

NORGES KVARTÆRE HISTORIE
Illustret ved eksempler

Forelesninger i G 2-Kvartærgeologi
høsten 1976

Sylvi Haldorsen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	S.
Tiden fram til siste istid -----	1
Avsetninger fra nest siste istid (Saale)	
og siste mellomistid (Eem) -----	1
Siste istid -----	2
Alder, utbredelse og tykkelse -----	2
Interstadialer og stadialer før Weichsel	
maksimum -----	3
Avsmeltning -tiden etter Weichsel maksimum fram	
til 11 000 år før nåtid -----	4
Yngre dryas (11 000 - 10 000 år før nåtid) -----	5
Områdene rundt Oslofjorden -----	6
Sørlandet -----	7
Ryfylke -----	8
Hordaland -----	8
Trøndelag -----	9
Nordland -----	9
Troms -----	10
Finnmark -----	10
Tiden etter siste istid (Holocen) -----	11
Preboreal -----	11
Forholdene i innlandet -----	14
Tiden etter avsmeltningsfasen -----	15
Havnivåendringer -----	16
Marine leirer i Oslo-området -----	18
Endringer fra marint til terrestrisk miljø -	19
Erosjon i marine avsetninger -----	20
Vegetasjonshistorie og klimautvikling -----	20
Figurer -----	22

TIDEN FRAM TIL SISTE ISTID

Vi regner med at det i løpet av Kvartær har vært minst fire og sannsynligvis opptil ti store istider. Under disse istidene må vi anta at mesteparten av Skandinavia har vært dekket av is.

De fleste løsavsetningene som vi finner i Norge, stammer fra siste istid (Weichel) og etteristiden (Holocen), og det er funnet få sikre spor etter avsetninger fra de tidligere istidene og mellomistidene. Vi må imidlertid regne med at de store, glaciale erosjonsformene som vi finner i landet, f.eks. de iseroderte dalene og fjordene på Vestlandet og i Nord-Norge, er blitt gradvis utformet i løpet av hele Kvartærperioden. Siste istids breer har sannsynligvis bare utformet mindre deler av dem. Vi kan dermed si at tiden fram til siste istid i første rekke kan leses som en erosjonshistorie.

Avsetninger fra nest siste istid (Saale) og siste mellomistid (Eem)

På Fjøsanger ved Bergen er det nylig gravd ut et snitt gjennom avsetninger fra Weichsel og fra siste interglacial (Eem) ned i en undre morene som ligger direkte på fjell (fig.1). Morenen er grovkornig og finstoff-fattig, og den blir antatt å være fra nest siste istid (Saale). Dette er hittil den eneste avsetningen i Norge som med stor grad av sannsynlighet kan henføres til noen av de eldre istidene.

Over Saale-morenen ligger det lagdelte avsetninger som består av sand og gruslag (fig.1). Disse lagene inneholder pollen som viser en overgang fra bjørkedominans til furudominert vegetasjon. Videre oppover i lagene blir pollensammensetningen mer preget av eikeblandskog og til slutt er den dominert av gran. Man regner med at store deler av Eem-tiden er representert i disse avsetningene. Lokaliteten ligger innerst i en relativt trang fjordarm, og sedimentene tyder på strandnære forhold.

Materiale fra Eem er det også funnet spor av i Kroken i Luster, Sogn. En del pollen fra varmekjære trær finnes her sammen med materiale som er antatt å være fra en interstadial i siste istid. Dette er blitt tolket slik at materiale fra Eem er blitt omlagret under en senere interstadial, og at det dermed er blitt en

blanding av interstadialt og interglacialt pollen.

I Gudbrandsdalen er det flere steder funnet lagdelt materiale under morene, og det er her og andre steder på Østlandet funnet rester av mammut og moskus i løsavleiringer. Det kan ikke utelukkes at noe av dette materialet er interglacialt. Det samme gjelder noe av det eldste skjellmaterialet som er funnet i Sørvest-Norge (omtales senere).

SISTE ISTID (WEICHSEL)

Alder, utbredelse og tykkelse.

Man regner med at Weichsel-istiden startet for ca 70 000 år siden, og avslutningen settes til 10 000 år før nåtid.

Det skandinaviske isskjoldet hadde sin største utbredelse for ca 20 000 år siden (fig.2). Dette kalles gjerne for Weichsel maksimum. Isen nådde ned i Danmark og lå over nordlig del av Tyskland. Norge, Sverige og Finland var dekket av is (fig.3).

Det har vært mye diskusjon omkring yttergrensen for isskjoldet langs Vest-Norge. Det har vært hevdet, spesielt fra botanisk hold, at enkelte, mindre landområder må ha vært isfrie under hele siste istid. Disse områdene kan enten ha ligget utenfor isfronten, eller de kan ha stukket opp over isskjoldet som nunatakker. Antakelsene bygger i første rekke på utbredelsen av plantene brannmyrklegg (*Pedicularis flammea*) og fjellvalmue (*Papave radicum*). Det har vært vanskelig å forklare hvordan disse plantene kan ha vandret inn sørfra etter siste istid når de idag ikke er funnet noen steder sørover i Europa (fig.4). Det er derfor blitt hevdet at de må ha "overvintret" på isfrie områder (refugier) i Norge. Det er imidlertid ikke funnet noen sikre geologiske indisier på slike isfrie områder, og mange kvartargeologer regner det som mest sannsynlig at landet har vært helt dekket av is under siste istid.

Langs kysten av Troms og Nordland er det ryggformede dannelser som er blitt tolket som endemorener avsatt under siste istid (Egga-morenene). Disse ryggene går bl.a. over Malangsgrunnen, Sveinsgrunnen og Vesterålsbankene. Det er mulig at ryggene representerer yttergrensen for isskjoldet i Weichsel.

Under den første delen av nedisningen ser det ut for at isskillet eller iskuliminasjonen lå over vestlige og sentrale deler av Norge. Senere flyttet tyngdepunktet østover. Under den maksimale nedisningen lå iskuliminasjonen over Øst-Sverige. Senere har tyngdepunktet sannsynligvis flyttet vestover igjen (fig.5). Det er mye som er usikkert når det gjelder bevegelsene i isskillet. Det forhold at Skandinavia helt eller delvis har vært isfritt flere ganger i løpet av Weichsel (fig.2), gjør det selvsagt svært vanskelig å klargjøre disse bevegelsene. Man regner med at tykkelsen av isskjoldet kan ha vært opptil 2-3 000 m over enkelte deler av Skandinavia i Weichsel (fig.6).

Interstadialer og stadialer før Weichsel maksimum.

Weichsel har bestått av kalde faser (stadialer) som har vært avbrutt av mer milde perioder (interstadialer). I de milde periodene ser det ut for at isskjoldet delvis eller helt har smeltet, slik at større områder har vært isfrie flere ganger i løpet av siste istid (fig.2).

Det er funnet spor etter interstadialer som er eldre enn 20 000 år flere steder i Norge (fig.2). Lokaliteten ved Kroken i Luster har vært nevnt i forbindelse med Eem. Det ser ut for at omlagringen av Eem-materialet skjedde under en tidlig interstadial. Avsetningen inneholder bl.a. pollen av interstadial type.

På Karmøy er det funnet skjell i siltig og leirig morene. Disse har vist en alder (C^{14} -datert) på over 30 000 år. På Jæren er det flere steder funnet spor etter gamle interstadialer. Dateringer har gitt aldre på omkring 40 000 år. I området er det funnet skjellførende leire høyt over nåværende havnivå, og det er funnet fossile iskiler som ble dannet i en isfri periode før Weichsel maksimum.

Noe av det lagdelte materialet som er funnet under morene i Gudbrandsdalen kan også være fra en av de tidlige interstadialene. Det samme gjelder for fossilmaterialet fra mammut og moskus. På Ringerike ble det funnet en grein i glacifluvialt materiale. Greinen hadde en alder på over 40 000 år og hadde vært transportert med breelver etter siste istid.

Det er svært vanskelig å korrelere disse gamle sedimentene, bl.a. fordi dateringsmetodene er nokså usikre når materialet er så gammelt. Det kan derfor ikke utelukkes at noe av det materialet som er nevnt ovenfor (fig.2) stammer fra Eem, og at alderen som er oppgitt er for lav.

Det er vanskelig å finne spor etter de forskjellige tidlige isframstøtene. Eventuelle israndavsetninger vil være ødelagt av senere hovedframstøt. Vi må imidlertid regne med at mye av bunnmorenematerialet i landet er dannet i disse periodene. De nyeste undersøkelser i Gudbrandsdalen har vist at det meste morenematerialet i dalføret er dannet før Weichsel maksimum.

Avsmeltning - tiden etter Weichsel maksimum fram til 11 000 år før nåtid.

Isskjoldet begynte å avta i størrelse på grunn av den generelle klimaforbedringen som tok til for ca 20 000 år siden. Det avtok i tykkelse over de sentrale delene samtidig som fronten trakk seg tilbake. Deler av kysten ble tidligst isfrie slik som ytre deler av Finnmark, Lofoten og Vesterålen, ytre deler av Trondheimsfjorden, Mørekylen, Ryfylke, Jæren og Sørlandet. Breene hadde flere fremstøt under denne første fasen av avsmeltningsperioden, og vi finner spor etter gamle israndavsetninger flere steder i landet, f.eks. på Sørlandet, i Ryfylke, på Møre og i Nord-Norge. I området mellom Porsangerfjord og Varangerfjord er slike avsetninger godt utviklet (fig.17).

For ca 13 000 år siden begynte en mild tid da breene trakk seg betydelig tilbake (tab.1).

	År før nåtid	
Yngre dryas	10 000	
Allerød	11 000	
Eldre dryas	11 800	Sen Weichsel
Bølling	12 000	
Eldste dryas	13 000	

Tab. 1 Inndelingen av siste del av Weichsel (Etter Mangerud m.fl. 1974).

Denne tiden kalles Bølling. Det er funnet avsetninger fra Bølling flere steder i landet, spesielt langs Vestlandskysten.

Eldre dryas (12 000 - 11 800 før nåtid) representerer en kjøligere tid, og breene rykket fram mange steder i landet.

Eldre dryas ble etterfulgt av Allerød (tab.1) som igjen var en mild tid. Det er også funnet avsetninger fra Allerød mange steder langs kysten.

I Sandviken, Bergen, er det funnet et snitt gjennom avsetninger som muligens omfatter alle de nevnte tidsavsnittene i siste del av Weichsel (fig.7). På grunnlag av denne lokaliteten og undersøkelser ellers i Bergensområdet, har man rekonstruert beliggenheten av brefronten under siste del av Weichsel i dette området (fig.8). Dette eksemplet viser hvor raske forandringene kunne være både med hensyn til framrykning og tilbakesmeltning i denne tiden.

Yngre dryas (11 000 - 10 000 år før nåtid)

Yngre dryas (som ofte er omtalt som Ra-tid) markerer slutten på Weichsel (tab.1). Denne tid er karakterisert ved en generell klimaforverring som førte til at breene enten rykket fram eller at fronten ble liggende i ro over store deler av Fennoskandia. Vi finner tydelige avsetninger fra Yngre dryas i Finland, Sverige og Norge (fig.9).

I Finland ble det i denne tiden avsatt to eller tre mektige, parallelle glacifluviale israndavsetninger (Salpausselkä). De hører til Finlands viktigste sand- og gruskilder.

I Sverige består avsetningene fra Yngre dryas av en mengde morenerygger som ligger på rad og rekke nordover i Mellom-Sverige (fig.9). Disse ryggene kalles "De mellom-svenske morener". De er blitt tolket som avsmeltningsmorener, dannet mens brefronten trakk seg gradvis nordover.

I Norge veksler avsetningene fra Yngre dryas mellom morenerygger og breelvavsetninger. Avsetningene kan være delt opp i flere parallelle rygger (f.eks. i sørlige del av Østfold), eller de kan bestå av én enkelt, sammenhengende rygg (Vestfold). Avsetningene er mange steder meget markerte, mens de andre steder

er mer diffuse slik at forløpet av brefronten har vært vanskelig å følge.

På Østlandet, Sørlandet, rundt Trondheimsfjorden og i deler av Finnmark har brefronten hatt et sammenhengende, forholdsvis rettlinjert forløp, mens det derimot har vært mer adskilte dalbreer i Rogaland, mesteparten av Vestlandet, nordlige deler av Trøndelag, Nordland, Troms og deler av Finnmark der det har vært breutløpere nede i de markerte dalene og fjordene. Forløpet av brefronten i Yngre dryas med de tilhørende avsetningene, er nå godt kartlagt over størstedelen av landet. En del områder der avsetninger fra denne perioden er kjent og undersøkt, skal beskrives nærmere.

Områdene rundt Oslofjorden. a. Ra-trinnet. Avsetninger fra den første delen av Yngre dryas ble tidlig beskrevet fra områdene øst og vest for Oslofjorden (fig.10), der Ramorenen er svært markert. Nær svenskegrensen er avsetningene delt opp i flere, parallelle rygger som går over i De mellomsvenske morener på svensk side av grensen. Ramorenen ble avsatt under datidens havnivå i området. Den er hovedsaklig bygget opp av morenemateriale, er ofte leirrik og inneholder iblant skjellmateriale. Det er observert fremstøtmorene ved Horten der morenemateriale ligger over blokkfri leire. Delvis består ryggen av mer glacifluvialt preget materiale (f.eks. ved Femsjø NØ for Halden). Materialet i Raet bærer preg av å være vasket av sjøen, og det er ofte svært grovt og blokkrikt i overflaten.

b. Ås-Ski-trinnet. I siste halvdel av Yngre dryas trakk breen seg gradvis nordover, og det ble bygget opp markerte avsetninger på begge sider av Oslofjorden nordenfor Raet. Disse er kjent som Ås-Ski-trinnets avsetninger (fig.10), og de er ikke så sammenhengende som Raet (fig.11). I forbindelse med de markerte bassengene i området (Drammensfjord, Oslofjord og Øyeren), har det vært konsentrert store smeltevannsmengder fra hele Østlandsområdet, og avsetningene er her utviklet som store, glacifluviale deltaer. I området mellom bassengene, d.v.s. mellom Drøbak og Øyeren, består avsetningene stort sett av morenerygger, tildels med glacifluvialt preg.

På vestsiden av Oslofjorden er det store avsetninger i Sande, Svelvik og Storsand. Svelvikavsetningen i Drammensfjorden er en av de største glacifluviale avsetningene i Oslofjordområdet, og ryggen når opp i 60 m over havnivået. En stor del av ryggen ligger under havflaten.

På østsiden av fjorden deler avsetningene seg i to markerte morenerygger som bl.a. kan følges N og S for Årungen (fig.11). Disse kalles henholdsvis Skimorenen og Åsmorenen. Skimorenen kan følges østover mot Mjærvann. Nær Mjær er det en liten del av ryggen som er avsatt over havet (supramarint). Ryggene i området består for det meste av morenemateriale med en del lag eller linser av sortert materiale (fig.12).

Ås-Skiområdet har vært detaljundersøkt i løpet av de siste år. Det er en mengde mindre morenerygger sør for, mellom og nord for de to hovedryggene (fig.11). Det er mulig at dette representerer årsrygger, dannet mens breen trakk seg gradvis tilbake i området. Blokkmaterialet i moreneryggene ved Ås og Ski består hovedsakelig av Oslofeltbergarter.

Avsetningene samler seg igjen i det store Mona-deltaet sør for Øyern (fig.11). Deltaet er bygget opp til noen meter over havnivået og er meget markert i landskapet. Grusmaterialet i ryggen er relativt godt rundet, og består hovedsakelig av bergarter fra grunnfjellsområdene nordover mot Østerdalen. Det er markerte skrålag, og forholdsvis tykke bunnlag i deltaet (fig.13).

Som nevnt finner vi en samlet avsetning i forbindelse med de markerte bassengene i Oslofjordområdet mens det er en rekke parallelle rygger i de mellomliggende områder. Både Oslofjorden og Øyerenbassenget har vært samleområde for isen, og avsetningene ved Svelvik, Storsand og Mona ligger på morfologisk naturlige steder for breen å stanse opp. Mona-deltaet ligger på en markert berggrunnsterskel, og breen har sannsynligvis hatt en kalvingsfront på dette stedet, og har derfor hatt små muligheter til å rykke lenger fram. På samme måte ligger Storsandavsetningen ved den markerte innsnevringen av Oslofjordbassenget. I de høyereliggende områdene mellom de to bassengene har det ikke vært en så stor tilførsel av is. Moreneryggene er her dannet suksessivt nordover mens breen trakk seg tilbake.

Sørlandet. Raet er godt kartlagt over hele Sørlandet (fig.9). Avsetningene kan følges så og si sammenhengende fra Fevik til Sirdalsvatnet. Ra-avsetningene er ofte avsatt innenfor en sone

på 100 - 500 m bredde, og i denne sonen kan man finne 1-4 parallelle morenerygger. Mange av ryggene er svært markerte og kan være opptil 20-30 m høye. Lengst i øst (Haslaodden - Fevik) har moreneryggene vært avsatt under havnivå (submarint), og materialet bærer preg av å være vasket. Videre vest-over dreier det seg ofte om morenerygger som har vært avsatt oppe på land (supramarint). I de aller fleste hoveddalene demmer Ra-avsetningene opp større innsjøer. (Flakksvå, Venneslafj., Mannflåvå, Ytre Øydnåvå., Lyngnevå., og Sirdalsvå). Foran moreneavsetningene nede i dalen er det ofte store breelvavsetninger, tildels utviklet som sandurdelta (fig.14). Øst for Mandal er Raet stort sett en rett, sammenhengende rygg. Vest for Mandal, der dalene blir dypere og mer markerte, har brefronten mer vært delt opp i dalbreutløpere, og Ra-avsetningene ligger her av den grunn lenger sør i dalbunnen enn oppe på høydeområdene mellom dalene.

Ryfylke. Breene i Yngre dryas har her hovedsakelig vært delt opp i dalbre- og fjordbreutløpere (fig.15). Vi finner blant annet avsetninger fra denne tiden (lokalt kalt Lysefjordstadiet) ved munningen av Lysefjord, på SV-siden av Ø.Tysdalsvatn og ved munningen av Jøsenfjord. Avsetningene består delvis av glacifluvialt materiale. Foran Haukelivatn sørøst for Lysefjorden ligger en meget markert morenerygg som gjerne kalles "Vassryggen". Dette var den første avsetningen som ble brukt som bevis på at Norge hadde vært nediset helt ned til fjordene. Langs dalsidene og fjordsidene og mellom dalene og fjordene kan man finne morenerygger som delvis er avsatt som sidemorener (fig.15).

Hordaland. I områdene mellom Hardangerfjorden og Sognefjorden har forløpet av brefronten i Yngre dryas vært kartlagt og rekonstruert i de senere år (fig.16). Avsetningene er ikke så sammenhengende som på Østlandet og Sørlandet, og de består ofte av relativt små morenerygger (1-5 m høye) som er vanskelige å følge på grunn av det vekslende dal- og fjell-landskapet. Det har vært vanskelig å datere morenene, dvs. å konstatere at de virkelig ble avsatt i Yngre dryas og å avgjøre om de er avsatt samtidig over hele området. Over deler av området er ryggene undersjøiske, og disse avsetningene er kartlagt ved hjelp av ekkogrammer.

Utenfor Hardangerfjorden ligger det en stor endemorene av Yngre dryas alder tvers over Halsnøy.

Videre nordover ligger det avsetninger av samme alder på Tysnesøy. Mellom Strandvik og Fusafjorden ligger det endemorener fra Yngre dryas inne på land. Dateringer av skjellmateriale fra Os (fig.16) har vist at breen sannsynligvis ikke nådde ut til sin ytterste grense før i siste halvdel av Yngre dryas (fig.17, jfr.med fig.8).

Herdla i Nord-Hordaland er morfologisk en av de viktigste Yngre dryas-avsetningene i området. Av den grunn har gjerne morener i hele området vært kalt Herdla-morener (analogt med Ra-morener på Østlandet og Lysefjord-morener i Ryfylke). Avsetningene på Herdla har form av terrasser (marint utformet) i forskjellige nivåer. Den høyeste ligger ca 34 m.o.h. og svarer sannsynligvis til havnivået i sen del av Yngre dryas. Avsetningen har en svært tydelig iskontaktskråning mot øst.

På fig.17 er beliggenheten av brefronten gjennom Yngre dryas vist for Sverige, Øst-Norge og Vest-Norge. Når det gjelder Øst-Norge, må fig. 17 modifiseres, idet det nå er klart at brefronten slett ikke lå i ro i hele Yngre dryas, men tvert om trakk seg tilbake til Ås-Ski området. Det er mulig at Ås-Ski-trinnets avsetninger kan være dannet samtidig med Herdla-trinnets avsetninger.

Trøndelag. Brefronten har delvis vært delt opp i dalbreer (f.eks. i Ytre Namdalen). Sammenhengende morenerygger vil derfor heller ikke være utviklet i disse områdene. På Fosenhalvøya, derimot, er relieffet lavere og landskapet mindre kupert, og brefronten har vært mer rettlinjert. Her kan derfor avsetninger fra Yngre dryas følges sammenhengende. Området ved Trondheimsfjorden har vært et samlingsfelt for breene og har hatt en rikelig tilførsel av materiale. Her er det derfor blitt dannet massive, marine avsetninger i Yngre dryas.

Nordland. Avsetninger fra Yngre dryas er funnet langt ute ved kysten i Nordland, og de er ofte submarine. Stedvis er de relativt dårlig utviklet (f.eks. i Bodø). Det fins imidlertid også flere store, veldefinerte avsetninger som f.eks. ved munningen av Vinkfjorden. Tydelige sidemorener ligger i fjellene på begge sider av Tysfjord, på halvøya mellom Sørfoldafjorden og Skjerstadfjorden

og på en lang rekke fjellpartier sør for Saltfjord. Avsetninger fra botnbreer av samme alder ligger vest for de områder som var dekket av innlandsisen i Yngre dryas (fig.9), f.eks. på Hinnøy.

