18–20 000 år B.P.). De uttrykker imidlertid ikke noe klart standpunkt til om dette var den ytterste isgrense i forbindelse med dette maksimum, men antar at de høyeste fjellene i Lofoten – Vesterålen – Ofoten ikke var dekket av innlandsisen. Andersen (1968) tolker ved analogier til Sør-Skandinavia dateringene dithen at brefronten under Sen Weichsel maksimum lå langt ute på kontinentalhyllen utenfor Troms. På grunnlag av de observasjoner en har idag finner jeg hans konklusjon mest sannsynlig.

Alternativer

Det er vel umulig å diskutere refugieproblemet uten å nevne alternativer. Nå kan en jo si at alternativet til isfrie refugier er at hele Norge var dekket av is. Problemet med isfrie områder er imidlertid så nær knyttet til begrepene bisentrisitet, grønnlandsk-amerikanske arter, og andre biogeografiske problemer, at når det er snakk om alternativer, så mener en umiddelbart alternative løsninger til disse plante- og dyre-geografiske problemer.

Som geolog skal jeg ikke oppholde meg lenge med dette, men minne om at alternative teorier er eldre enn refugieteorien selv. Blytt, som i 1876 påpekte disse plantegeografiske særegenheter, forklarte dem nemlig ved innvandringshistorie og postglaciale klimavekslinger. Senere har det hele tiden vært botanikere som har hevdet alternative løsninger. Disse er oppsummert av Berg (1963), og et viktig bidrag ble gitt av Danielsen (1971). Også fra zoologene (Brinck 1966, Coope 1969, Fjellberg 1972) har det kommet viktige bidrag til alternative løsninger de senere år. Likeledes har geologer, kanskje særlig Ragnar Dahl (1963, 1972) vært opptatt av alternativer.

Konklusjon

Det er relativt enkelt å trekke en konklusjon om hva vi vet om isfrie refugier i Norge under siste istid: De fleste botanikere tolker det plantegeografiske materialet dithen at det må ha vært refugier, og de får støtte av flere zoologer som bygger på zoogeografisk materiale. Derimot tolker de fleste geologer de geologiske observasjoner dithen at det ikke har vært refugier. Når refugiediskusjonen i stor utstrekning er blitt en strid mellom biologer på den ene side og geologer på den andre, så skyldes altså dette at deres konklusjoner bygger på observasjoner av prinsipielt forskjellig karakter. Med vitenskapens nåværende innsikt gir disse observasjoner åpenbart grunnlag for sprikende konklusjoner.

En kan spørre om det ikke idag skulle være mulig å avgjøre en gang for alle om vi har hatt isfrie områder i Norge under Sen Weichsel maksimum, eller eventuelt gjennom hele Weichsel. Til dette har jeg to svar. For det første: Hvis det har vært isfrie områder, så skulle dette i et heldig tilfelle kunne bevises av en eneste interglacial eller interstadial lagfølge som ikke er forstyrret av isen. Derimot, om absolutt hele landet var dekket av is, så må dette teoretisk bevises på hver kvadratmeter av landet, og bevisførselen blir åpenbart uendelig mye vanskeligere.

Det annet svar er at kvartærgeologenes bidrag ikke på langt nær har den tyngde det burde ha. Dette har rent historiske årsaker. Norsk kvartærgeologi hadde en meget sterk posisjon i slutten av forrige århundre og fram til ca. 1920. I perioden 1920 til 1950 var imidlertid aktiviteten lav, og det var vel neppe mer enn et par geologer som hadde kvartærgeologi som sin hovedbeskjeftigelse. I de senere år har heldigvis faget igjen tatt seg opp. Det er innlysende at i et så stort land som Norge, med så vekslende kvartærgeologiske forhold, kreves det også i kvantitet en betydelig innsats for å løse proble-

mene. Vi får bare erkjenne at i dag er våre kunnskaper om Norge i Kvartærtiden meget mangelfulle, men også refugieproblemet skulle vel snart kunne løses om store nok ressurser ble satt inn.

