

Weichsel istiden på Sjælland

AF PER SMED

Stiholmsvej 1, 8, 3460 Birkerød

Smed, P. 2014: Weichsel istiden på Sjælland. Geologisk Tidsskrift 2013, pp. 1–42. ISSN 2245-7097, København

Bogserien 'Geologisk set' udkom med fem bind støttet af Miljøministeriet i årene 1992–2004 på Geografforlaget. Steen Andersen (Skov- og Naturstyrelsen) medvirkede i redaktionen af et planlagt sjette bind om Sjælland. Ved en sammenkomst fortalte Andersen, at der var indkommet en del udmærkede artikler, men at han savnede overblik over istidens forløb på øen som helhed. Jeg svarede, at jeg måske i kraft af mit bekendtskab med Johannes Krüger (Geografisk Institut, Københavns Universitet) og Ole Humlum (nu professor i Oslo) kunne fylde nogle 'huller'. Begge disse forskere var til uvurderlig hjælp under forberedelsen af min stenbog (Smed 1988, 1995), på tysk i 2002 (Smed & Ehlers 2002), og Humlum har vist meget stor vilje og evne til at hjælpe på min forståelse af glaciologi (= isens fysik), noget der kom til nytte på flere måder og også kan spores i denne artikels tekst!

Samtalerne med Humlum kom ind på hans første specialeopgave, en undersøgelse af landskabet mellem Kalundborg, Holbæk og Sorø (Humlum 1976). Den stort set eneste forgænger her var Milthers (1900, 1943). Humlum brugte naturligt nok de efter 1960–1970 tilgængelige metoder og nåede derved frem til tolkninger, der korrigerede Milthers på en lang række punkter og satte landskabsudviklingen mellem Sejerø Bugt, Susåen og Køge ind i en stor, klar sammenhæng. Desværre er Humlums arbejde ikke publiceret, men jeg lovede Andersen at referere hovedpunkterne. Dertil kom egne iagttagelser og kendskab til flere upublicerede specialer, foruden et forsøg på at få sammenhæng i istidsgeologien på tværs af Øresund. Disse forskellige vinkler på Sjællands og omegns istid skrev jeg sammen i en 'hurtig' artikel til Andersen. Senere, efter en sygdomsperiode, tog jeg fat på at revidere artiklen og tegne figurer til den.

Resultatet er en hybrid, en krydsning. Formålet var at skabe et overblik, som ikke-geologer – og geologer med andre specialer end istiden – kunne bruge. Teksten er jo opstået som et 'sideskud' på den planlagte 'Geologisk set, Sjælland' og er derfor ikke en rent videnskabelig artikel. Nogle afsnit består af overblik over 'hvad man stort set ved'; det gælder f.eks. stykkerne om Sejerø, Rønæs og Hindsholm (s. 12), Midtsjællands dødislandskab (s. 23), Hornsherred (s. 24),

Nordsjælland (s. 25) og Sydvestsjælland og Lolland (s. 26). Andre afsnit bringer noget nyt, således 'Bjergsted randmorænen og Bregninge sandur' (s. 14) og 'israndsviften sydøst for Store Åmose' (s. 19), der begge overvejende bygger på Humlums speciale fra 1976. Iagttagelser fra Bent Kraags speciale (1978) dominerer afsnittet om Falster (s. 34). Egne observationer på Møn og ved Fakse (Smed 1993, 2010) har været afgørende for afsnittene om Møn (s. 34) og Østsjælland (s. 28). Sidstnævntes vigtigste formål er at præsentere en løsning på, hvordan 'de to sider af Øresund kan passes sammen'.

Konklusioner omtales bedst i de afsnit, hvor problemerne beskrives. Det er måske en 'pædagog uvane' at uddybe dem ved at omtale generelle lovmæssigheder, især af glaciologisk art, men jeg har erfaret, at kendskab til disse almene 'love' ikke er særlig udbredt. Jeg håber, at artiklen kan gøre nytte på dette punkt. Referencelisten tilstræbes at være så omfattende som muligt.

Efter en almen introduktion og en oversigt over de tills, der forekommer på øgruppen, vil landskaberne blive skildret lidt nærmere, idet jeg begynder mod nordvest og slutter med Falster og Møn.