Troms. I vestre deler av Troms har Yngre dryas-avsetningene vært detaljert studert. Lange fjordbreutløpere fylte opp de trange dalene i Troms på denne tiden (fig.18). Yngre dryas er representert både ved frontavsetninger og ved sidemorener. Morenene ligger delvis på øyene og i sundene mellom øyene nær fastlandet, slik som over Tromsø, Tromsøsund, Kvaløy, Gisund, sørøstsiden av Senja, Andøya og Rolla (fig.18). Det dreier seg ofte om morfologisk sett meget markerte israndavsetninger (fig.19). Morenene fra Yngre dryas i Nord-Norge kalles gjerne Tromsø - Lyngen-trinnets morener (som blir et navn analogt med Ra-trinnets morener i Øst-Norge og på Sørlandet, Lysefjordtrinnets morener i Rogaland og Herdla-trinnets morener i Hordaland).

Det er mye som tyder på at en del av Tromsø - Lyngen-trinnets morener ble avsatt allerede i Allerød.

Finnmark. Tromsø - Lyngen-trinnets morener er kartlagt sammenhengende i Finnmark (fig.20). De ligger stort sett et stykke inne i fjordene i Vest-Finnmark (midt ute i Porsangerfjord, innerst i Altafjord) og lenger inne i landet i østlige deler av Finnmark. På samme måte som i Troms, ser det også her ut for at breene avsatte en del av disse morenene allerede i Allerød eller i Eldre dryas.

TIDEN ETTER SISTE ISTID (HOLOCEN)

Ved slutten av Yngre dryas var mesteparten av landet dekket av is. I løpet av de neste to tusen år smeltet isen så og si vekk fra hele landet. Smeltingen foregikk ved at fronten trakk seg videre tilbake og ved at isdekket over sentrale deler av Norge avtok raskt i tykkelse. Samtidig som mer og mer av de kystnære delene av landet ble isfrie, stakk også stadig mer av de høyereliggende områdene i innlandet opp av isdekket. Dette førte til at høyde- dragene mellom dalene, særlig i østlig del av landet, tildels ble liggende isfrie mens isen fremdeles fylte de fleste dalene i landet, før den smeltet vekk. Breene gikk i denne siste tiden over til en passiv og senere til en død fase.

Preboreal. I løpet av den første tiden av Holocen, som kalles Preboreal og varte fra 10 000 - 9 000 år før nåtid (tab.2), var det flere breframstøt, og breene var tidvis aktive mange steder i landet. Israndavsetninger av Preboreal alder er bl.a. kjent og studert på Østlandet, (fig.10), i Rogaland, Hordaland, Sogn, Nordland, Troms og Finnmark. Ved slutten av Yngre dryas innledes en kort periode da breene trakk seg tilbake. Etter dette (fram til ca 9500 før nåtid) er første halvdel av Preboreal delvis karakterisert ved breframstøt som ble forårsaket av en generell klimaforverring på den nordlige halvkule.

	År før nåtid.	Tab. 2	Inndelingen av Holocen eller Etteristiden. (Etter Mangerud m.fl. 1974)
<u>Subatlantisk</u>	2500		
<u>Subboreal</u>	5000	Holocen	
<u>Atlantisk</u>	8000	(Etteristiden)	
<u>Boreal</u>	9000		
<u>Preboreal</u>	10000		
Yngre dryas		Weichsel (siste istid)	

Mange steder i landet ligger de Preboreale avsetningene relativt nær avsetningene fra Yngre dryas (f.eks. i Lysefjorden og deler av Nord-Norge) mens det andre steder er stor avstand mellom avsetningene (f.eks. i Hordaland og Sogn). Dette henger delvis sammen med hvor langt breene har hatt mulighet til å rykke fram i de to tidsavsnittene. Langs hele vestkysten har breene i Preboreal tid vært preget av dalbreutløpere, mens fronten fremdeles har vært relativt sammenhengende på Østlandet.

Østlandet. I nordlig del av Oslo ligger Akertrinnet som består av et system av relativt små morenerygger. Disse morenene ble avsatt da havnivået var ca 220 m høyere enn idag. Dette representerer maksimumshøyden for Holocene havnivåer i Norge.

Da brefronten trakk seg videre nordover fra Oslo, ble det avsatt flere glacifluviale deltaer som representerer midlertidige stopp i isavsmeltingen (fig.10). Bergertrinnet som ligger nord for Lillestrøm og Jessheim-trinnet er de to første stoppene (fig.21). Hauer setertrinnet like nord for Jessheim er arealmessig den viktigste Preboreale avsetningen nord for Oslo. Avsetningen har form av et stort breelvdelta som ble avsatt i den trange Romeriksfjorden (fig.21). De indre (proksimale) delene av deltaet er bygget opp over havnivået (205 m) til en maksimumshøyde på 222 moh. Kontaktlinjen mot brefronten kan følges over store områder langs den nordlige skråningen på deltaet. I sentrale deler av denne proksimale kontaktlinjen er materialet stedvis svært grovt med store blokker som må ha blitt avsatt like ved munningen av den subglaciale tilførselskanalen.

Da breen neste gang stoppet opp (representert ved Dal-trinnet), ble store mengder sand og silt skyllet ut i det bassenget der isen lå mens Hauer seter-deltaet ble avsatt (fig.21). Den nordligste avsetningen som ble dannet i Romeriksfjorden er Minnesund-trinnet like sør for Mjøsa. Trinnet er bygget opp til havnivået som var på 192 m.

Sør-Vestlandet. I Ryfylke og sørligste deler av Sundhordaland er det funnet mange markerte avsetninger av Preboreal alder. De eldste av disse avsetningene kalles lokalt for Trollgarenstadiets avsetninger etter en markert blokkmorene på Jøsenfjordheia som har navnet Trollgaren. Yngre avsetninger av Preboreal alder er også funnet i området (Blåfjell-stadiet).

Hordaland Områdene i indre deler av Hardangerfjorden kan sies å representere typeområder for Preboreal på Vestlandet. I området Osa - Sima - Eidfjord finner vi en rekke karakteristiske avsetninger som er dannet i dette tidsrommet, både i fjellområdene og i dalene. På grunnlag av disse avsetningene har man rekonstruert den ytre grensen for brefronten i Preboreal (fig.22), og dette fremstøtet kalles lokalt

for Eidfjord - Osa stadiet. Breene var aktive i hele området, og det er påvist mange steder at breene hadde et markert framstøt. De ytre delene av brefronten var steile, og det ble avsatt meget markerte, høye morenerygger mange steder i fjellområdene (opptil 15 m høye). Det er ofte 3-4 parallelle morenerygger som hører med til dette stadiet. I Simadalen er det opptil 40-50 m høye frontmorener. Morenerygger kan følges så og si sammenhengende i hele fjellområdet mellom Odda og Måbødalen. De fortsetter videre nordover til Skykkjedalen og videre til Osa og Ulvik. Noen steder kan de også sees langs Ravndalen og Flåmsdalen.

Det er flere breelv-deltaer i området. Det mest kjente er vel Eidsfjordterrassen som ligger foran Eidfjordvatnet (fig.23). Deltaet er bygget opp til en høyde på 102-113 moh. Man regner med at terrassen opprinnelig fylte opp hele dalen mellom Eidfjordvatnet og sjøen, men den er senere erodert, og det er på østsiden av dalen vi idag finner de største delene bevart. Det er mye som tyder på at deltaet ikke ble bygget helt opp til havnivået.

Sogn og Fjordane. I Sognefjordområdet har Preboreale avsetninger blitt vært kartlagt i områdene mellom Aurland, Øvre Årdal, Skjolden og Gaupne (fig.24). Lokalt kalles den første perioden med brefremstøt i Preboreal tid for Gaupne-stadialen. Tidvis i denne kalde fasen var breene meget aktive og hadde et stort budsjett. Det har vært vist i Gaupne - Lusterområdet at sommertemperaturen sannsynligvis var mellom 1.5 og 2° C lavere enn idag.

Ved Eidsnes innerst i Lusterfjorden (fig.25) er det et snitt gjennom avsetningene som tydelig viser at breene rykket fram over eldre sedimenter i området. Et siltlag ble avsatt i fjorden da breen hadde trukket seg tilbake i første del av Preboreal. Senere i første halvdel av Preboreal rykket breen fram igjen og gikk over silten som dermed delvis ble forstyrret. Foran brefronten ble det nå avsatt sand og grus som idag ligger utenfor siltavsetningen (distalt for siltavsetningen). Etter at breen igjen trakk seg tilbake, og havnivået sank i området, ble materialet på overflaten av avsetningen vasket og omlagret ved marine prosesser.

Forholdene i innlandet. Avsmeltningsforløpet i innlandet er delvis ikke så godt tidfestet som langs kysten. Det er derfor ikke alltid mulig å avgjøre i hvilken periode av Preboreal eller Boreal (9000-8000 før nåtid, tab.2) de forskjellige begivenhetene fant sted.

Et av de trekk ved avsmeltningen i innlandet som har vært viet størst oppmerksomhet, er dannelsen av de store, bredemte sjøene. Da innlandsisen smeltet ned, ble som nevnt tidligere, de høyeste landområdene liggende isfrie mens dalene fremdeles var fylt av is. De østligste delene av landet ble senest isfrie. Dette førte til at isrestene ble liggende øst for vannskillet og stedvis demmet opp bresjøer mellom vannskillet og brefronten (fig.26).

Et av de klassiske områdene for studier av bresjøer, er Østerdalen (fig.27). Det er vanskelig å avgjøre om det her har dreiet seg om sammenhengende sjøer, eller om det hovedsakelig har vært smale, laterale randsjøer. I disse bresjøene ble det avsatt silt og finsand som vi idag finner igjen som terrasser i forskjellige nivåer.

I en tidlig fase lå breen i en slik høyde at det laveste passpunktet i området som vannet fra bresjøene kunne drenere gjennom, lå i en høyde på 1000-1100 moh. Vannet drenerte over til Driva (fig.27). Senere smeltet isen ned slik at et lavere passpunkt ble frigjort, og nivået i bresjøene sank til ca 720 moh. Vannet ble i denne fasen ført over Kvikneskogen til Orkla. Dette sjønivået kalles Øvre Glomsjø. I en enda senere fase drenerte bresjøene over Rugldalen til Gaula (fig.27) der passpunktet ligger i et nivå på ca 660 moh. I denne fasen kalles bresjøen Nedre Glomsjø, og det er betydelige terrasser i Tynset-området fra denne fasen. Da breen smeltet videre ned, sank nivået for sjøene ytterligere, inntil vannet trengte over fjellryggen mellom Østerdalen og Tyldalen ved Barkald og kuttet ut det berømte Jutulhogget gjennom de østre og midtre delene av fjellområdet. Bresjøene ble helt tappet i denne fasen.

Bresjøavsetninger finner vi også i Gudbrandsdalen og mange steder videre nordover, der det meste av avsetningene imidlertid ligger på svensk side av grensen. Ved Tunnsjøen og Limingen i

Nord-Trøndelag kan man finne spor etter betydelige bresjøer. Bresjøavsetninger finner vi også i Nord-Trøndelag og Nordland ved Store Børgefjell, i Bjellådalen og Lønsdalen. Øst for Vestfjorden i Nordland har det ligget et stort brekompleks under avsmeltningsfasen. I forbindelse med tapninger av sjøene på svensk side av grensen, ble store vannmengder ført over til Hellemobotn, og det ble erodert en 3 km lang canyon i en fjellterskel. Dimensjonene for denne canyonen ligger opptil de vi finner i Jutulhogget.

Bresjøavsetningene i Norge har en relativt lokal utbredelse når vi ser på innlandsstrøkene som helhet. I innlandet finner vi en mengde andre avsetninger og spor fra avsmeltningsfasen. I mange av våre store daler er det avsatt karakteristiske breelvsedimenter av lateral, subglacial, supraglacial og proglacial karakter. Vi kan her nevne de breelvterrassene som vi finner i dalsidene mange steder i landet (laterale terrasser) og mange av de tykke grus og sandlagene som mange steder fyller dalbunnen, avsetninger som kan klassifiseres som dalsandur eller dalfylninger (f.eks. i Numedal og Østerdalen). Det er også en mengde store smeltevannsløp i innlandet som er erodert i fast fjell eller i løsmateriale. I enkelte områder er det også avsatt betydelige mengder ablasjonsmorene, f.eks. i sidedalene til Østerdalen.

Dødislandskap er spesielt godt utviklet mange steder i østlige deler av innlandet. Fig.28 viser i prinsippet hvordan karakteristiske avsetninger kan dannes i dalene under avsmeltingen.

Tiden etter avsmeltningsfasen. Da isen var smeltet vekk i løpet av Preboreal og Boreal, begynte rennende vann å erodere i de glacigene avsetningene, og avsatt fluvialt materiale i lavere nivåer, eller lakustrint materiale i innsjøene. Det fineste materialet er ført ut i havet, hvor marine leire er avsatt i løpet av Boreal, Atlantisk (8000-5000 år før nåtid), Subboreal (5000-2500 år før nåtid) og Subatlantisk (2500 år før nåtid) tid. Marine leirer er mest karakteristisk for områdene rundt Oslofjorden og Trondheimsfjorden, men finnes også ellers langs hele kysten. Det er relativt få marine deltaer som er bygget ut i

dagens havområder langs kysten. Dette henger sammen med at det mange steder er større innsjøer innenfor kysten som virker som sedimentfangere. Bare det fineste materialet føres ut i sjøen. Et meget godt eksempel på dette er Øyeren, som virker som et klaringsbasseng for vannet i Glomma, slik at dette er relativt fattig på sedimenter når det renner ut i Fredrikstad. I Øyeren bygges det derfor hurtig ut et stort, lakustrint delta. Enkelte steder langs kysten bygges det imidlertid ut deltaer av relativt grovt materiale (sand) som f.eks. i Eidfjord (fig.23).

Forandringene i havnivået har ført til at større områder med marine avsetninger er hevet opp over havflaten. Dette blir behandlet i neste avsnitt.

Tidsrommet fra landområdene begynte å smelte fram fra brefronten fram til idag er for en stor del å lese som en vegetasjons-historie. Vegetasjonsutviklingen i Norge i siste del av istiden og i tiden etter istiden skisseres til slutt i kompendiet.

HAVNIVÅENDRINGER

Da det fennoskandiske området var dekket av is, ble som kjent landet presset ned på grunn av isvekten. Da isen tok til å smelte vekk, slik at vekten av isdekket ble mindre, begynte landet å stige opp igjen. Dette kalles isostatisk heving. Hevningen har vært minst i ytre kyststrøk og større inne i landet. Den største isostatisk hevingen i Fennoskandia har funnet sted i Østerbotten.

Samtidig som landet steg, steg også havnivået i verden på grunn av at de store isskjoldene smeltet. Dette kalles eustatisk heving. Forholdet mellom isostasi og eustasi er derfor avgjørende for endringer i havnivået (fig.29).

Mens den eustatiske heving overalt har vært like stor, har den isostatisk heving vært forskjellig på ulike steder.

Linjer gjennom områder som har hatt like stor landhevning (=isostatisk heving ÷ eustatisk heving) til samme tid, kalles isobaser (fig.30). Man kan bare bestemme hvor høyt havet har stått i tidligere tider på steder hvor landområder har stukket opp over havflaten. I Norge vil dette stort sett gjelde områder som er blitt

isfrie etter Eldste dryas (tab.1). Studiet av havnivåendringer forskjellige steder i Norge, har vært viet stor oppmerksomhet av norske kvartærgeologer.

Spor etter tidligere havnivåer kan finnes på mange måter. Det kan dreie seg om marine avsetninger som f.eks. leire, strandavsetninger eller deltaer, eller det kan være erosjonsformer som f.eks. erosjonsterrasser i eldre avsetninger eller strandhakk som er erodert i fast fjell.

Når man trekker en linje gjennom alle de bestemmelsene man har av havnivået i ett bestemt tidsavsnitt i et område, kan man konstruere en strandlinje (fig.31).

Om man følger en strandlinje (det vil altså si havnivået i ett bestemt tidsavsnitt) innover i en fjord, vil strandlinjen ligge høyere jo lenger innover i fjorden man kommer. Dette skyldes det forhold at de indre delene av landet generelt har hatt en større heving enn de ytre delene av kysten (j.fr.fig.30). Når alle de rette strandlinjene i et område tegnes inn i samme diagram, vil vi få et strandlinjediagram over området. Bildet vil bli som på fig.31 c, bare mye mer komplisert og med mange flere linjer.

Med unntak av strandlinjer som er dannet i enkelte transgresjonsperioder (omtales senere), vil de eldste strandlinjene ligge høyere enn de yngre, og de vil dessuten ha en større hevningsgradient innover i fjordene enn de yngre strandlinjene (fig.31).

I mange tilfeller vil det være aktuelt å bestemme det høyeste havnivået i et område, eller det man kaller områdets øvre marine grense. Da gjelder det å finne de høyeste punktene i området der det er spor etter marin aktivitet.

Det vil iblant være mulig å beregne endringene i havnivået gjennom de forskjellige tidsavsnitt på ett bestemt sted. Dette betyr at man undersøker hvor raskt havnivået sank i de forskjellige tidsavsnittene på dette stedet, ved å tidfeste de forskjellige nivåene. Det vil f.eks. være nødvendig å beregne hvor høyt havnivået var på stedet i Yngre Dryas, i Preboreal, i Boreal o.s.v. På grunnlag av disse studiene kan det konstrueres et strandforskyvningsdiagram. Fig.32-33 viser strandforskyvningsdiagrammer for Oslo, Jæren og Bømlo. For å konstruere et slikt strandforskyvningsdiagram, kan man aldersdatere organisk materiale som skjell, torv

trestykker o.l. Det kan også gjøres ved å sammenligne isranddeltaer på ulike steder der noen av disse allerede er tidfestet.

I de områdene i landet der landhevningen har vært størst, har den isostatistiske hevingen hele tiden vært større enn den eustatiske, og det har vært en kontinuerlig regresjon gjennom hele Holocen. Dette ser ut til å være tilfelle i Oslofjordområdet (fig.32).

I deler av landet der den totale landhevningen har vært mindre, har forholdene vært mer kompliserte. Det er for tiden studier igang for å undersøke om økningen av is skjoldet under Yngre dryas førte til at landområdene ble presset ned. Det er mye som tyder på at dette kan være tilfelle, og at enkelte områder har hatt en transgressjon i Yngre dryas.

Forandringer i havnivået på Jæren og Bømlo er vist på fig.33. I disse to områdene ligger øvre marine grense relativt lavt. I to perioder av Holocen har det vært transgresjoner i disse områdene. Disse transgresjonene kalles Tapes-transgresjonene. De er tidfestet til henholdsvis Atlantisk og Subboreal tid (tab.2).

Marine leirer i Osloområdet. I området rundt Oslofjorden ble det tidlig gjort studier av de forskjellige skjellførende leirlagene. Disse leirlagene ble tidsbestemt både i forhold til beliggenheten av brefronten og endringene i havnivå (fig.34). De forskjellige leirene har navn etter de karakteristiske muslingene de inneholder.

Da breen avsatte Raet i Yngre dryas, ble det sedimentert leire i havet foran brefronten. Denne leiren inneholder kaldtvannsmuslinger og kalles Yoldia-leire. Havet dekket de nåværende landområdene foran brefronten. Da breen trakk seg tilbake, stanset den senere opp ved Ås-Ski i begynnelsen av Boreal. Det ble avsatt leire oppå og innenfor Yoldia-leiren. De tykkeste leiravsetningene ble dannet nær brefronten. Disse leirene inneholder også kaldtvannsmuslinger og snegler. De kalles for Arca-leire.

Breen trakk seg videre tilbake og sto senere med fronten nord for Oslo (Aker-trinnet). I denne tiden ble det avsatt leire over og innenfor de glaciale leirene. Dette tredje leirlaget kalles Yngre Arca- og Portlandialeire. Vannet i fjorden var ikke lenger så kaldt, og det kom til en mengde skjell som vi også finner i

fjorden idag. Flere av de arktiske formene som finnes i de eldste leirene mangler her. Indre del av Oslofjorden var nå isfri. Dette området har hatt en stor landhevning (j.fr. fig 32). Havnivået sto i den perioden da Yngre Arca- og Portlandia leire ble avsatt noe over 220 m over nåværende havnivå.

I Skådalen nær Holmenkollen er det funnet strandgrus fra denne tiden i et nivå på 221 m over nåværende havnivå. Grusen inneholdt skall av dyr som lever i tidevannssonen (*Mytilus* (blåskjell), *Balanus* (rur)). Skjellene er aldersdatert til 9450 ± 250 og 9259 ± 250 år. Dette er det høyeste marine nivået som er funnet for kvartære sedimenter i Norge.

Landet steg på denne tiden mye raskere enn havet (fig.32). Da isen trakk seg videre tilbake over Romerike, sank derfor havnivået i forhold til landet, slik at de glacifluviale deltaene ble liggende i gradvis lavere nivåer innover mot Minnesund.

I Oslofjorden ble det fremdeles avsatt leire, delvis ved at det var en erosjon og omlagring av de eldste leirene. Leirene ble avsatt i stadig lavere nivåer. (*Mytilus*- og *Cyprina*-leire, eldre *Cardium*-leire, yngre *Cardium*-leire, *Ostrea*-leire, *Isocardia*-leire og *Scrobicularia*-leire). *Ostrea*-leiren og framfor alt *Isocardia*-leiren representerer høyvarmetiden i Holocen (Atlantisk-Subboreal). De inneholder fossiler som lever i relativt varmt vann.