Jeg har ikke noe bedre grunnlag enn andre, men er vel her nesten forpliktet til å ta stilling til refugieteoriene. På grunnlag av dagens observasjonsmateriale, finner jeg det *mest sannsynlig* at plantene har innvandret tidlig under isavsmeltingen. Jeg bygger da dette på de sterke indikasjoner på fullstendig nedisning under Sen Weichsel maksimum, på fossilfunn av fjell-planter og dyr sør for nedisningsområdene, og ikke minst på at de oftest postulerte refugieområder, Ryfylke, Møre og Lofoten-Vesterålen ble tidlig isfrie, og derved kunne bli sprednings-sentre for planter og dyr. I det hele tatt tror jeg Norges kyst har hatt en komplisert historie etter Sen Weichsel maksimum. Dette gjelder imidlertid hele siste istid, og dermed blir det med dette argument som med så mange andre: det kan benyttes både for og imot refugieteoriene.

LITTERATUR

- Andersen, B. G. 1968: Glacial Geology of Western Troms, North Norway, *Norges geol. Unders.* 256, 160 pp.
- Andersen, B. G. 1965: The Quaternary of Norway. In Rankama, K. (ed.) *The Quaternary* 1, 91-138.
- Berg, R. Y. 1963: Disjunksjoner i Norges fjellflora og de teorier som er framsatt til forklaring av dem. *Blyttia* 21, 133-177.
- Bergersen, O. F. & Follestad, B. A. 1971: Evidence of Fossil Ice Wedges in Early Weichselian Deposits at Foss-Eikjeland, Jæren, South-West Norway. *Norsk geogr. Tidsskr.* 25, 39-45.
- Bergersen, O. F. & Garnes, K. 1971: Evidence of Sub-Till Sediments from a Weichselian Interstadial in the Gudbrandsdalen Valley, Central East Norway. *Norsk geogr. Tidsskr.* 25, 99-108.
- Bergersen, O. F. & Garnes, K. 1972: Ice Movements and Till Stratigraphy in the Gudbrandsdal Area. Preliminary Results. *Norsk geogr. Tidsskr.* 26, 1-16.
- Bergström, E. 1959: Utgjorde Lofoten och Vesterålen ett refugium under sista istiden? *Svensk Naturvet.* 12, 116-122.
- Bjørlykke, K. O. 1913: Norges kvartærgeologi. En oversikt. *Norges geol. Unders.* 65, 269 pp.
- Blytt, A. 1876a: Immigration of the Norwegian Flora. Alb. Cammermeyer, Christiania.
- Blytt, A. 1876b: Forsøg til en Theori om Indvandringen af Norges Flora. *Nyt Mag. Naturvid* 21, 279-362.
- Blytt, A. 1882: Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate. *Bot. Jb.* 2, 1-50.
- Blytt, A. 1893: Zur Geschichte der Nordeuropäischen Flora. *Bot. Jb.* 17, Beibl. Nr. 41, 1-43.
- Brinck, P. 1966: Animal invasion of Glacial and Late Glacial terrestrial environments in Scandinavia. *Oikos* 17, 250-266.
- Coope, G. R. 1969: The Contribution that the Coleoptera of Glacial Britain could have made to the subsequent colonisation of Scandinavia. *Opuscula Entomologica* 34, 95-108.
- Coope, G. R. & Sands, C. H. S. 1966: Insect faunas of the last glaciation from the Tame Valley, Warwickshire. *Proc. R. Soc. B* 165, 389-412.
- Dahl, E. 1950: Forelesninger over norsk plantegeografi. 114 pp. Universitetsforlaget, Oslo.
- Dahl, E. 1955: Biogeographic and Geologic Indications of Unglaciated Areas in Scandinavia during the Glacial Ages. *Bull. Geol. Soc. Am.* 66, 1499-1519.
- Dahl, E. 1958: Amfiatlantiske planter. *Blyttia* 16, 93-121.