Baggrund

Skrivekridt, Danien Kalk og ler fra tertiærtiden træder frem adskillige steder i det østlige Danmark, men de aflejringer fra de tidlige afsnit af istiden, man skulle vente at finde oven på dem, er eroderet væk næsten overalt. Tills og smeltevandslag fra næstsidste istid (Saale) ses kun få steder. Marine lag fra Eem interglacial forekommer i kystkliner f.eks. ved Ejby i Hornsherred, ved Fakse Ladeplads og på Møn, men på de fleste lokaliteter kan man kun studere lag fra sidste istid (Weichsel). Til gengæld er Weichsel repræsenteret med tills fra mindst syv isfremstød.

Glacialstratigrafi er en ny videnskab. Først omkring 1970 kunne man nogenlunde sikkert kende tills fra hinanden. De metoder, vi i dag bruger, manglede i den periode da den store karteringsindsats blev gjort (ca. 1885–1940): Fingrusanalyse består bl.a. i at tælle kalk-

stensstumper fra østersølavningen i 10 kg materiale; herved kan man få et fingerpeg om en tills transportvej ('proveniens'). Till-fabric analyse (måling af klusters længderetning) kan statistisk bedømt afsløre isens bevægelsesmønster. Metoden blev opfundet i England i 1930'erne og indført i Danmark af Krüger (1970). Studier af glacialtektonik (foldninger og overskydninger skabt af isens tryk) blev udført af Gry (1940), men kom først i generel anvendelse efter Berthelsens indsats (1975, 1978); se også Jakobsen (1996) og Pedersen (2000).

Houmark-Nielsens arbejder (1981, 1983, 1987) er vigtige milepæle, med oplysninger om mange lokaliteter på Sjælland, suppleret med samme forfatters arbejde fra Møns sydkyst (1988, 1994). Også Adrielsens (1984) undersøgelse på Ven har betydning for forståelsen af Sjællands istid. I Ristinge Klint på Langeland er seks Weichsel moræner blottet, på Møn fem og på Ven fem. Lagfølgen er ikke identisk de tre steder, men tilsammen dækker de hele den kendte serie. Andre steder finder man flere eller færre Weichsel tills, intet sted dog alle syv.

Weichsel istiden defineres som tidsrummet fra ca. 115.000 til 11.700 år før nu. I hele denne periode var klimaet køligt til arktisk i Nordeuropa, men kun i to kortere tidsrum nåede isdækker frem til Danmark,

første gang ca. 70.000–60.000 år før nu og anden gang ca. 30.000–14.600 år før nu (årstal se Björck 1996). Den anden periode varede længst og var koldest.

I mindst tre istider, Elster, Saale og Weichsel, har næsten samme begivenhedsforløb gentaget sig: Først et isfremstød fra Norge, så en hovedfase med is der nåede Danmark via Mellemsverige, og endelig en fase med istunger, der blev presset ud fra et reservoir i Østersø lavningen ('baltisk is'). Det er ikke svært at finde en forklaring på denne udvikling.

Når temperaturen falder, vokser gletscherne i den skandinaviske fjeldkæde gradvis sammen til et isdække centreret over fjeldene. Is direkte fra de nærmeste bjerge – dvs. Sydnorge – kan da eventuelt nå Danmark. Efterhånden vil den principielle forskel på de to sider af fjeldkæden gøre sig gældende: Vestsiden vender mod Atlanten, østsiden mod et fastland. Atlanterhavet er flere tusinde meter dybt. Her kan isen ikke nå i bund, men bortskaffes ved kalvning, en proces der normalt let kan holde trit med isens tilvækst. Noget lignende kan ikke ske over Sverige. Isen vokser mod øst, næsten ikke mod vest. De højeste partier tenderer mod at ligge i midten og forskydes derfor østpå. Kunne isen kalve i Østersøen? Gletscheris' massefylde er ca. 0,85. Østersøen er de fleste steder mindre end 100 m dyb. Det betyder, at isen kun skal