Endringen fra marint til terrestrisk miljø. I mange forsøkninger eller bassenger nær kysten (f.eks. på Åsmyra) kan man finne en ganske karakteristisk sedimentasjonsserie som skyldes overgangen fra et marint til et terrestrisk miljø. Prinsippet for sedimentasjonsserien er vist på fig.35. Den starter med marin leire som kan inneholde skjell av saltvannsdyr. Når havet trekker seg tilbake, vil bassenget etterhvert isoleres. I den fasen da terskelen mellom havet og bassenget ligger omtrent i havnivå, vil det være brakkvann i bassenget, og det kan avsettes brakkvannsedimenter. Etter dette vil bassenget bli til en innsjø der det avsettes lakustrine sedimenter. I mange tilfeller kan innsjøen gro igjen, og det dannes myr. Ferskvannssedimentene blir i så fall overleiret av torv.

Erosjon i marine avsetninger. Det er nevnt at de yngste leirene i Oslofjordområdet delvis ble dannet ved erosjon i det eldste og høyestliggende leirmaterialet. Da leir- og siltavsetningene ble hevet over havnivå, ble det erodert ut raviner i disse avsetningene. Slike ravinelandskap finner vi i stor utstrekning i området rundt Trondheimsfjorden og Oslofjorden (f.eks. på Romerike og rundt Øyeren).

VEGETASJONSHISTORIE OG KLIMAUTVIKLING

Studiet av vegetasjonshistorien i Norge er stort sett basert på pollenanalyser.

Langs sørlige del av Vestlandet finner vi det mest fullstendige bildet av vegetasjonsutviklingen i siste del av Weichsel. Denne delen av landet ble tidlig isfri, og ble også tidlig liggende over havnivå, siden den isostatiske nedpresningen hadde vært relativt liten i området.

På Jæren og Bømlo har undersøkelsene vært basert på forholdet mellom dvergbjørk og trebjørk og på forholdet mellom ulike Salix-typer. Det er funnet spor etter to milde faser med et relativt høyt innhold av trebjørk. Den yngste av disse fasene er korrelert med Allerød, og den eldste hører sannsynligvis med til Bølling. De milde fasene er skilt av en fase med tundra (Eldre dryas) og blir etterfulgt av en tundrafase (Yngre dryas).

I Bergensområdet er det utført fullstendige pollenanalyser fra og med avsetninger fra Eldre dryas. I Eldre dryas og tidlig Allerød dominerte en gress-tundra vegetasjon. I sen Allerød kommer det inn en spredt trevegetasjon der bjørk og seljekyller dominerer. Sommertemperaturen i området under denne fasen er anslått til å være 2-2,5° C lavere enn idag. Under klimaforverringen i Yngre dryas går trevegetasjonen tilbake, og området har igjen preg av tundra.

På Østlandet begynner vegetasjonshistorien i Preboreal, da de høyeste landområdene begynte å stikke opp over havflaten. Fig.36 viser vegetasjonshistorien i Oslo-området. Preboreal tid var

karakterisert ved bjørk. En del furu var allerede tilstede. Selje og vier var også vanlige innslag i vegetasjonen. Plantesamfunnet var preget av lyselskende og relativt varmekrevende urter og busker som trivdes i det forholdsvis gunstige klimaet (etter klimaforverringen i første halvdel av Preboreal) og i de åpne, lyse bjørkeskogene.

I Boreal tid kommer furua inn for alvor (fig.36) og bjørka spiller nå en mindre fremtredende rolle. Klimaet er mildt og tørt. Hassel er et viktig innslag i vegetasjonen. Skogdekket blir tettere, og de lyselskende buskene og urtene blir trengt vekk.

Atlantisk tid representerer sammen med Subboreal tid den Holocene høyvarmetiden. Dette er eikeblandskogens tid, da kuldekjære og varmekrevende lauvtrær som alm, lind, eik og ask etter tur invaderte landet og dannet omfattende skoger i Sør-Norge (fig.36). I Atlantisk tid var klimaet varmt og fuktig mens det i Subboreal tid var varmt og tørt. Alm og or som er de mest karakteristiske treslag i Atlantisk tid, blir etterfulgt av eik og ask i Subboreal. Lind er et viktig treslag i begge disse periodene. Hassel har et nytt maksimum i Subboreal og furu og bjørk kommer sterkere inn i siste halvdel av denne tiden (fig.26).

I Subatlantisk tid har grana vandret inn, og det skjedde en betydelig endring i vegetasjonen på overgangen mellom Subboreal og Subatlantisk tid. Denne omveltningen har sannsynligvis hatt flere årsaker. Den klimaforverringen som fant sted i slutten av Subboreal og ved begynnelsen av Subatlantisk tid (da klimaet ble kjølig og fuktig som idag) har sikkert spilt en stor rolle. Dessuten har utviklingen av jordsmonnet hatt betydning.

Klimavekslinger etter siste istid har hatt betydning for utbredelsen av myrene i Norge. I de fuktige periodene (Atlantisk - Subatlantisk tid) har myrerealene økt, mens myrer har tørket og blitt bevokst med furu i de tørre periodene (Boreal - Subboreal). I mange myrer kan man derfor finne to karakteristiske stubbelag fra de to tørre klimaperiodene (fig.37).

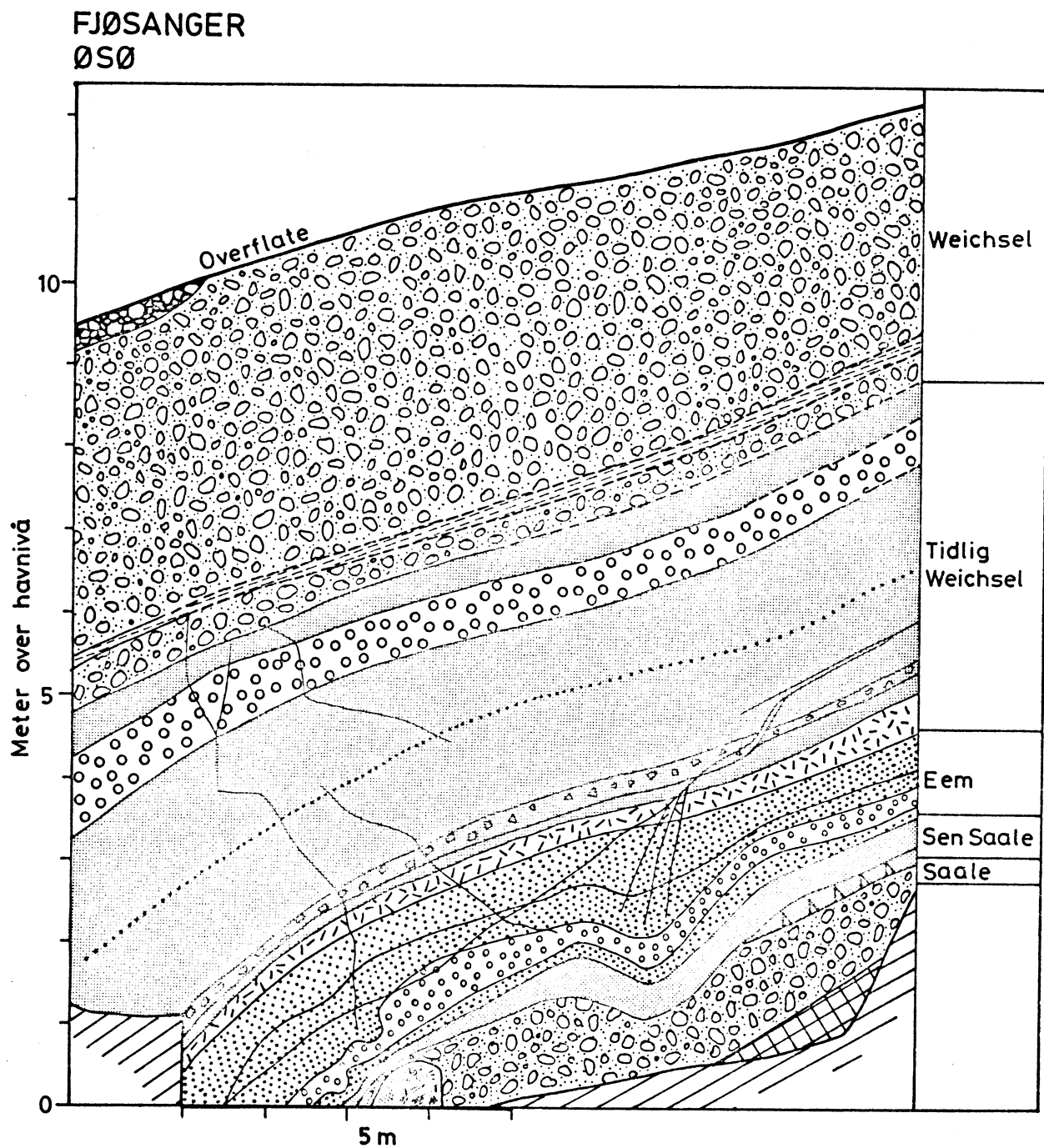


Fig.1 Snitt gjennom avsetninger fra Saale, Eem og tidlig del av Weichsel på Fjøsanger, Bergen. (Etter Mangerud og Sønstegaard 1976)

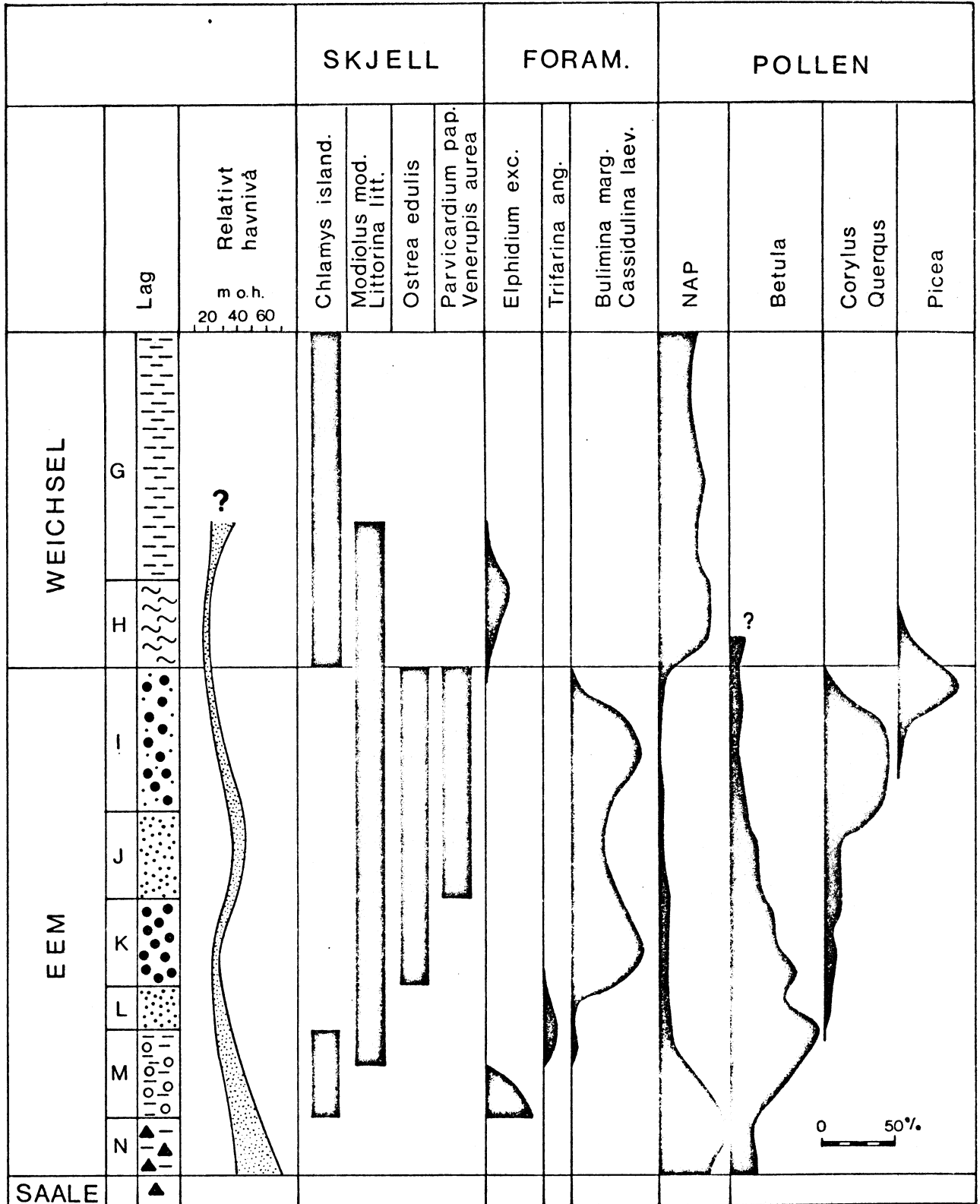


Fig.1 b Utviklingen av dyrelivet i sjøen (skjell og foraminiferer), og vegetasjonen på land (pollen) i Eem (lag N - I) og Tidlig Weichsel (lag G - H), ved Fjøsanger, Bergen.
(Etter Haldorsen, Mangerud, Sejrup & Sønstegaard 1978).

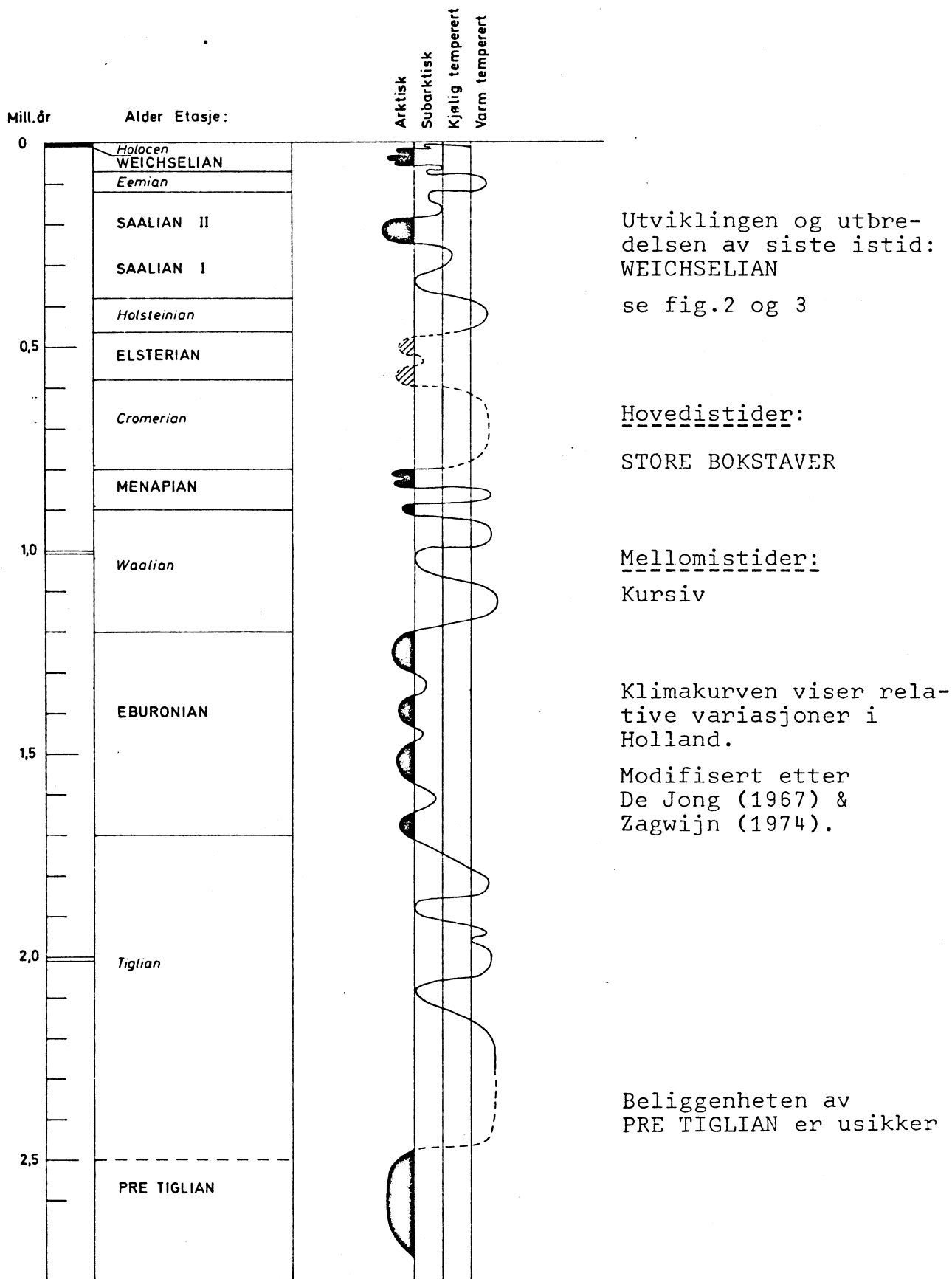


Fig.1 c Inndeling av Kvartærtiden i Nord-Europa.

Hovedsakelig basert på vegetasjonsutviklingen, samt variasjoner i mikro- og makrofossiler i havet, sedimentasjonsforhold og geomagnetiske variasjoner gjennom de siste 2.5 - 3 mill år.

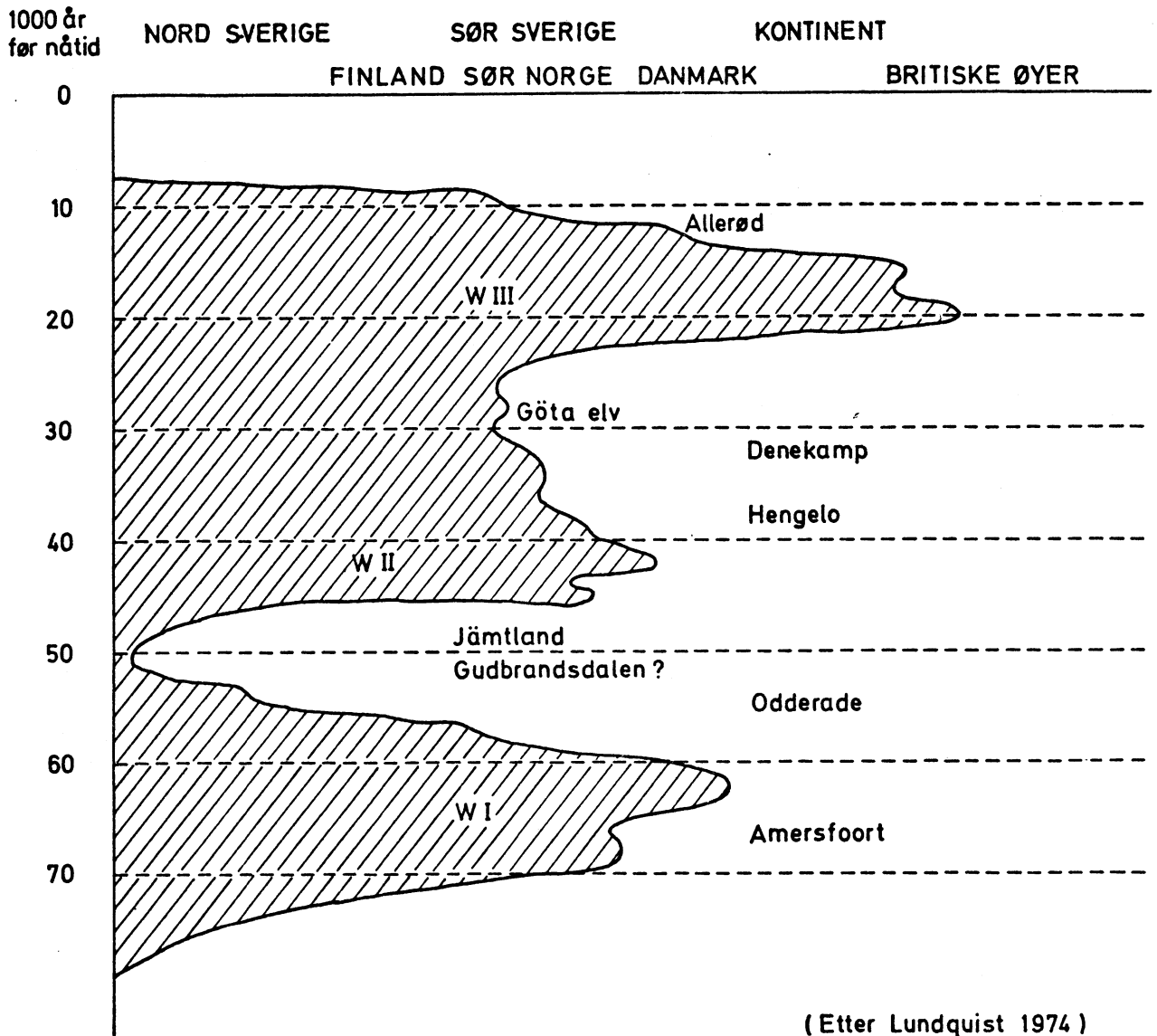


Fig.2 b Innlandsisens utbredelse i Nord-Europa gjennom siste istid.

Nyere dateringer av Mamutfunn fra Gudbrandsdalen tyder på at Gudbrandsdalen interstadial er samtidig med Jämtland interstadial.

Andre funn av sub-morene sedimenter i Sør-Norge kan også stamme fra Götaelv interstadial.

Brebevegelsene under de forskjellige faser av Weichsel (W I _ W II & W III) er vist på fig.5.