- Dahl, E. 1961: Refugieproblemet og de kvartærgeologiske metodene. *Svensk Naturvetenskap* 14, 81-96.
- Dahl, E. 1963: Plant migrations across the North Atlantic Ocean and their importance for the paleogeography of the region. In Love, A. & Love, D. (eds.) *North Atlantic Biota and their History*. 173-188. Pergamon Press, Oxford.
- Dahl, R. 1963: Shifting Ice Culmination, Alternating Ice Covering and Ambulant Refuge Organisms? *Geogr. Ann.* 45, Ser. A. 122-138.
- Dahl, R. 1972: The Question of Glacial Survival in Western Scandinavia in Relation to the Modern View of the Late Quaternary Climate History. *Ambio Spec. Rep.* 2, 45-49.
- Danielsen, A. 1971: Skandinavias fjellflora i lys av senkvartær vegetasjonshistorie. *Blyttia* 29, 183-209.
- Dreimanis, A. & Karrow, P. F. 1972: Glacial History in the Great Lakes - St. Lawrence Region, the Classification of the Wisconsin(an) Stage, and its Correlatives. 24. *IGC, Section 12*, 5-15. Montreal.
- Feyling-Hanssen, R. W. 1966: Geologiske observasjoner i Sandnesområdet. *Norges geol. Unders* 242, 26-43.
- Feyling-Hanssen, R. W., Jørgensen, J. A., Knudsen, K. L. & Lykke Andersen, A. - L. 1971: Late Quaternary Foraminifera from Vendsyssel, Denmark and Sandnes, Norway. *Bull. Geol. Soc. Denmark* 21, 317 pp.
- Fjellberg, A. 1972: Coleoptera from Hardangervidda. *Fauna of the Hardangervidda*, 1, 74pp. Zool. Mus. Univ. Bergen.
- Flint, R. F. 1971: *Glacial and Quaternary Geology*, 892 pp. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Gjærevoll, O. 1959: Overvintringsteoriens stilling idag. *Kongel. Norske vid. selsk. Forb.* 32, 36-71. Trondheim.
- Gjærevoll, O. 1963: Survival of plants on nunataks in Norway during the Pleistocene Glaciation. In Love, A. & Love, D. (eds.) *North Atlantic Biota and their History*, 261-284. Pergamon Press, Oxford.
- Gjærevoll, O. 1973: *Plantegeografi*, 186 pp. Universitetsforlaget, Trondheim.
- Grønlie, A. 1950: På kvartærgeologisk ekskursjon i Trollheimen. *Trondhjems Turistforen. Arb.*, 19-31.
- Grønlie, A. 1953: Litt om Trollheimen under siste istid. *Norsk geol. Tidsskr.* 32, 168-190.
- Hafsten, U. 1972: *Plantegeografi*. 125 pp. Tapir forlag, Trondheim.
- Hansen, A. M. 1904: Hvorledes Norge har faaet sit plantedekke. *Naturen*, 143-156, 168-179.
- Heintz, A. 1965: A new Mammoth-find from Norway and a Determination of the Age of the Tusk from Toten by Means of C 14. *Norsk geol. Tidsskr.* 45, 227-230.
- Heintz, A. 1969: Two new mammoth-fragments from Norway and age-determination on one of them. *Norsk geol. Tidsskr.* 49, 437-438.
- Hillefors, A. 1969: Västsveriges glaciala historia och morfologi. *Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst., Arb.* 60, 319 pp.
- Holmsen, P. 1951: Om forvittringsjorden på Gjevilvasskammene. *Naturen*, 103-109.
- Holtedahl, H. 1953: A Petrographical and Mineralogical Study of two high Altitude Soils from Trollheimen, Norway. *Norsk geol. Tidsskr.* 32, 191-226.
- Holtedahl, H. 1955: On the Norwegian Continental Terrace, primarily outside More-Romsdal: Its Geomorphology and Sediments. *Arb. Univ. Bergen, Naturvid. rk.* 14, 209 pp.
- Holtedahl, H. & Sellevoll, M. 1972: Notes on the influence of glaciation on the Norwegian continental shelf bordering on the Norwegian Sea. *Ambio Spec. Rep.* 2, 31-38.
- Holtedahl, O. & Rosenqvist, I. Th. 1958: «Refugie-problemet» på den skandinaviske halvøy fra geologisk synspunkt. *Svensk Naturvet.* 11, 108-118.
- Hoppe, G. 1959: Några kritiska kommentarer till diskussionen om istria refugier. *Svensk Naturvet.* 12, 123-134.
- Hoppe, G. 1963: Some comments on the «ice-free refugia» of northern Scandinavia. In Love, A. & Love, D. (eds.) *North Atlantic Biota and their History*, 321-336. Pergamon Press, Oxford.
- Hoppe, G. 1970: The Würm ice sheets of northern and arctic Europe. *Acta Geographica Lodziensia*, 205-215.