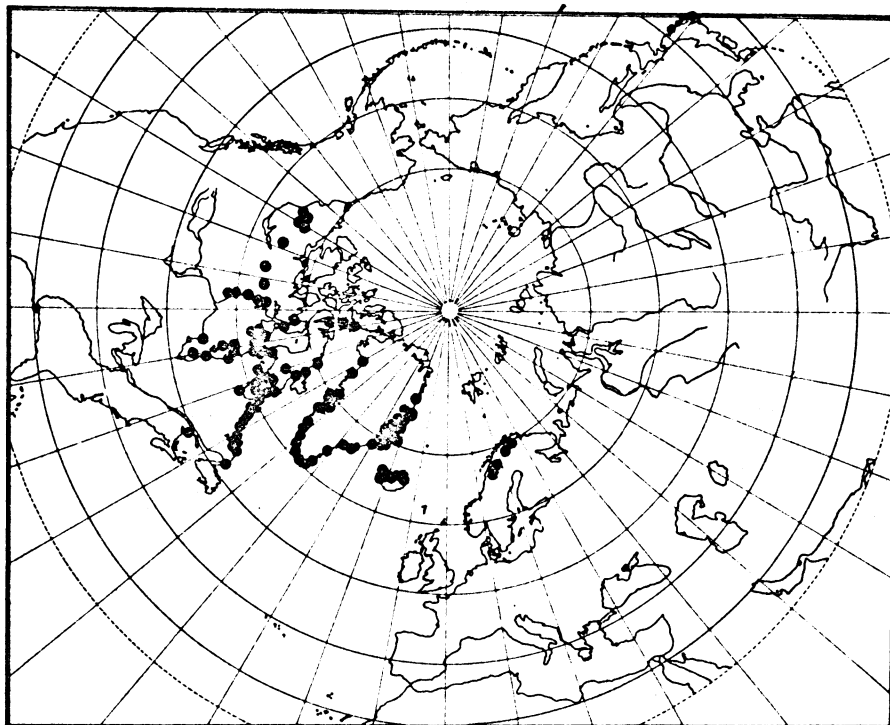


Fig.4 Utbredelsen av brannmyrklegg (*Pedicularis flammea*). Dette er en grønlandsk-amerikansk (vest-arktisk) art med nordlig unisentrisk utbredelse i Skandinavia (Etter Gjærevoll 1973).

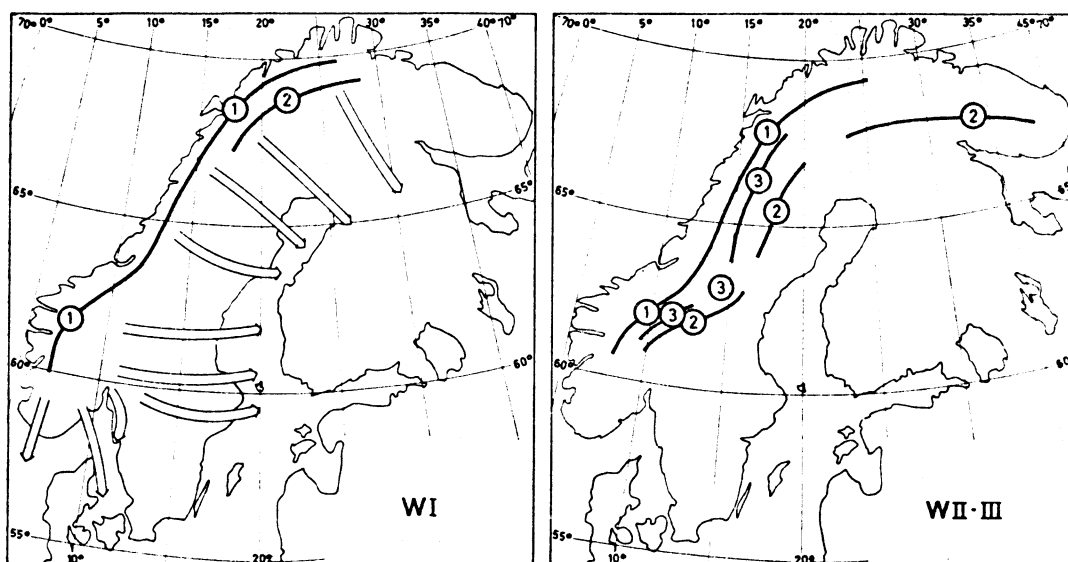


Fig.5 Skjematisk framstilling av isskillene gjennom første del av Weichsel (W I, 70 000-50 000 år før nåtid) og de to siste hovedfasene av Weichsel (W II, 50 000-30 000 år før nåtid og W III, 30 000-10 000 år før nåtid). (Etter Lundqvist 1974).

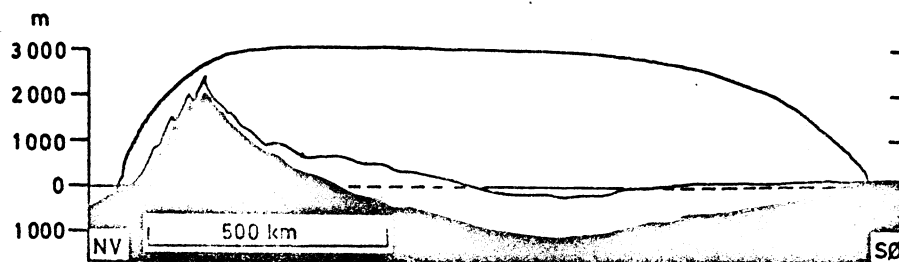


Fig.6 Konstruert profil gjennom det skandinaviske isskjoldet. Nedtrykningen av landmassene er antydnet. (Etter Flint 1971).

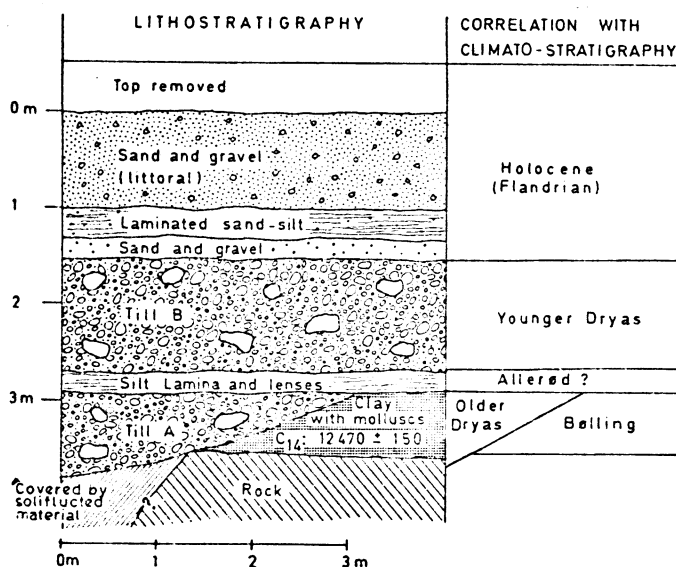


Fig.7 Stratigrafien gjennom en skjæring i Sandviken, Bergen. Lokaliteten ligger ca 8-10 moh. (Etter Mangerud 1970).

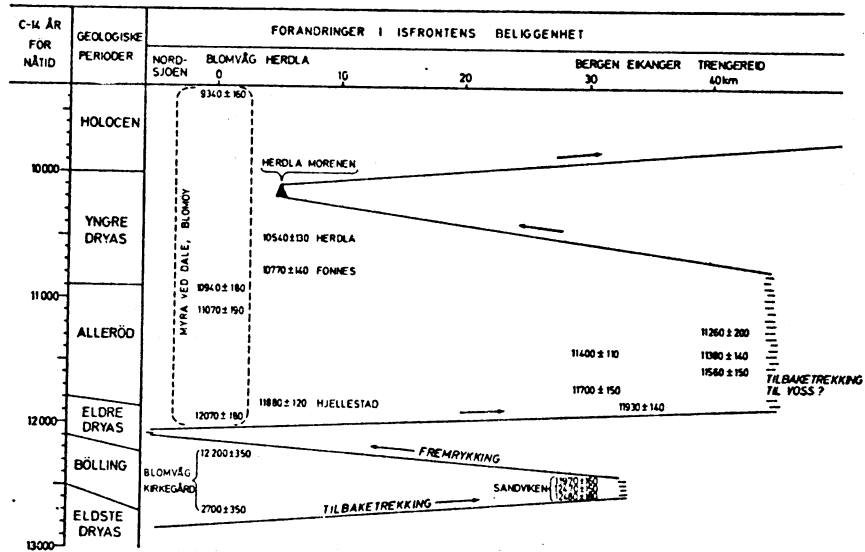


Fig.8 Forandringer i beliggenheten av brefronten i Hordaland i siste del av Weichsel. Aldersdateringer som har dannet grunnlaget for konstruksjonen av kurven er påført figuren. (Etter Mangerud 1973).

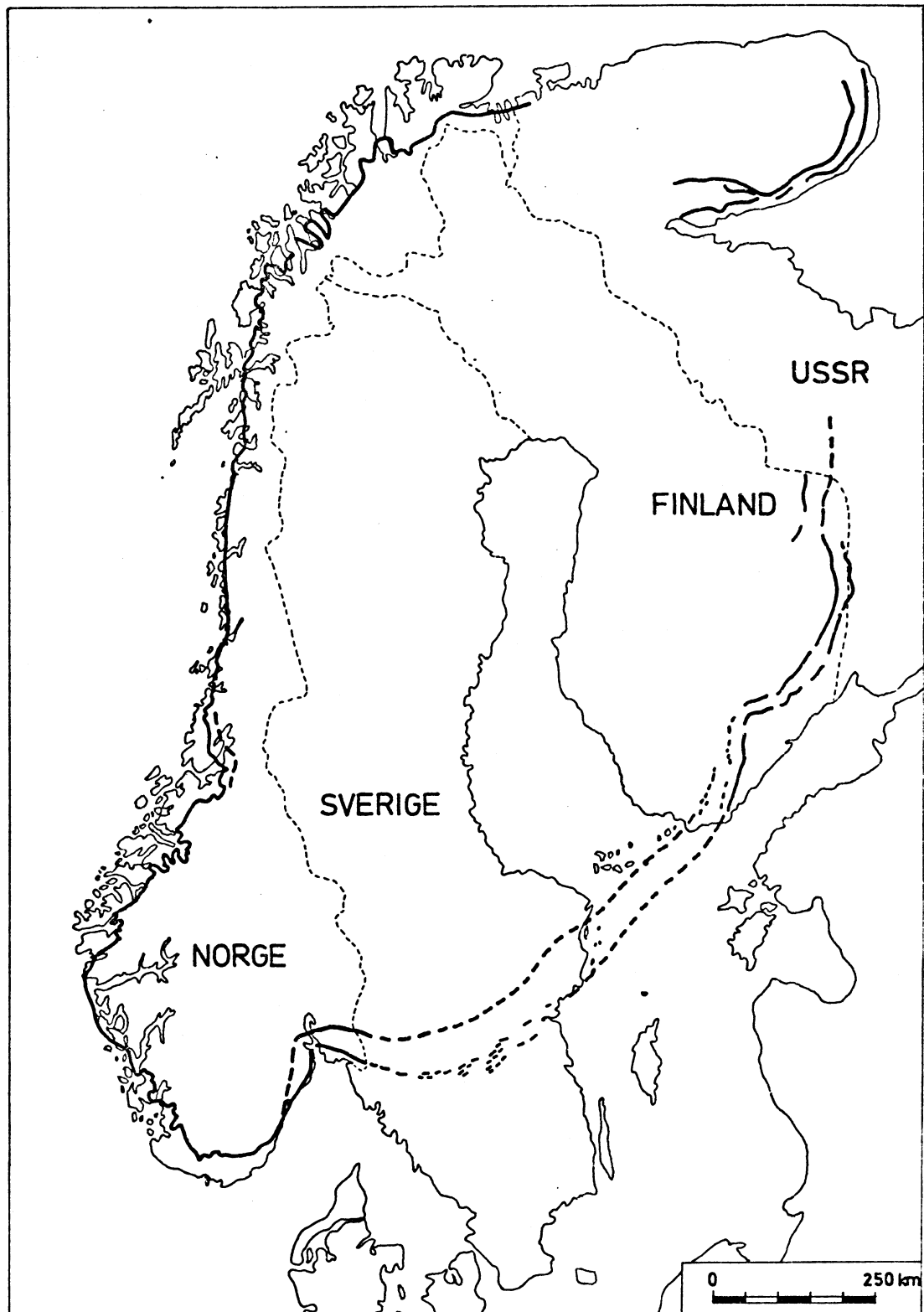


Fig.9 Israndavsetninger fra Yngre Dryas i Skandinavia (angitt ved tykke streker). I Finland kalles avsetningene "Salpaussälkä" og i Sverige "De mellomsvenske morener". (Modifisert etter Sollid og Sørbel 1975, Andersen 1976, Sørensen 1979).

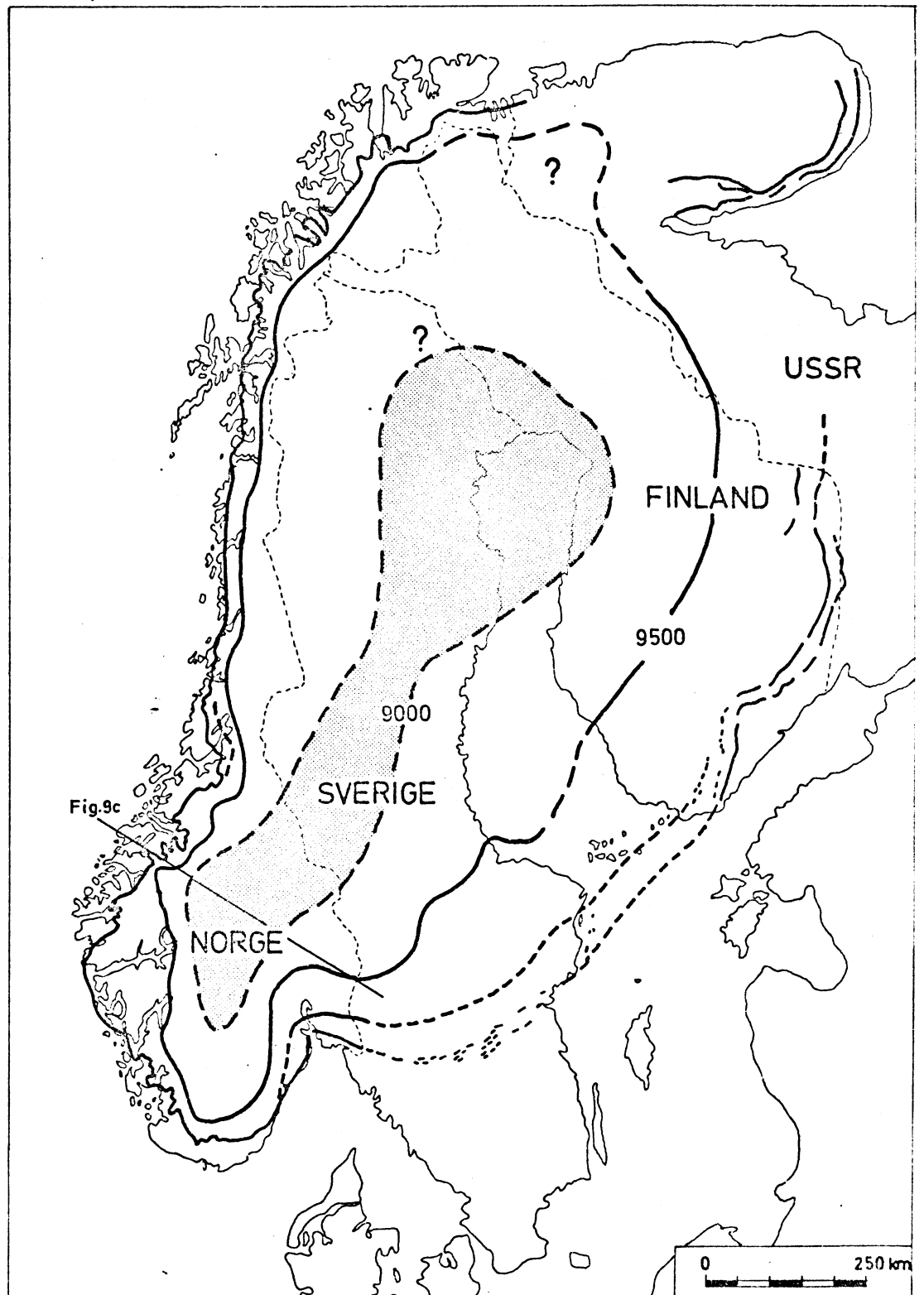


Fig.9 b Utbredelsen av innlandsisen i Skandinavia under avsmeltingen, Preboreal: 9 500 - 9 000 år før nåtid
 Hovedsakelig etter kilder i BOREAS vol 9: s.77-256
 Finland: Hyvärinen (1973) & Donner (1969)
 Sverige: Lundqvist (1961)

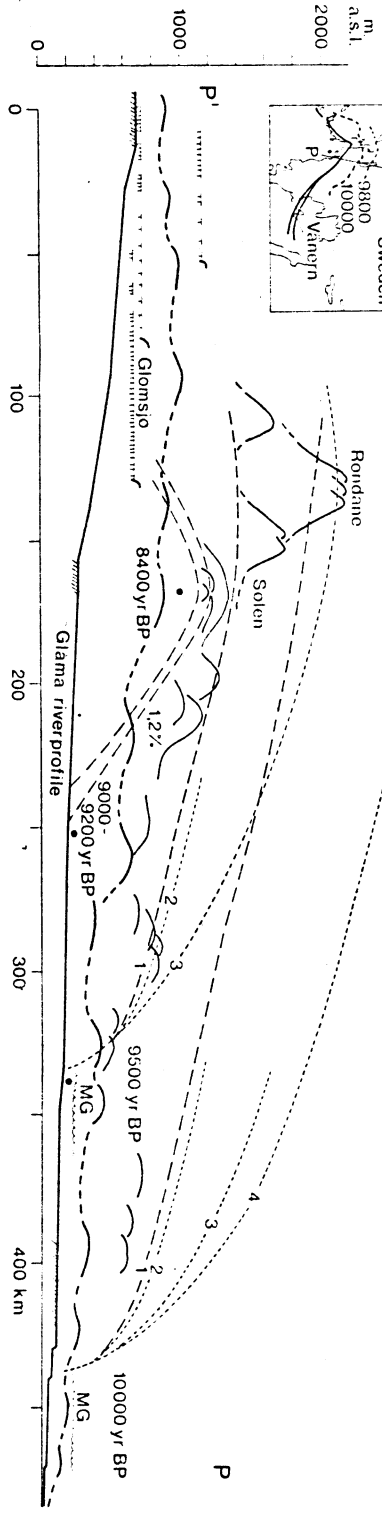
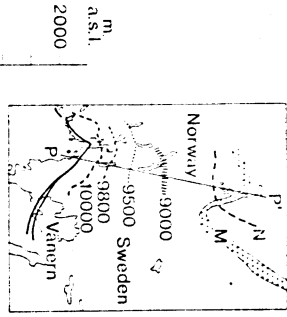
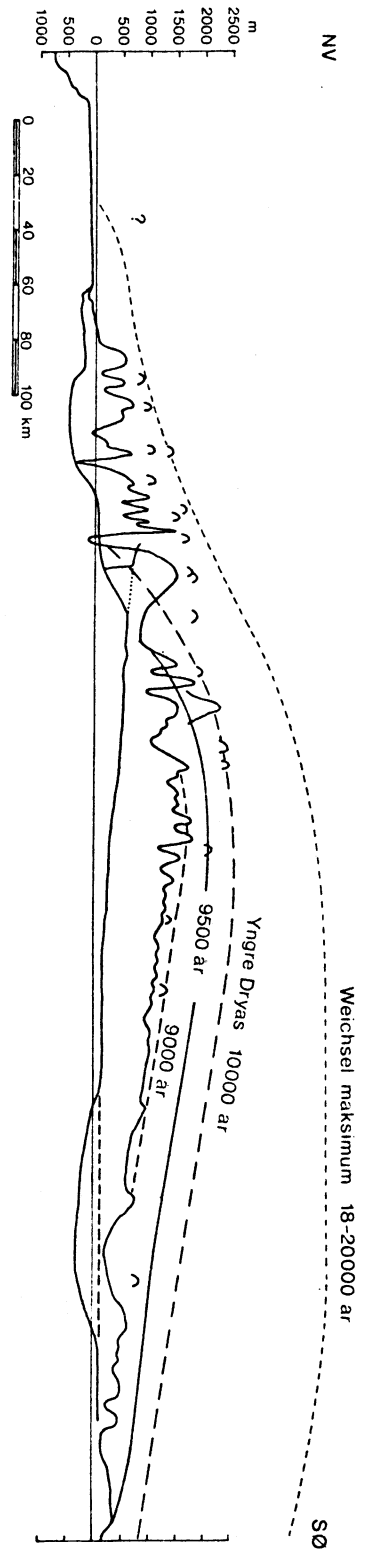
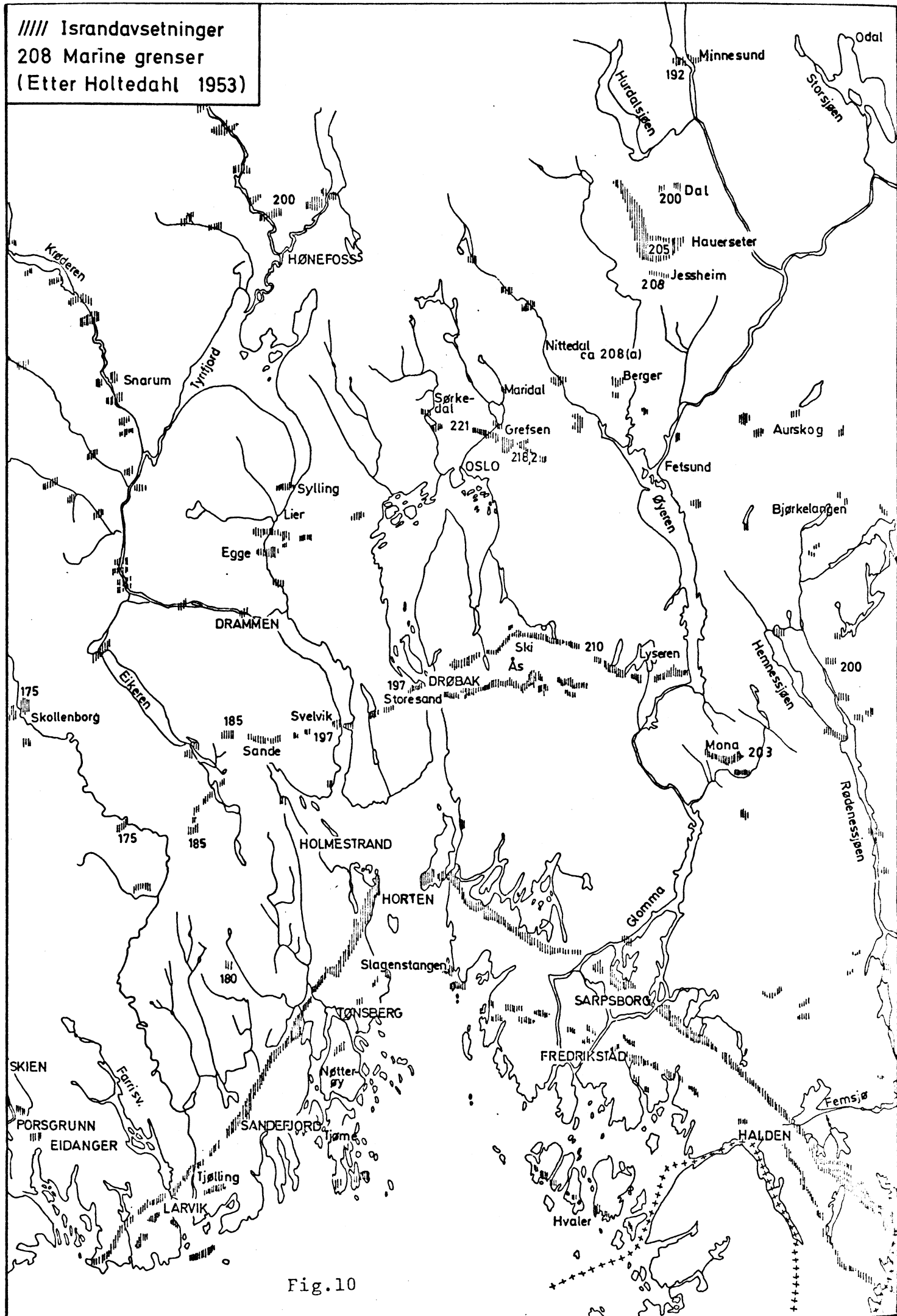


Fig. 9 c Brepprofiler fra Sør Norge

A. Fra Romsdal til Kongsvinger, se. fig. 9 b

B. Fra Røros til As.

Sammenstilt av Sørensen 1979.