- Hoppe, G. 1971: Nordvästeuropas inlandsisar under den sista istiden. *Svensk Naturvet.* 1971, 31-40.
- Hoppe, G. 1972: Ice sheets around the Norwegian Sea during the Würm glaciation. *Ambio Spec. Rep.* 2, 25-29.
- Hultén, E. 1958: The Amphi-Atlantic Plants and Their Phytogeographical Connections. *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. Ser. 4, b, 7, nr. 1*, 340 pp.
- Hultén, E. 1963: Phytogeographical connections of the North Atlantic. In Love, A. & Love, D. (eds.) *North Atlantic Biota and their History*, 45-72. Pergamon Press, Oxford.
- Knaben, G. 1959a: On the Evolution of the Radicatum-Group of the Scapiflora Papavers as Studied in 70 and 56 Chromosome Species. Part A. Cytotaxonomical Aspects. *Opera Bot.* 2: 3, 74 pp.
- Knaben, G. 1959b: On the Evolution of the Radicatum-Group of the Scapiflora Papavers as Studied in 70 and 56 Chromosome Species. Part B. Experimental Studies. *Opera Bot.* 3: 3, 96 pp.
- Korpela, K. 1969: Dei Weichsel-Eiszeit und ihr Interstadial in Peräpohjola (Nördliches Nordfinland) im Licht von Submoränen Sedimenten. *Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, III*, 99, 108 pp.
- Lasca, N. P. 1969: Moraines in the Hemnefjord area, western Norway. *Norges geol. Unders.* 266, 62-69.
- Lindroth, C. H. 1958: Istidsövervintrare bland djuren. *Svensk Naturvet.* 11, 134-151.
- Lindroth, C. H. 1963: The problem of the late connections in the North Atlantic area. In Love, A. - Love, D. (eds.) *North Atlantic Biota and their History*, 73-86. Pergamon Press, Oxford.
- Lindroth, C. H. 1969: The theory of glacial refugia in Scandinavia. Comments on present opinions. *Notulae Ent.* 49, 178-192.
- Lindroth, C. H. 1972: Reflections on Glacial Refugia. *Ambio Spec. Rep.* 2, 51-54.
- Lundqvist, J. 1967: Submoräna sediment i Jämtlands Län. *Sveriges Geol. Unders.* Ser. C, nr. 618, 267 pp.
- Lundqvist, J. 1971: The interglacial deposit at the Leveäniemi mine, Svappavara, Swedish Lapland. *Sveriges Geol. Unders.* Ser. C. 658, 163 pp.
- Maisey, G. 1972: Summary of previous works on Quarternary geology of the North Sea. NTNF's Kontinentalsøkkelkontor. Oscar Andersens Boktrykkeri A.S. Oslo.
- Mangerud, J. 1970a: Interglacial sediments at Fjøsanger, near Bergen, with the first Eemian pollen spectra from Norway. *Norsk geol. Tidsskr.* 50, 167-181.
- Mangerud, J. 1970b: Late Weichselian vegetation and icefront oscillations in the Bergen district, Western Norway. *Norsk geogr. Tidsskr.* 24, 121-148.
- Mangerud, J. 1972a: Radiocarbon dating of marine shells, including a discussion of apparent age of Recent shells from Norway. *Boreas* 1, 143-172.
- Mangerud, J. 1972b: The Eemian Interglacial and the succession of glaciations during the Last Ice Age (Weichselian) in Southern Norway. *Ambio Spec. Rep.* 2, 39-44.
- Mangerud, J. & Skreden, S. A. 1972: Fossil ice wedges and ground wedges in sediments below till at Voss, western Norway. *Norsk geol. Tidsskr.* 52, 73-96.
- Marthinussen, M. 1961: Brebrandstadier og avsmeltningforhold i Repparfjord-Stabbursdal-området, Finnmark. Et deglaciationsprofil fra fjord til vidde. *Norges geol. Unders.* 213, 118-169.
- Marthinussen, M. 1962: C¹⁴-datings referring to shore lines, transgressions, and glacial substages in Northern Norway. *Norges geol. Unders.* 215, 37-67.
- Møller, J. J. & Sollid, J. L. 1972: Deglaciation Chronology of Lofoten - Vesterålen - Ofoten, North Norway. *Norsk geog. Tidsskr.* 26, 101-133.
- Mörner, N.-A. 1972: World Climate During the Last 130,000 Years, 24. IGC, Section 12, 72-79. Montreal.
- Nordhagen, R. 1933: De senkvartære klimavekslinger i Nordeuropa og deres betydning for kulturforskningen. *Inst. Sammenlign. Kulturforsk.*, 246 pp. H. Aschehoug & Co. Oslo.
- Nordhagen, R. 1936: Skandinavias fjellflora og dens relasjoner til den siste istid. *Nordiska naturforskarmotet i Helsingfors 1936*, 93-124.
- Nordhagen, R. 1963: Recent discoveries in the south Norwegian flora and their significance for the understanding of the history of the Scandinavian mountain flora during and after the Last Glaciation. In Love, A. - Love, D. (eds.) *North Atlantic Biota and their History*, 241-260. Pergamon Press, Oxford.