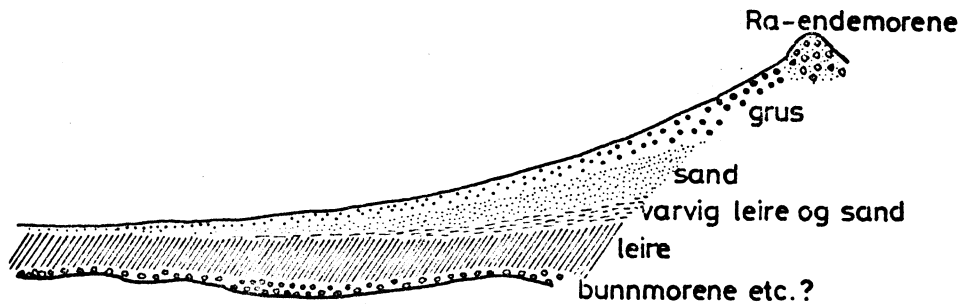


Fig.14 Skjematisk lengdesnitt gjennom sandurdeltaterrassen i en typisk Sørlandsdal. (Etter Andersen 1960).

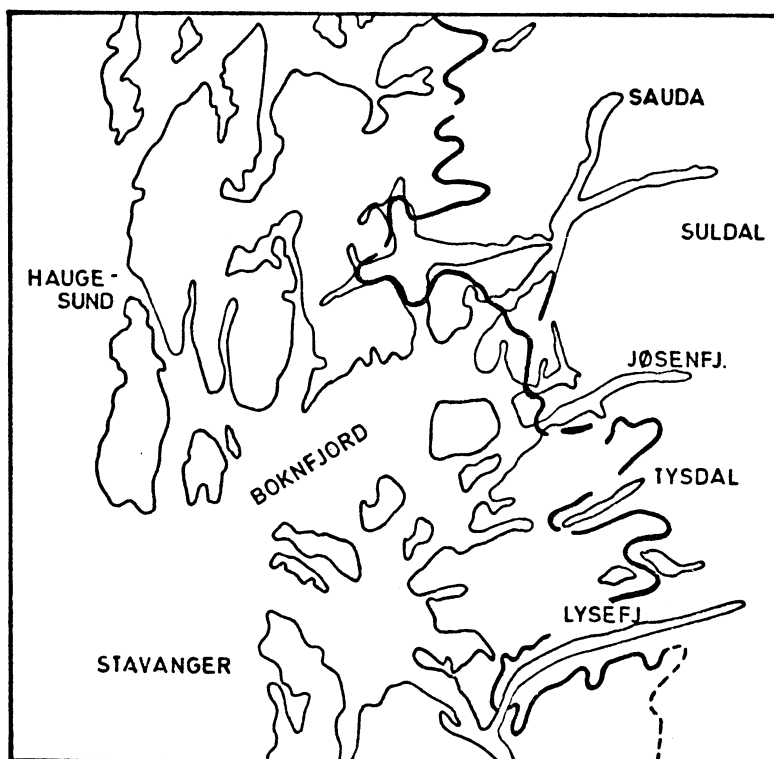


Fig.15 Avsetninger fra Yngre dryas i Ryfylke (angitt med tykk strek). (Etter Andersen 1954 og Anundsen 1972).

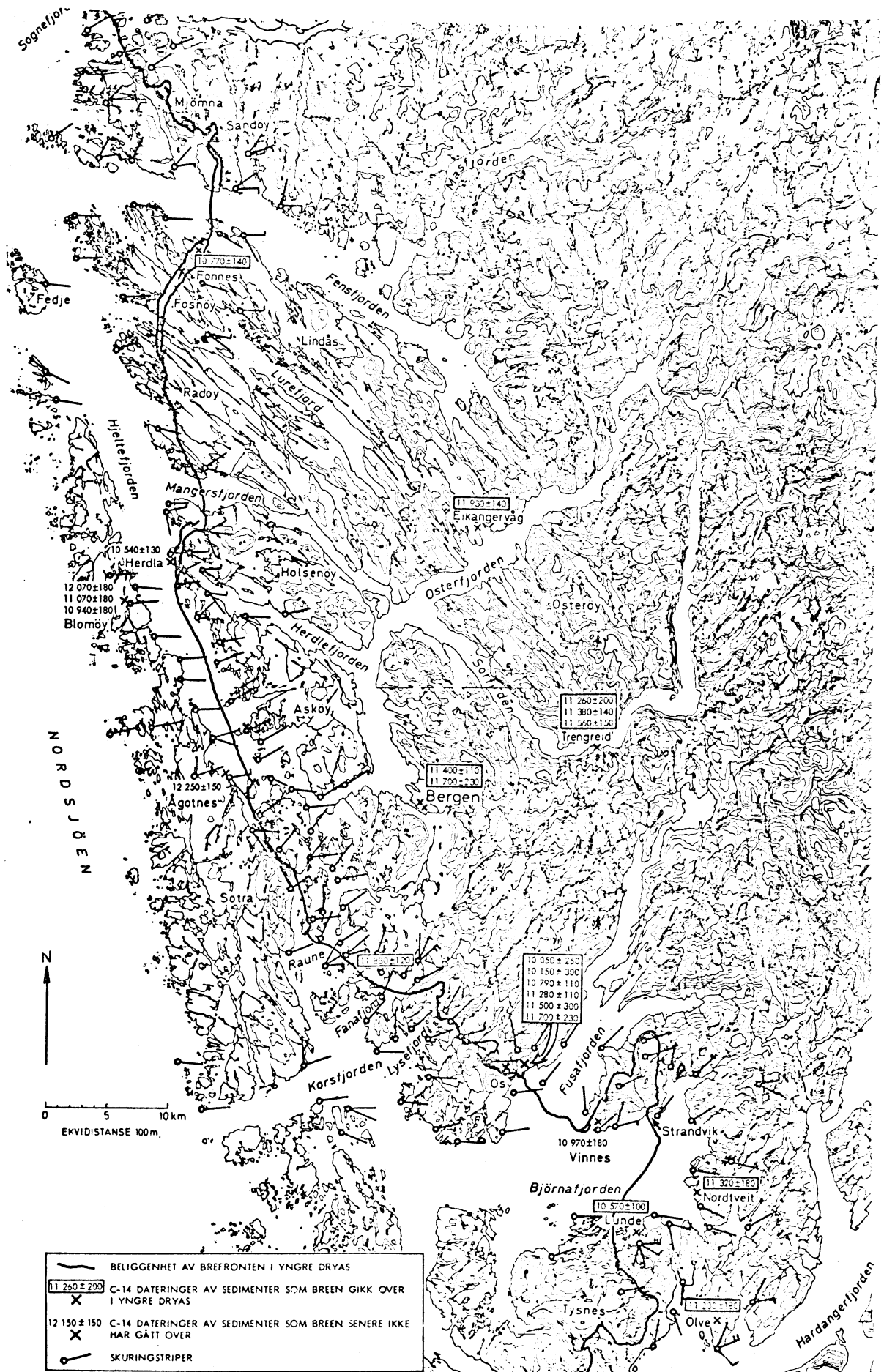


Fig.15 Kystområdene mellom Hardangerfjorden og Sognefjorden med beliggenheten for avsetninger fra Yngre dryas i dette området. (Etter Aarseth og Mangerud 1974).

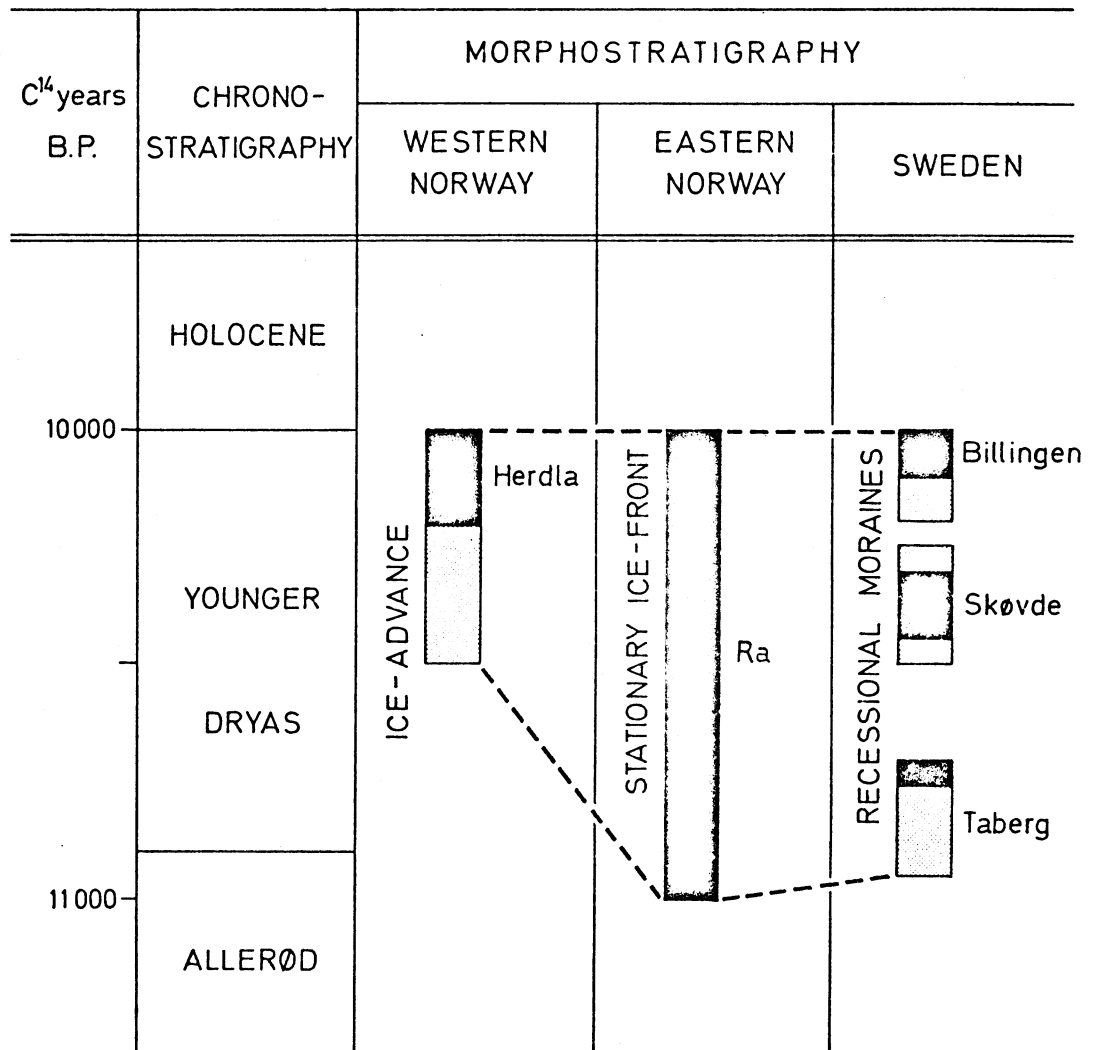


Fig.17 Sammenligning av alder for breframstøtene i Yngre dryas på Vestlandet, Østlandet og i Sverige. (Etter Aarseth og Mangerud 1974)

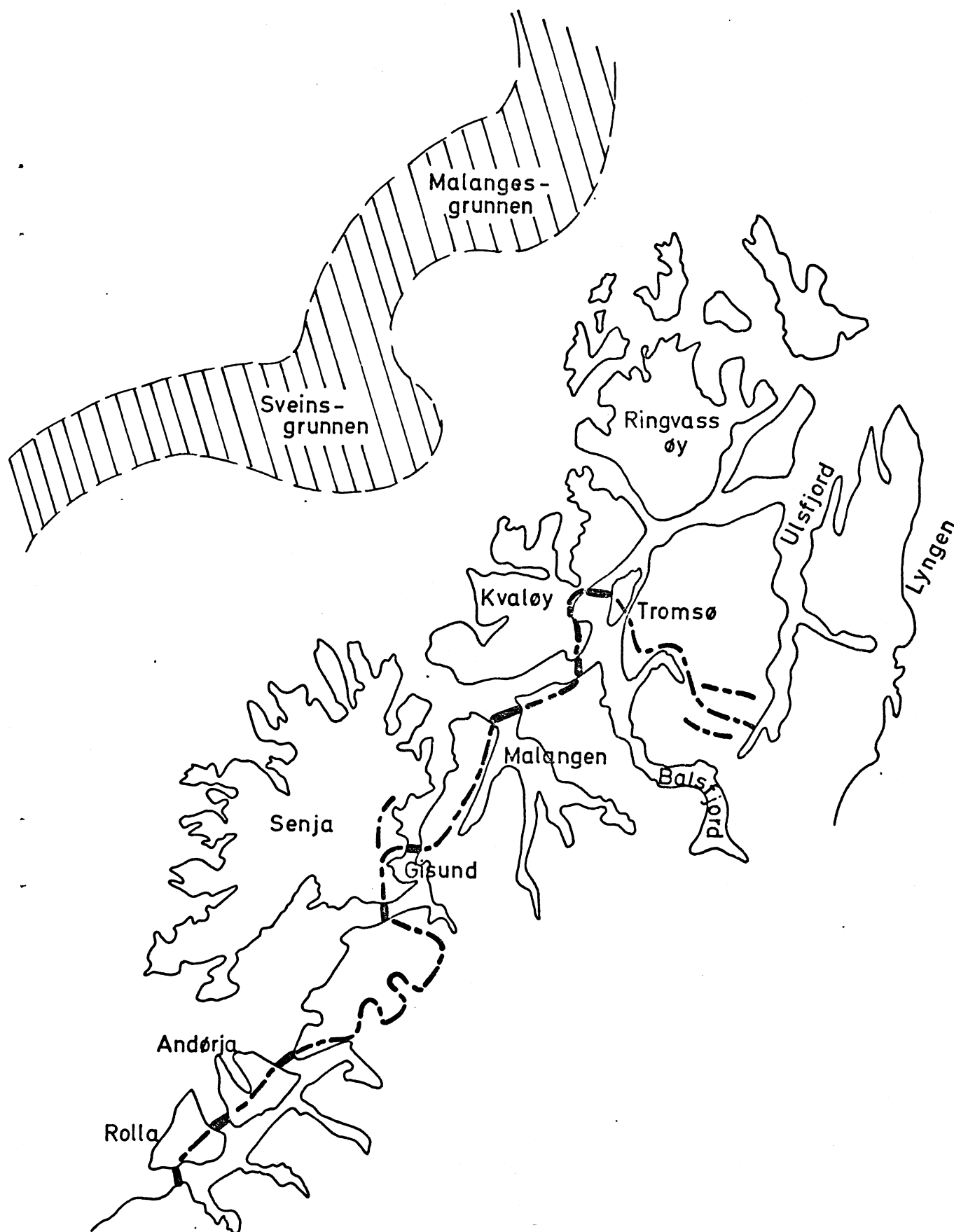


Fig.18 Randavsetninger fra Tromsø - Lyngen-trinnet i Troms. (Alder Yngre dryas og sannsynligvis Allerød). Skraverte områder utenfor kysten viser beliggenheten av Egga-morenene som regnes med til Weichsel maksimum. (Etter Andersen 1968).

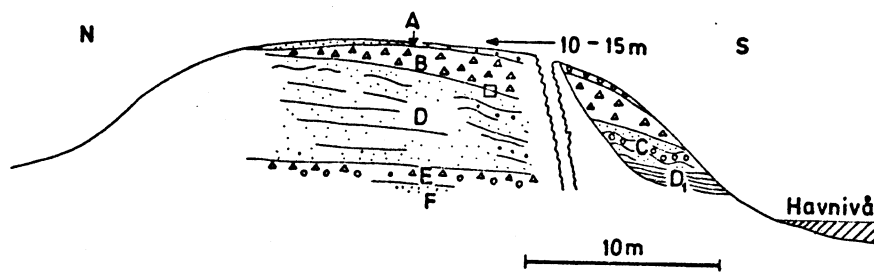


Fig.19 Snitt gjennom en endemorene på Tromsø som hører til Tromsø - Lyngen-trinnet. (Etter Andersen 1968).

- A: Strandvasket grus med mange store flyttblokker.
- B: Blokkrik morene med noe leire.
- C: Glacifluvialt grus og sand, sterkt foldete lag i øvre del. Spredte fragmenter av Astarte elliptica, Chlamys islandicus, Mya truncata, Macoma calcarea, Hiatella artica og Balanus sp. ble funnet i lagene. De ble C-14 datert til 11 500±350 år før nåtid (T-112).
- D: Lagdelt marine sand, godt sortert. De øvre lagene er foldet.
- D₁: ½ m lagdelt silt og leire, med hele skjell av Portlandia arctica, Leda pernula, Thyasira flexuosa og Nucula tennis. Seksjon D₁ er sannsynligvis yngre enn lag E.
- E: Glaci-marin blåleire med spredt stein og skjell av de samme arter som i lag C. De fleste skjellene var hele. C-14 alderen på skjellene er 11.480±150 år for nåtid (T-436 B).
- F: Middelskornig sand.
- Store prikker angir den stratigrafiske beliggenhet av C-14 daterte prøver.

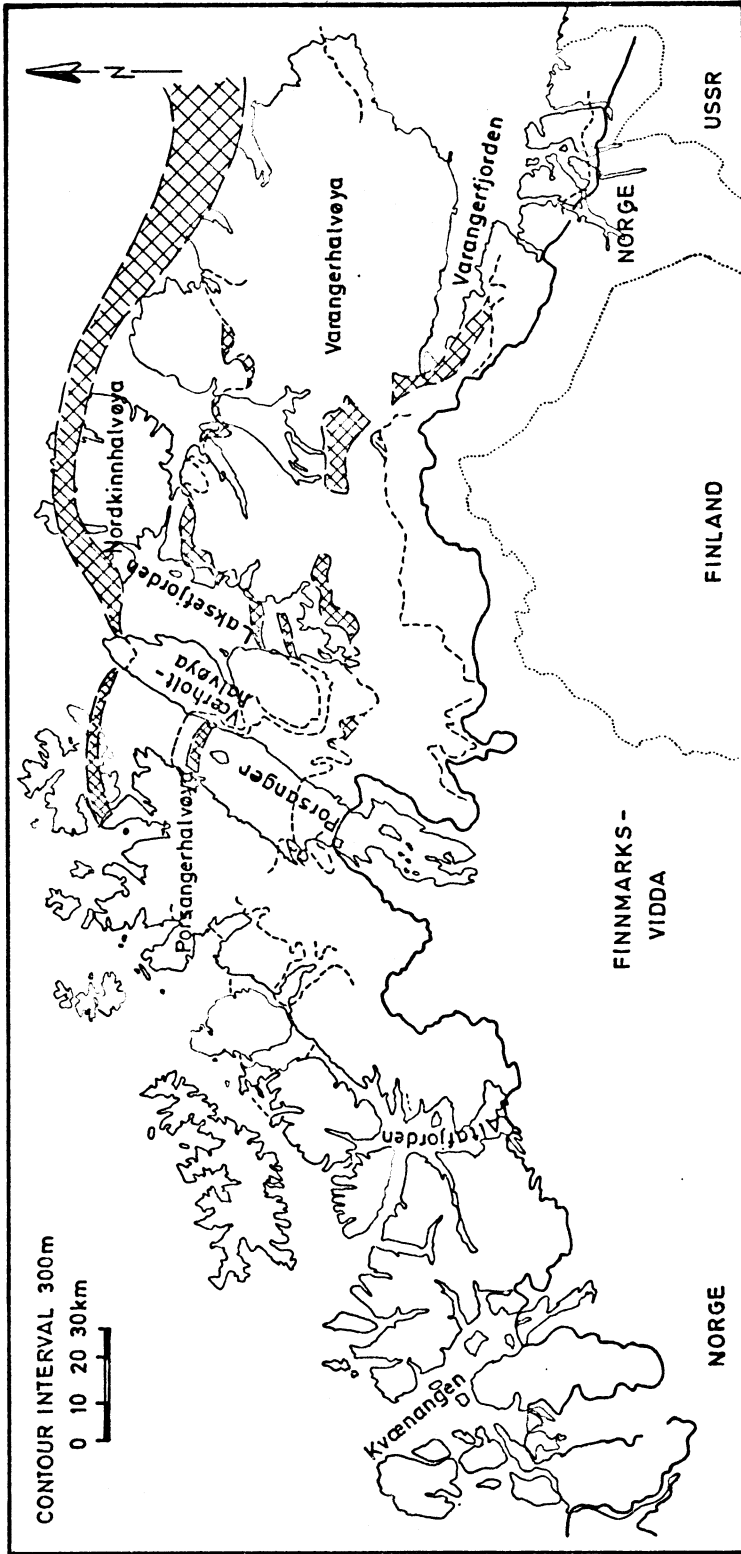


Fig.20 Beliggenheten av Tromsø - Lyngen-trinnet i Finnmark. Beliggenheten av eldre trinn er antydnet. (Sollid m.fl. 1973).

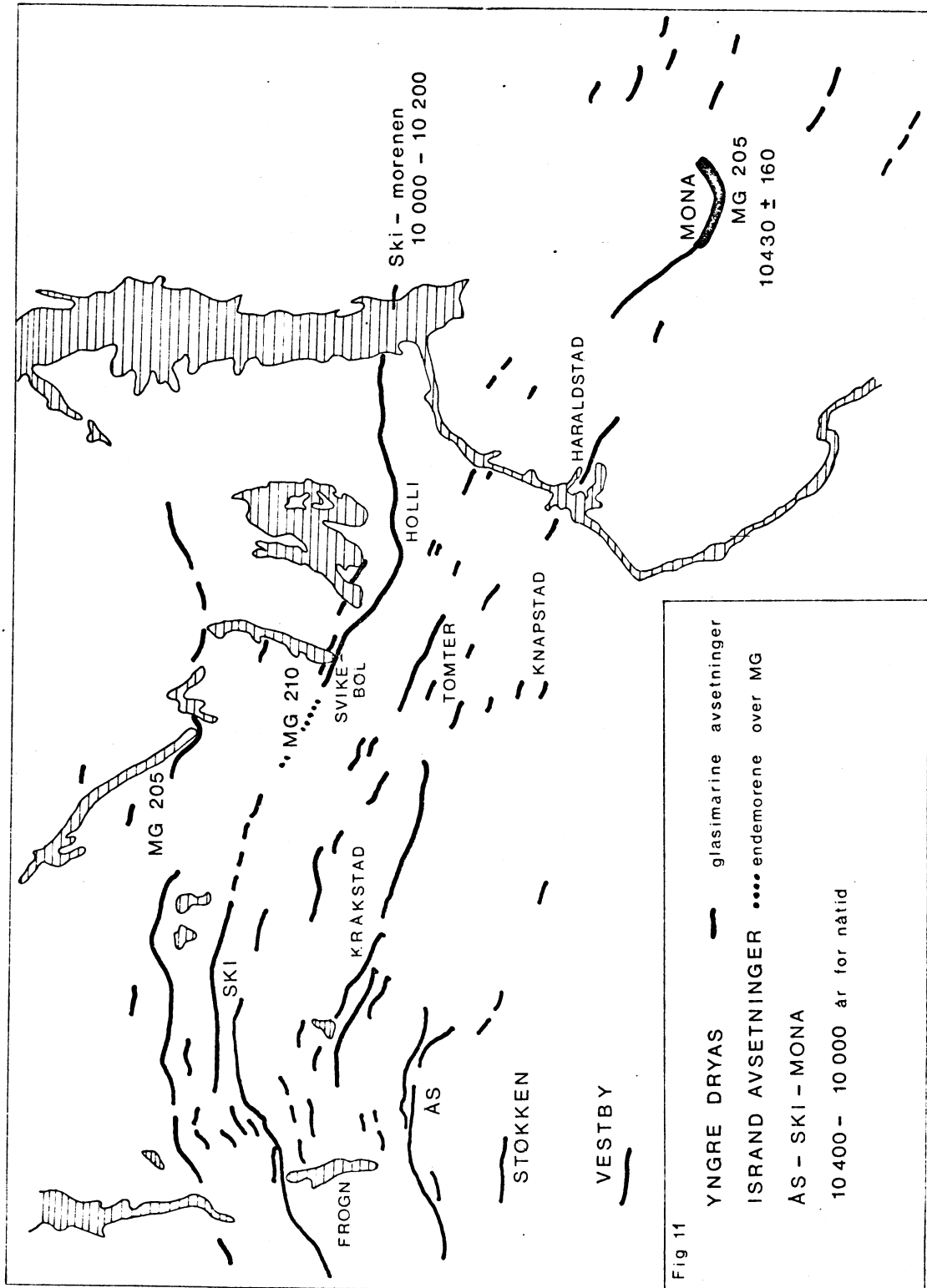


Fig.11 Morenerygger / israndavsetninger i Ås - Ski - Mysen-området
(Etter Rosenfeld 1978, Sørensen 1979)

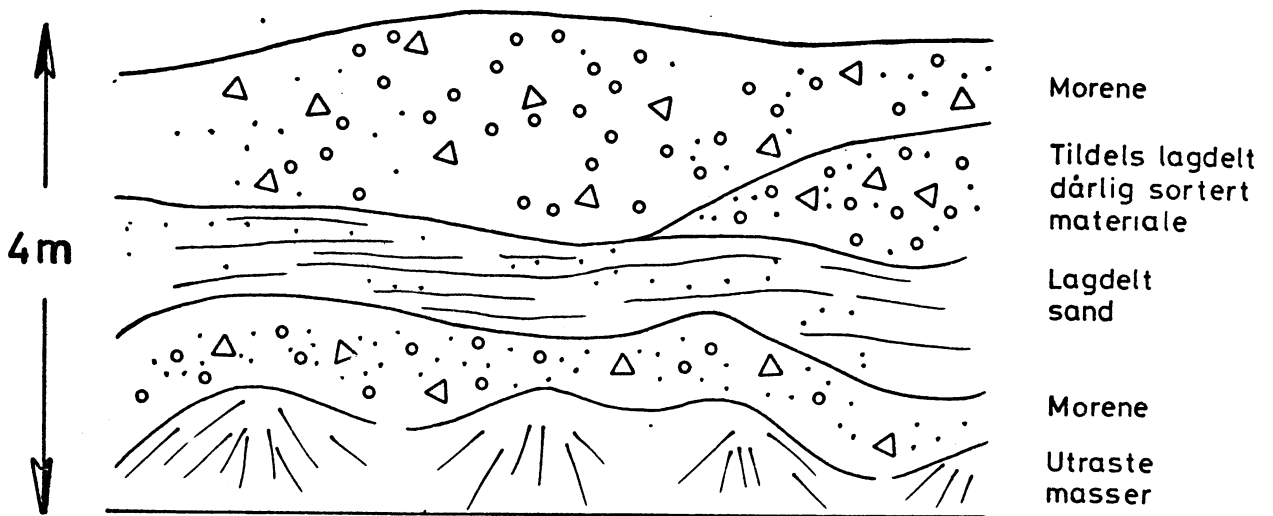


Fig.12 Snitt gjennom moreneryggen ved Haugland i Ski. Ryggen ligger nord for hovedryggen gjennom Ski. Det regnes med at dette er et relativt typisk tverrsnitt gjennom de Preboreale moreneryggene i området.

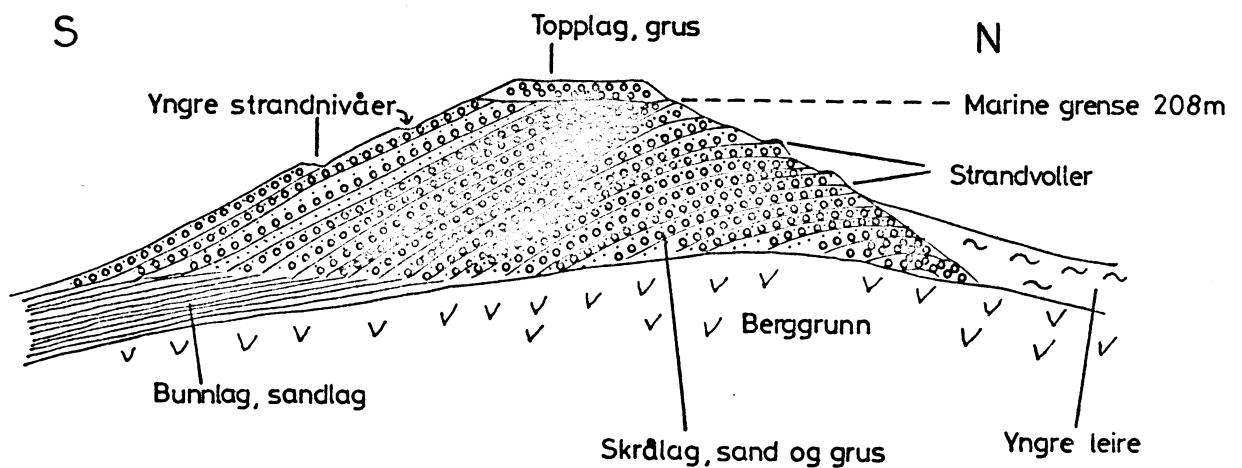




Fig.13 Skjematisk snitt gjennom Mona-ryggen på Mysen. Hele ryggen har en høyde på ca 50-60 m.



Fig.21 Rekonstruksjon av tilbaketrekningen av breen over Romerike. 1. Berger-trinnet (B); 2. Jessheim-trinnet havnivå 208 m (J); 3. Hauerseeter-trinnet, havnivå 205 m (H); 4. Dal-trinnet, havnivå 200 m (D); 5. Minnesund-trinnet, havnivå 192 m (M).
 Horisontale linjer: sjø; Åpen skravering: bre; Tett skravering: begravet dødis; Prikket: breelvavsetninger over havnivå; Tykke, brutte linjer: noen av hovedløpene for breelvene; Svart: oppstikkende fjellområder (berggrunn hovedsakelig). E - Eidsvoll, T - Tangen.
 (Etter Holtedahl 1924)

EIDFJORD-OSA-stadiets breerand
The Glacier Border of the EIDFJORD-OSA Stage

 Havnivå ved breframstøtet } ca. 120 m
Sea level at the ice advance

 Brerandavsetninger
Moraine ridges

 Isskuring
Glacial striae

Ekvidistanse } 120 m
Contour interval

0 1 2 3 4 5 km

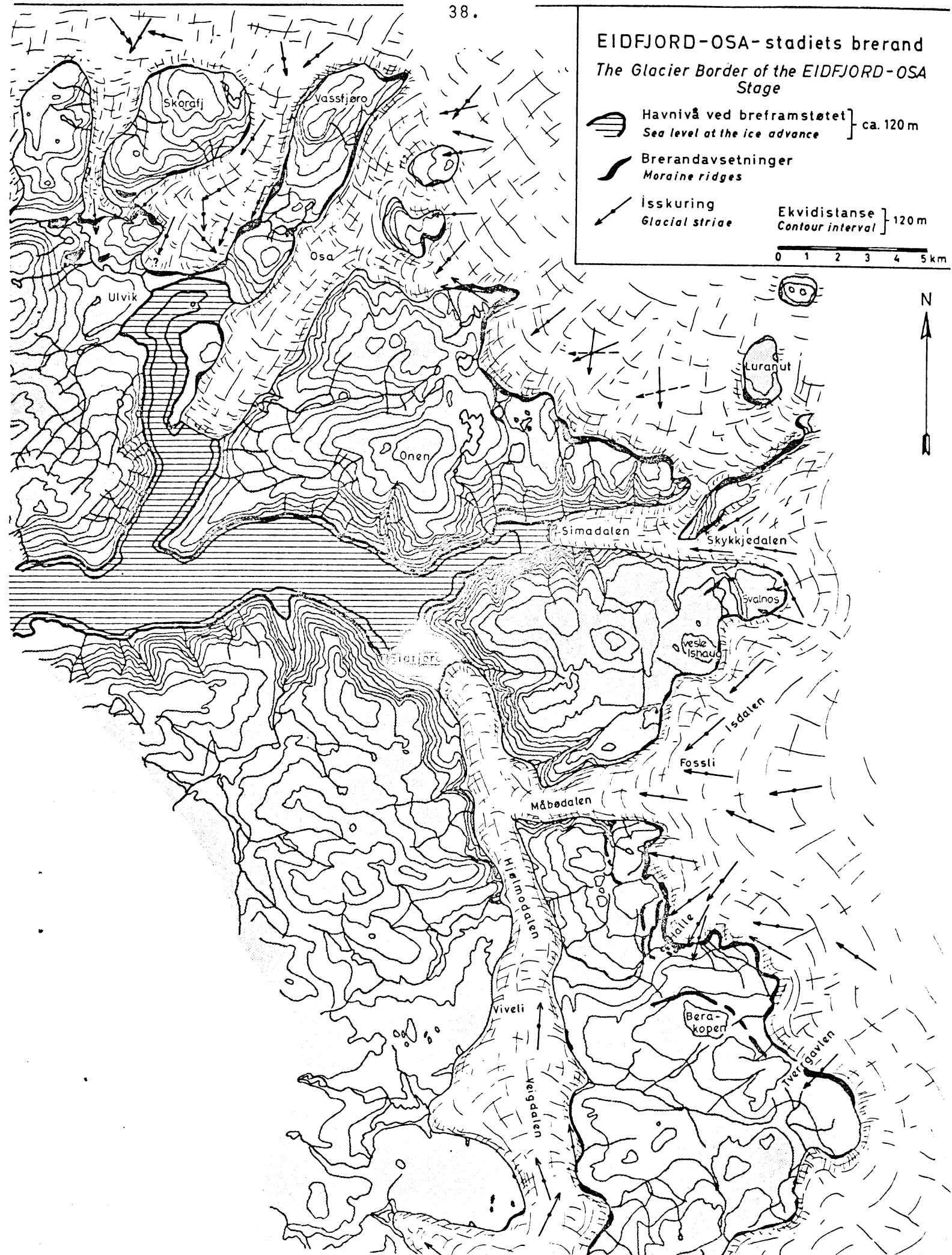


Fig. 22 Antatt beliggenhet for breene i indre deler av Hardangerfjorden under Eidfjord - Osa-stadiet. (Etter Anundsen og Simonsen 1968).



Fig.23 Isranddeltaet i Eidfjord. Foran isranddeltaet i dagens havnivå holder elva på å bygge ut et fluvialt delta (Etter Holmsen 1971).

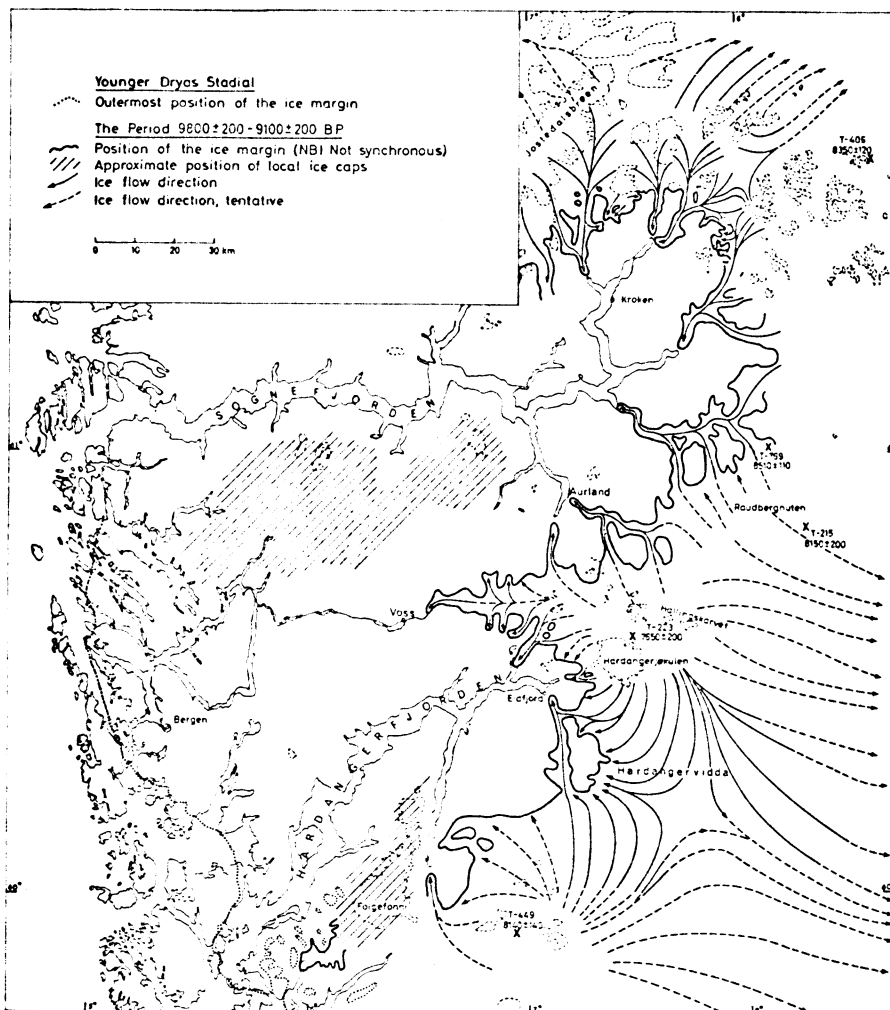


Fig.24 Beliggenheten av brefronten i områdene omkring Hardangerfjorden og Sognefjorden i Preboreal. (Etter Vorren 1973).

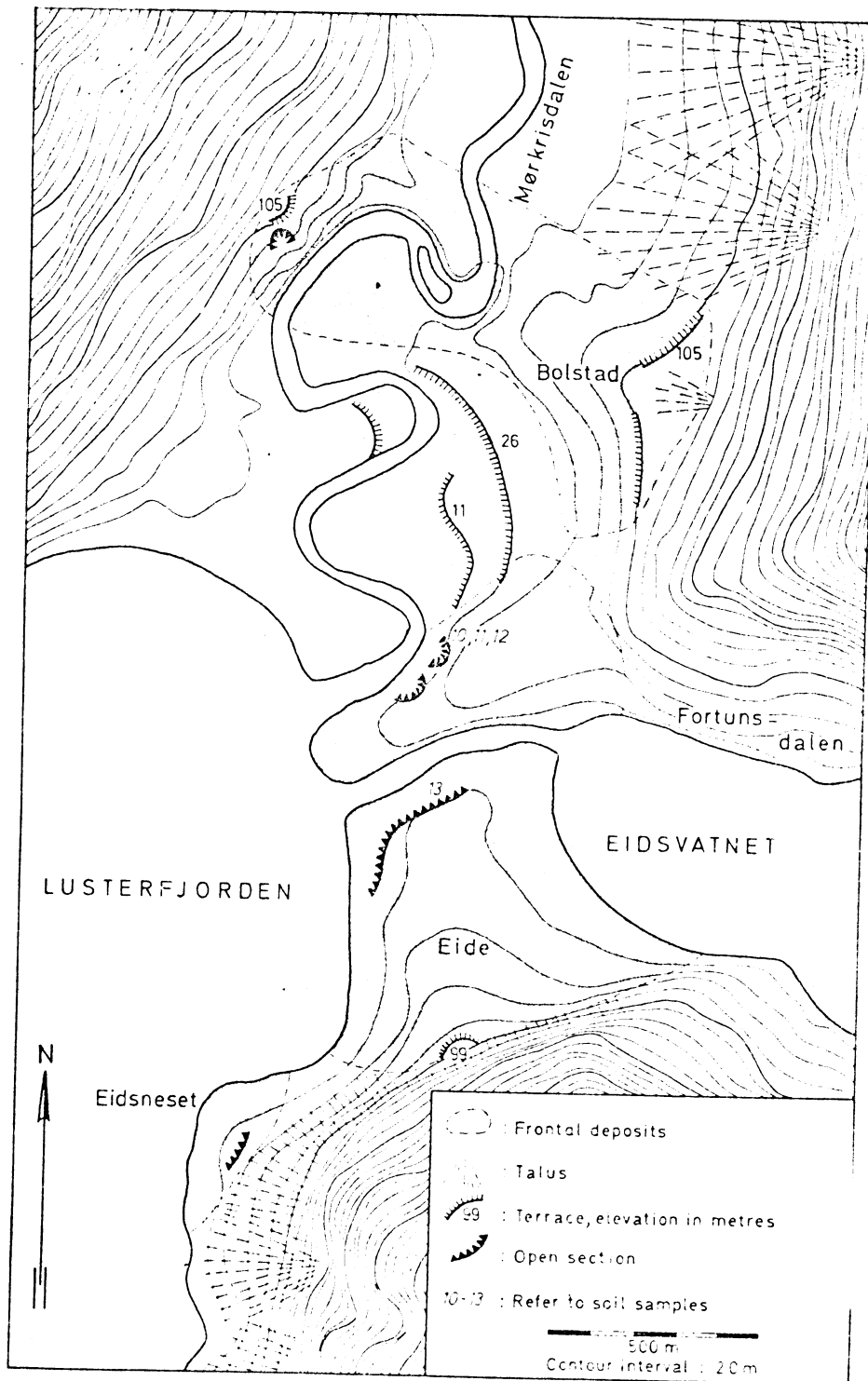


Fig.25 Preboreale avsetninger fra Gaupne-stadiet innerst i Lusterfjorden. (Etter Vorren 1973).