- Nydal, R., Gulliksen, S. & Lovseth, K. 1972: Trondheim Natural Radiocarbon Measurements VI. *Radiocarbon*, 14, 418-451.
- Reite, A. J. 1968: Lokalglaciasjon på Sunnmøre. *Norges geol. Unders.* 247, 262-287.
- Ringes, E. 1964: Om drumliner og Skagerakmorene på Karmøy. *Norsk geog. Tidsskr.* XIX, 205-228.
- Ryvarden, L. & Kaland, E. 1968: *Artemisia norvegica* Fr. funnet i Rogaland (foreløpig meddelelse). *Blyttia*, 26, 75-84.
- Schytt, V., Hoppe, G., Blake, W. Jr. & Grosswald, M. G. 1967: The extent of the Würm glaciation in the european arctic. *Int. Ass. Scient. Hydrology* 79, 207-216. Bern.
- Sernander, R. 1896: Några ord med anledning af Gunnar Andersson, Svenska växtvärldens historia. *Bot. Notiser*, 114-128.
- Skogen, A. 1968: Härskallen - en rik fjellplanteutpost på Innherred. 3 naturområder i Levanger. 4 pp. Levanger feltbiologiske forening. Levanger 1968.
- Sollid, J. L. 1969: A 48 000 years old tree stump, presumably of spruce, found in Ringesrike, South Norway. *Norsk geog. Tidsskr.* 23, 131-134.
- Strauch, F. 1970: Die Thule-Landbrücke als Wanderweg und Faunenscheide zwischen Atlantik und Skandik im Tertiär. *Geol. Rundschau*, 60, 381-417.
- Stuiver, M. 1969: Yale Natural Radiocarbon Measurements IX. *Radiocarbon*, 11, 545-658.
- Svensson, H. 1971: Några drag i Varangerhalvøns geomorfologi i belysning av nya flyg-fotografier. *Svensk Geog. Årsb.* 47, 7-28.
- Sørensen, N. A. 1949: Gjevilvasskammene - nunatakker i Trollheimens midte? *Naturen* 1949, 65-81.
- Undås, I. 1967: Om maksimum av siste innlandsis i ytre Vesterålen. J. W. Eides Boktrykkeri A.S. Bergen.
- Valentin, H. 1958: Die Grenze der Letzten Vereisung im Nordseeraum. *Deutscher Geographentag Hamburg 1955. Tagungsbericht und wiss. Abb.*, 359-366. Wiesbaden.
- Vorren, T. O. 1972: Interstadial sediments with rebedded interglacial pollen from inner Sogn, west Norway. *Norsk geol. Tidsskr.* 52, 229-240.