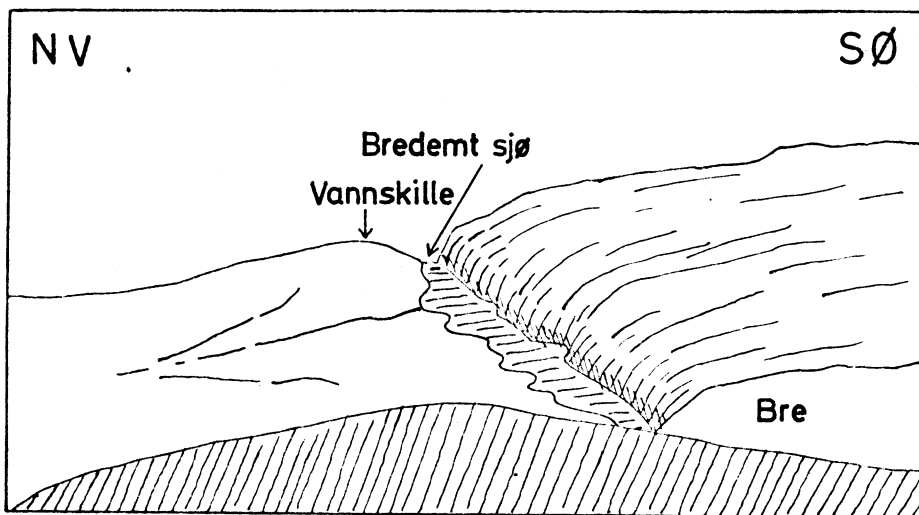


Fig. 26 Oppdemningen av bresjøer mellom breen og vannskillet i Skandinavia. Bresjøen har avløp vestover gjennom det laveste passpunktet over vannskillet.

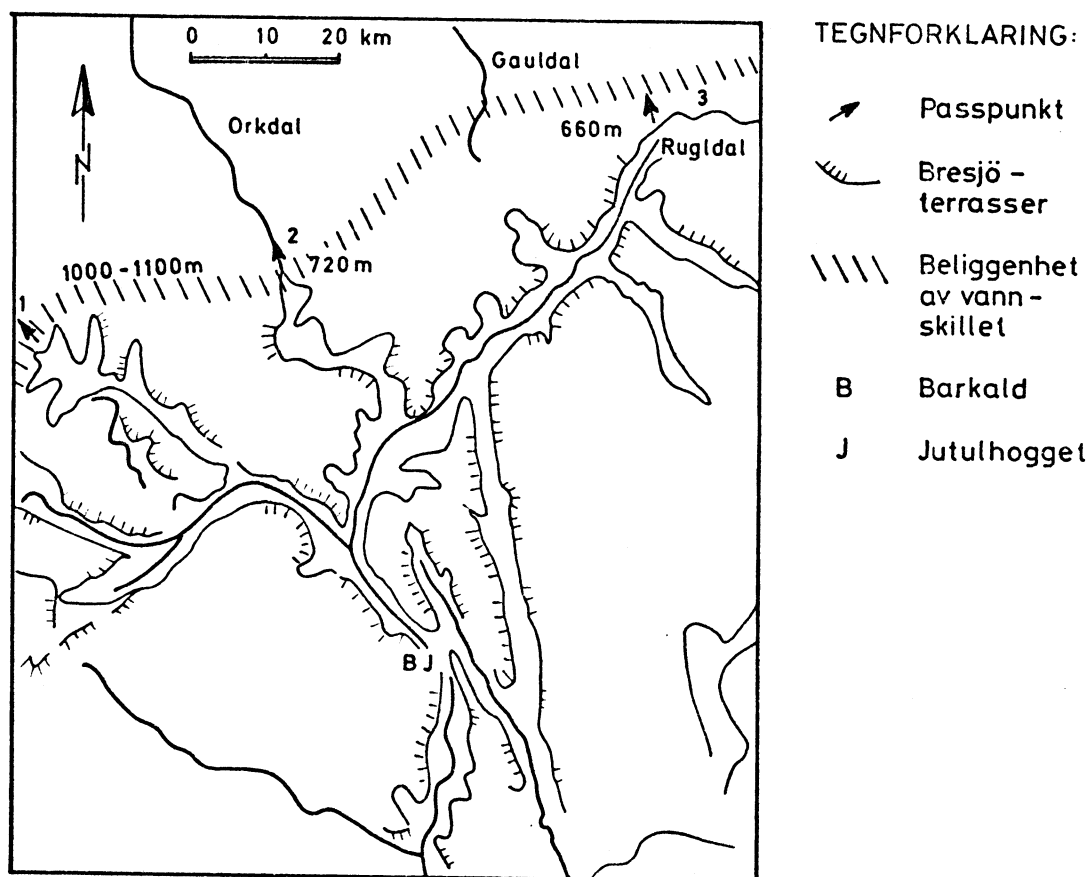


Fig. 27 Bresjøterrasser og dreneringsveier for bresjøene i Tynset-området. (Etter Andersen 1969).

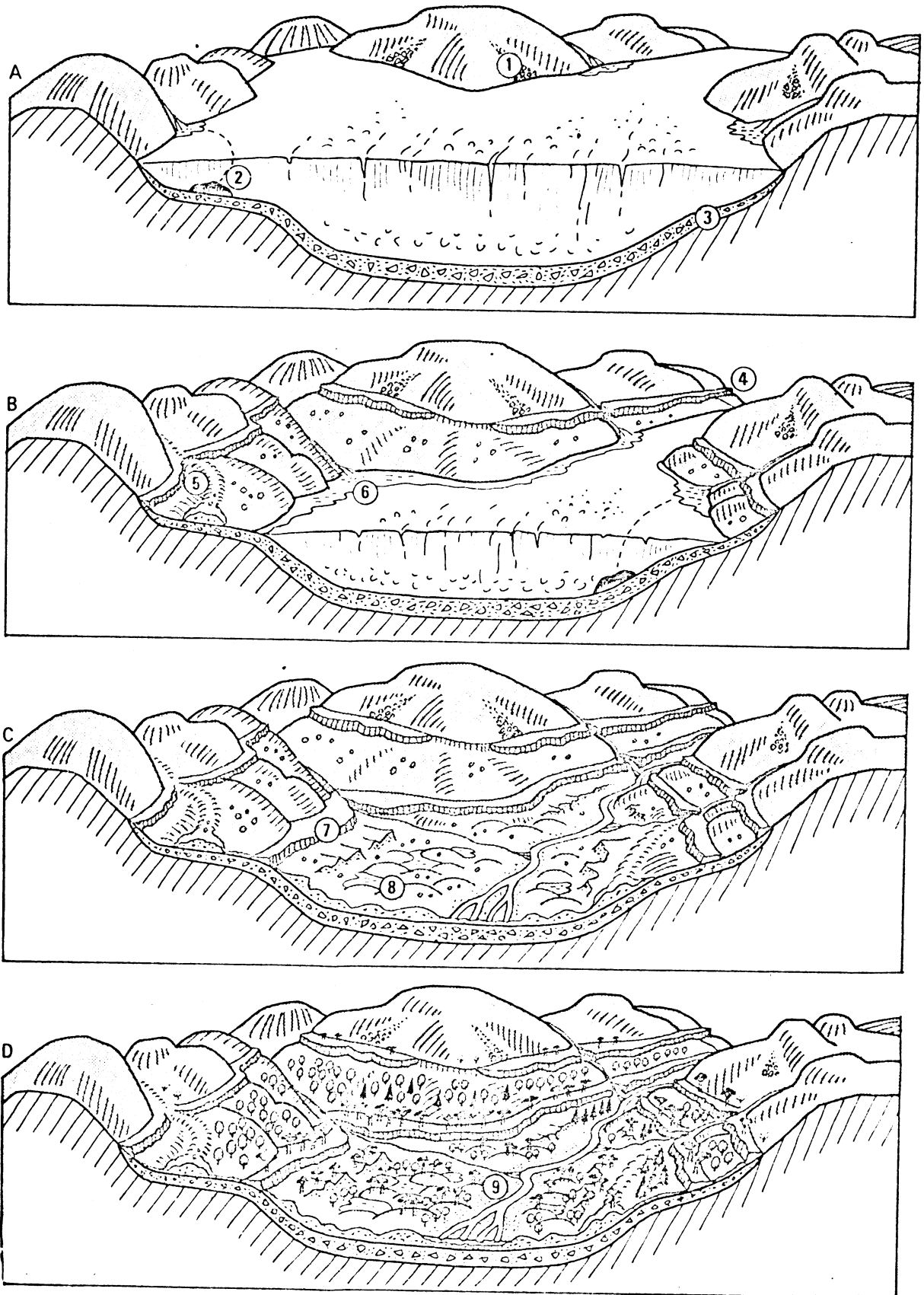
Isen smelter ned

Fig.28 Prinsippet for dannelsen av et dødislandskap i en dal.
 1. Grusvifte, 2. Sublateralt smeltevannsløp, 3. bunnmorene,
 4. laterale terrasser, 5. Sublateral esker, 6. lateral
 bresjø, 7. lateral terrasse i lavere nivå, 8. kames og
 ablasjonsmorenehauger, 9. elveavsetninger.
 3 er avsatt før og 9 etter avsmeltingen. (Etter Skjeseth
 1976).

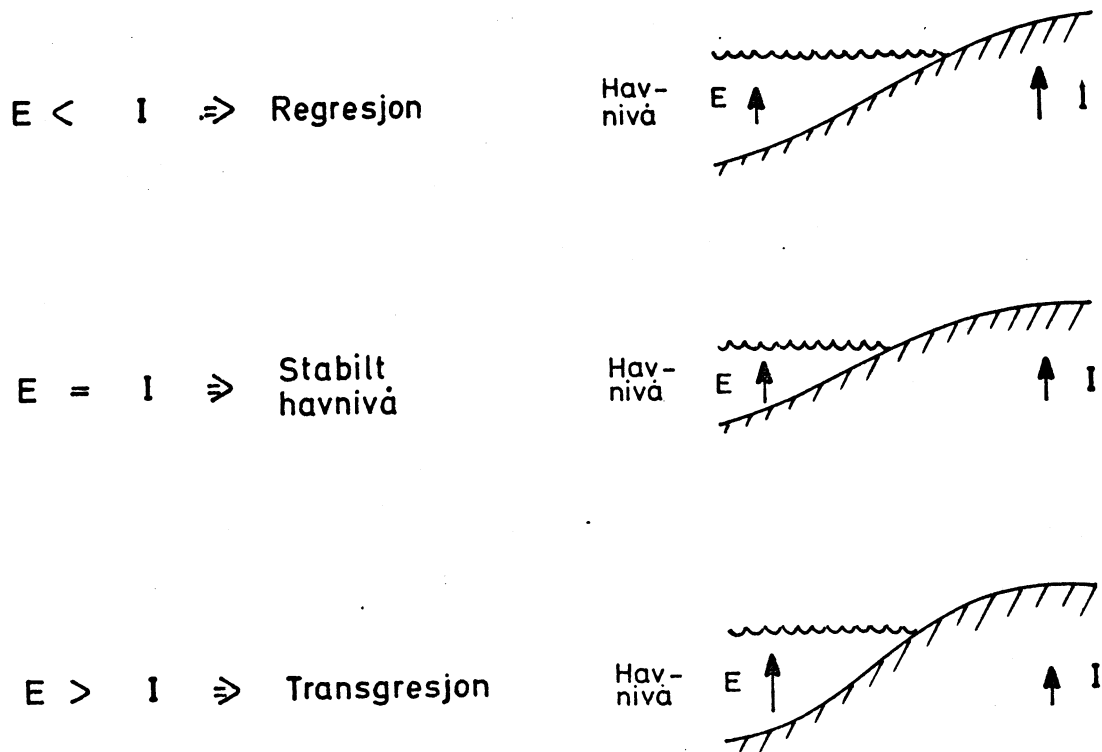


Fig.29 Forholdet mellom havnivåheving (E), isostatisk landheving (I), transgresjon og regresjon.

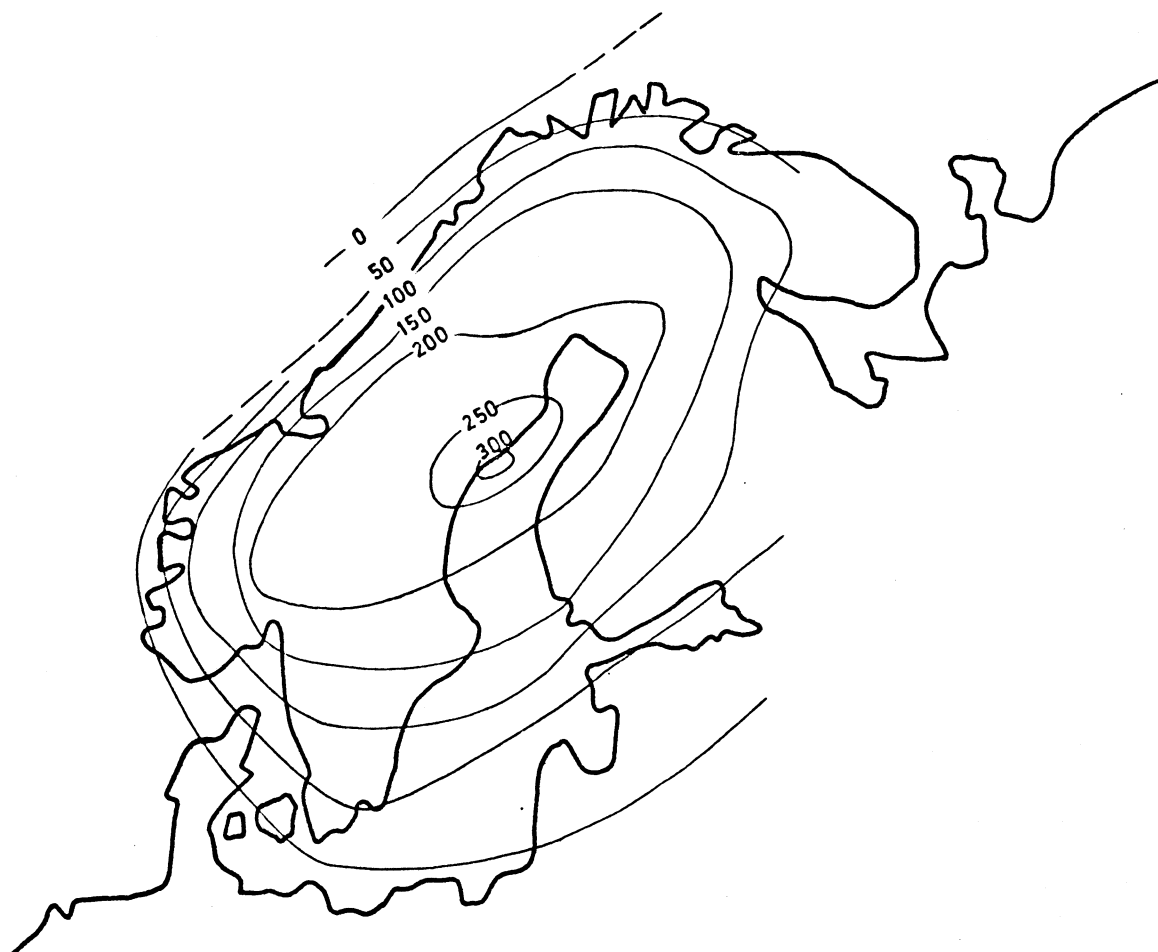


Fig.30 Kart som viser isobaser (linjer gjennom steder som har hatt like stor heving) i Skandinavia (Etter Granlund 1957).

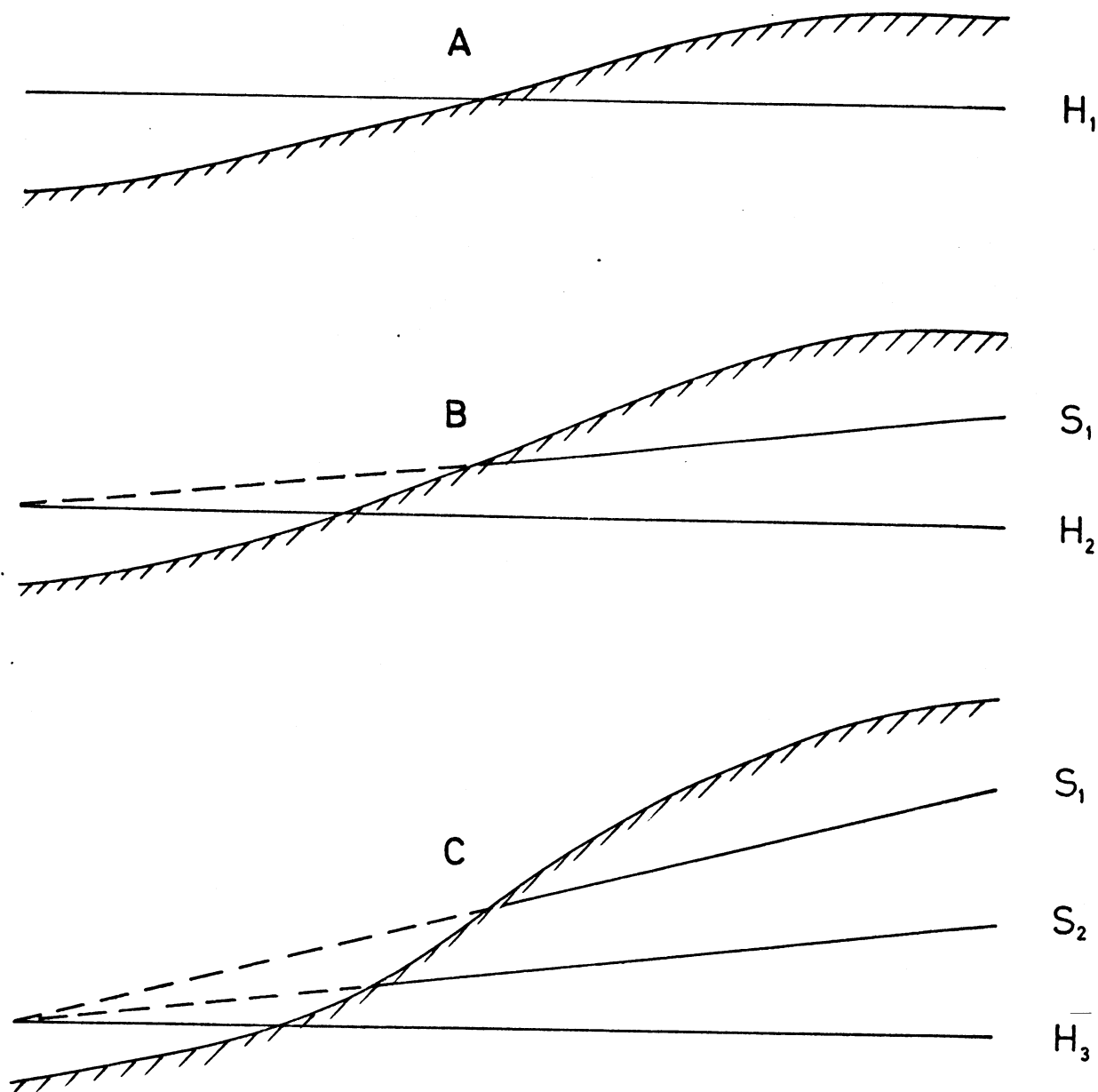


Fig.31 Dannelse av strandlinjer i en fjord i Vest-Norge.

- A. Strandlinje S_1 dannes ved havnivå H_1 .
- B. Landet heves mest i øst og strandlinjen heves mest innerst i fjorden. Havnivået er nå sunket til H_2 . Strandlinjen S_2 dannes ved dette nivået.
- C. Landhevingen fortsetter, og strandlinjen S_2 heves på samme måte som S_1 . Havnivået er nå sunket til H_3 hvor det eventuelt dannes en strandlinje S_3 o.s.v.

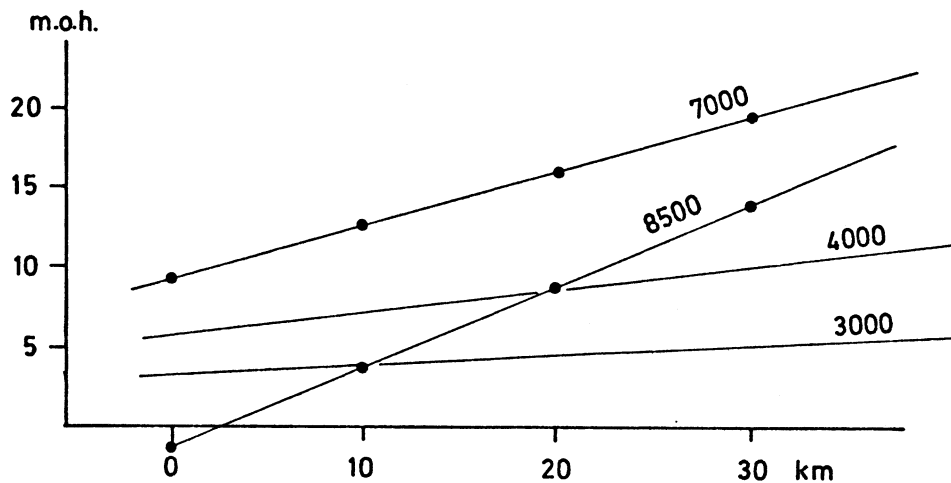
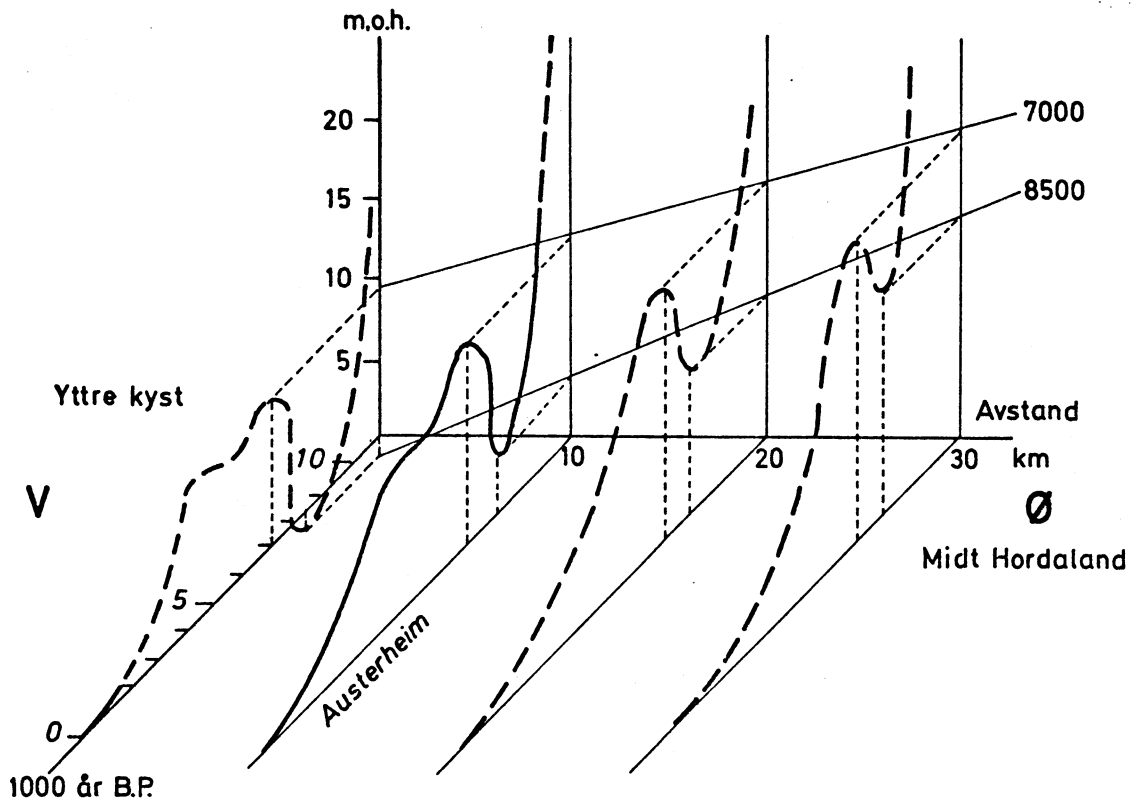


Fig.32 Modell som viser sammenhengen mellom strandforskyvningskurver og ekvidistant strandlinjediagram. Fra Bergen-distriktet. (Modifisert etter Kaland 1972)

Kurvene viser en kraftig regresjon fra 10 000 - 8 500 år før nåtid, en markert transgresjon for ca 7 000 år siden, og en mindre transgresjon i ytre kyst-strøk for ca 5 000 år siden. Ellers en jevn regresjon fra Atlantisk tid til idag.

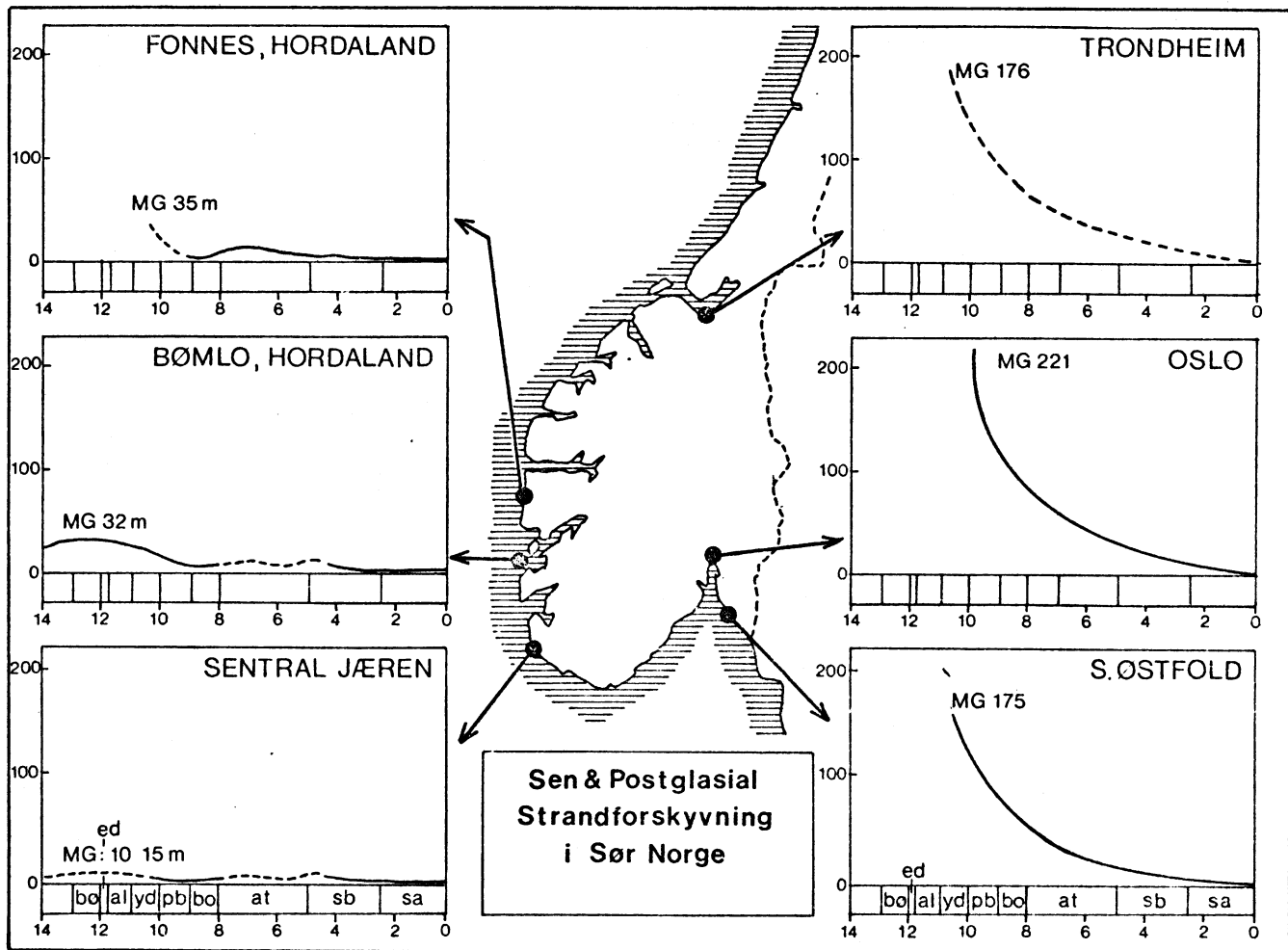


Fig. 33 Strandforskyvningskurver fra Sør Norge.
Modifisert etter Hafsten 1976).

Kurvene fra Trondheim, Oslo og S.Østfold er justert.

Trondheim: MG 176 - ca 10 500 år før nåtid

Oslo : MG 221 - ca 9 800 "

S-Østfold: MG 175 - ca 10 600 "

Sa	: Subatlantisk kronosone	0 - 2500	år før nåtid
sb	: Subboreal	2500 - 5000	"
at	: Atlantisk	5000 - 8000	"
bo	: Boreal	8000 - 9000	"
pb	: Preboreal	9000 - 10000	"
yd	: Yngre Dryas	10000 - 11000	"
al	: Allerød	11000 - 11800	"
ed	: Eldre Dryas	11800 - 12000	"
bø	: Bølling	12000 - 13000	"

Tiden fra 25 000 - 23 000 år før nåtid kalles Sen Weichsel.

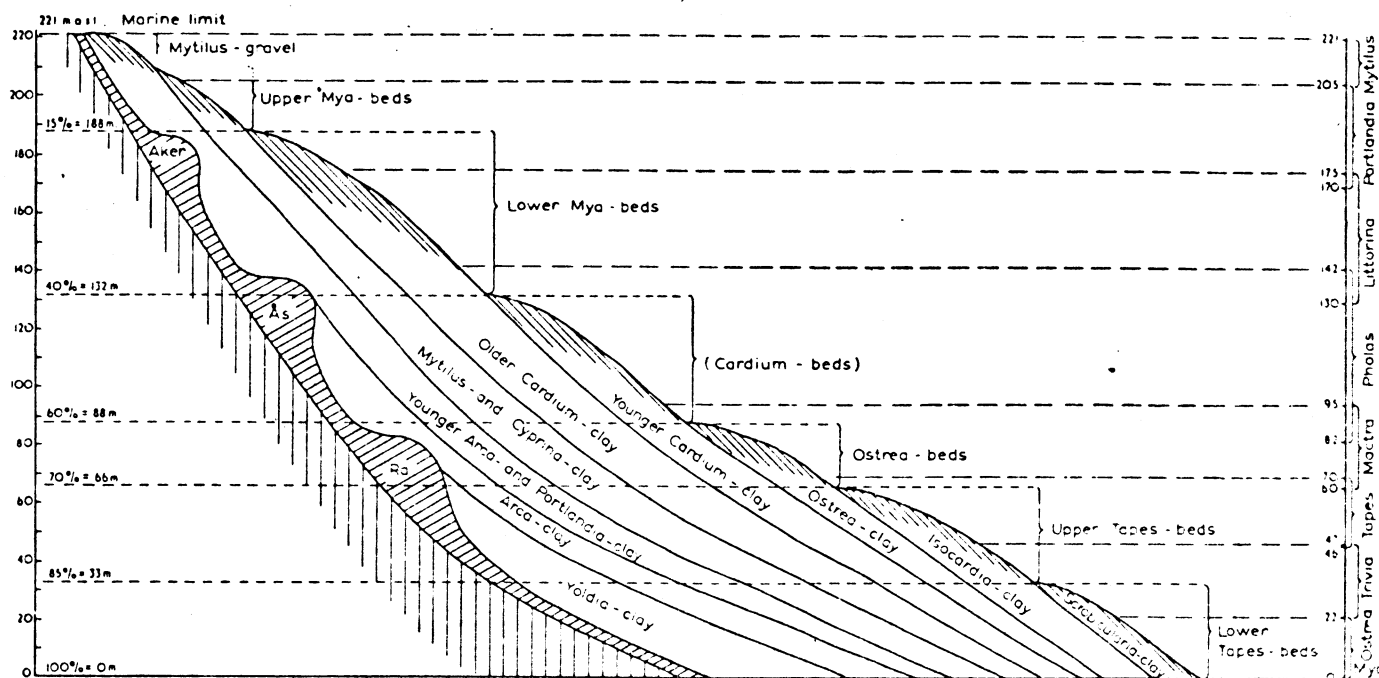


Fig.34 Inndelingen av leirlagene i Oslofjordområdet, sett i relasjon til beliggenhet av brefronten og forandringer i havnivået. (Etter Brøgger 1900-1901).

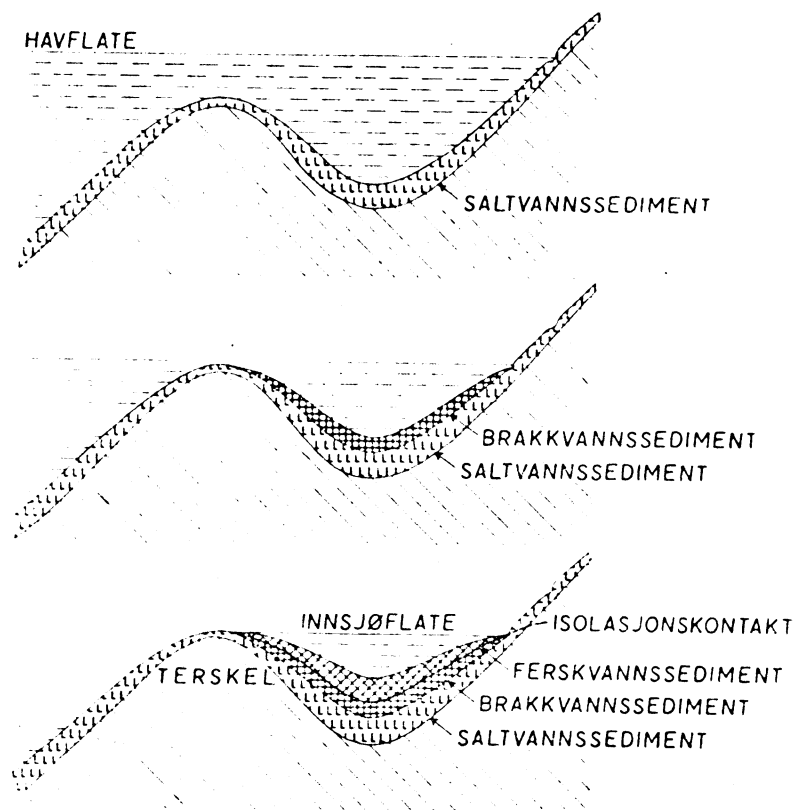


Fig.35 Avsetningsforholdene når et traufornet parti isoleres fra havet (øverste fig.), under landhevningssfasen (mellomste og nederste snitt) (Etter Hafsten 1959).

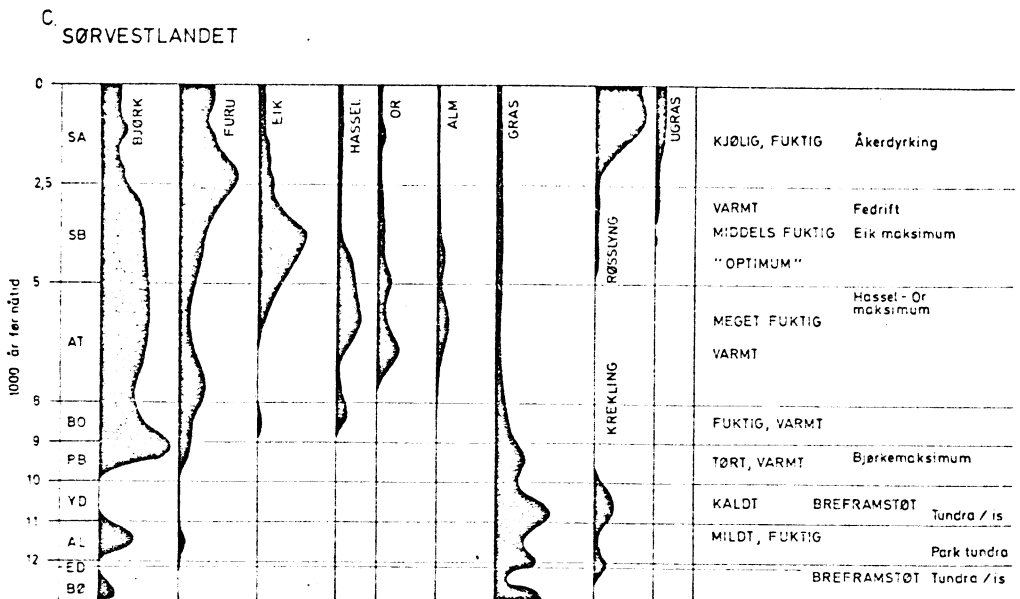
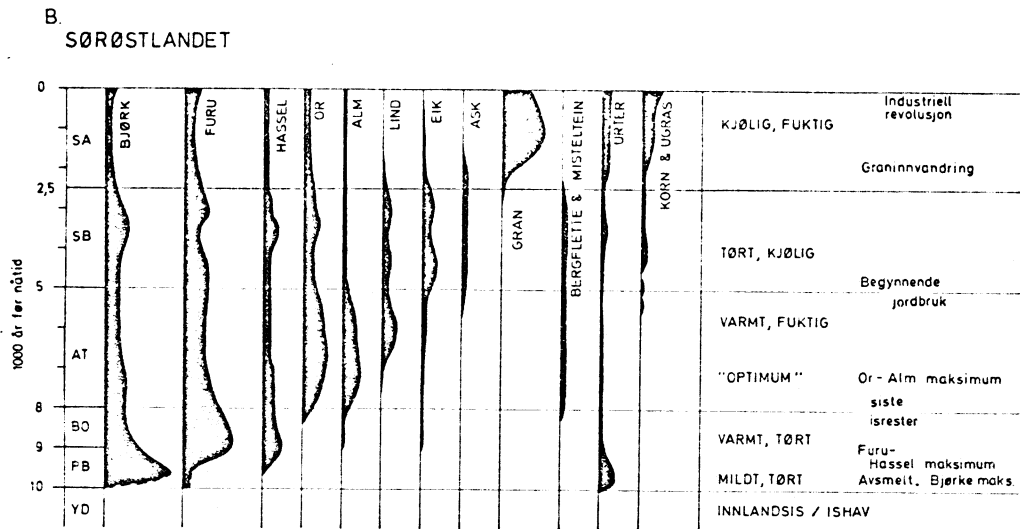
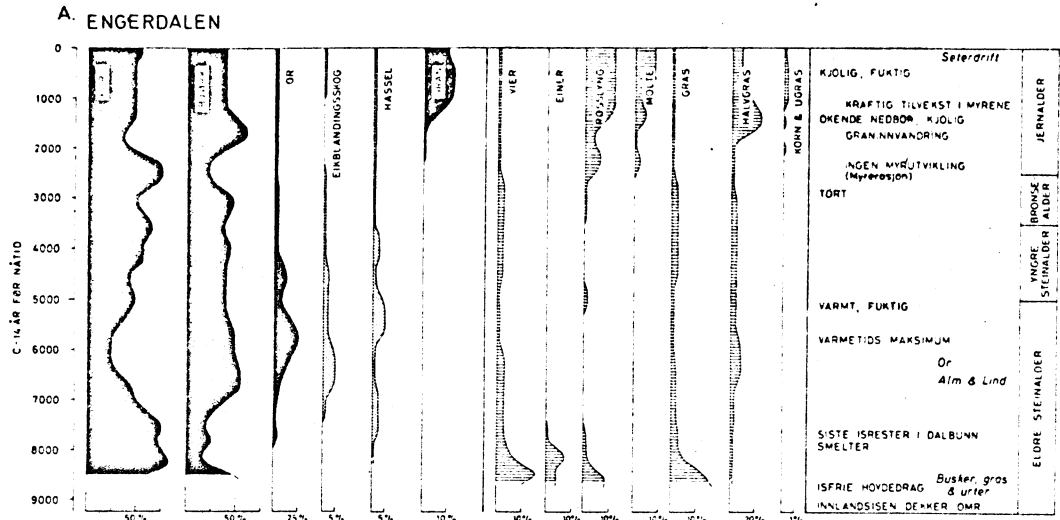


Fig. 36 Vegetasjonsutviklingen i Sør Norge Engerdalen (Sørensen 1979) Sørøstlandet: Forenklet etter Hafsten 1962) Sørvestlandet: Forenklet etter Fægri 1944 & Kaland 1971, 1974)

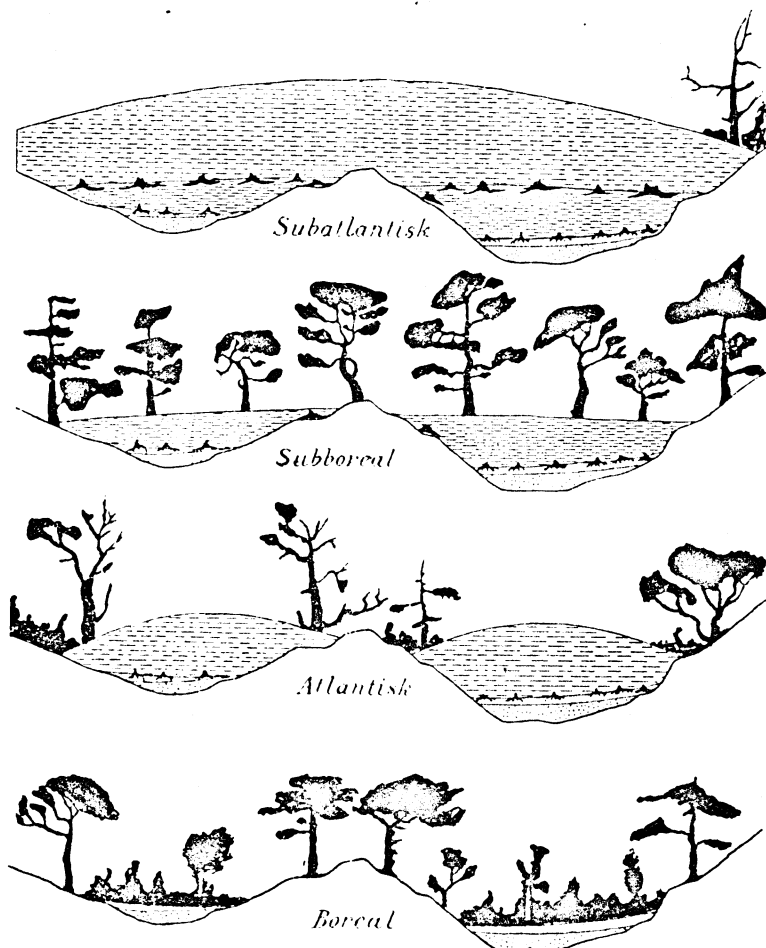


Fig. 37

Utviklingen av en høytliggende torvmyr fra boreal til subatlantisk tid. Under boreal og subboreal tid var klimaet så tørt at skogen kunne vokse på myroverflaten. Men under det fuktige klimaet i atlantisk og subatlantisk tid ble myrene for våte for skogvekst. Skogen syknet hen og døde, mens stubber og stammer etter hvert ble dekket av tykke lag med torv- eller kvitmose. Disse fuktighetskrevede mosene dør nedentil, men fortsetter å vokse i toppen og kan derfor i løpet av forholdsvis kort tid bygge opp betydelige mengder med torv. Etter Holmsen 1922.