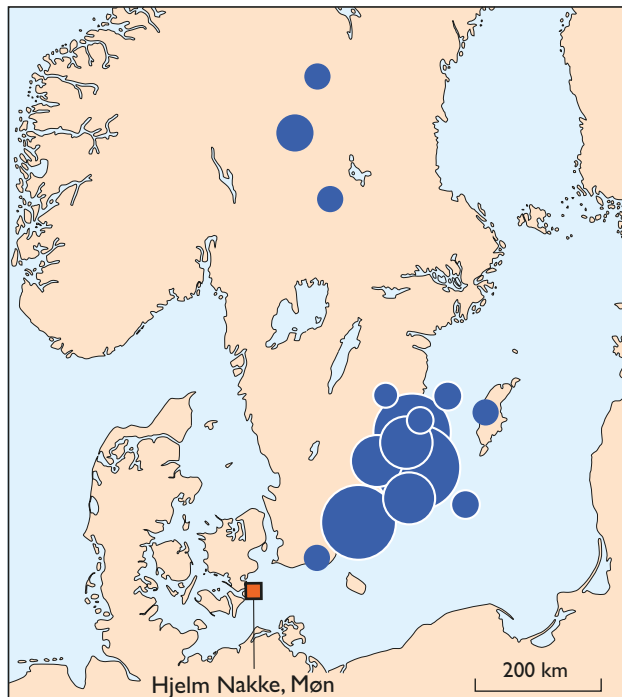


Fig. 1. Cirkelkort der viser, hvor blokkene i Klintholm till typisk stammer fra. Cirklerne er placeret i stentypernes hjemstavn, og cirkelstørrelsen er proportional med antallet fundne sten af hver type (Smed 1988, 1993, 2010). Till'en er rig på kalksten fra Øland, men indeholder bortset herfra flest østsvenske sten, jfr. side 3.

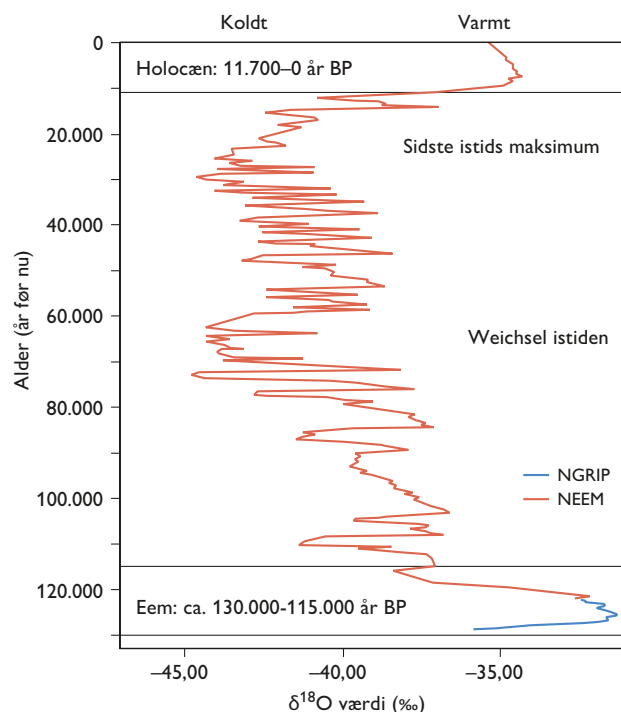


Fig. 2. $\delta^{18}\text{O}$ værdier i isen fra Grønlands Indlandsis, sammenstillet på basis af målinger fra iskerne fra NordGRIP og NEEM. Data fra National Oceanic and Atmospheric Administration, USA.

være 118 m tyk for at gå i bund. Det var den formentlig omkring 1 km inden for isranden! (Sammenlign med nutidens Myrdalsjökull, hvis overflade hælder ca. 1:10 på de yderste 2 km). Hele østersølavningen blev fyldt op med gletscheris. Weichsel isen kunne uhindret blive ved med at vokse mod øst, til isranden lå 200 km fra Moskva. Iskulationen (dvs. isens højeste punkter) kom til at ligge i nærheden af Bottnhavet. Når kulminationen ikke forskød sig endnu længere mod øst, kan det skyldes, at der faldt mere sne på vestsiden. Sydsverige er 200–300 m højt og rager dermed 300–400 m højere op end østersøbunden. Denne topografi bevirker, at isen i det stadium må have været tykkere over østersølavningen end over Sverige. Udpresning af 'baltiske' istunger tog fat. En tunge gik syd om Skåne og overskred Sjælland fra SSØ.

Tills

Ristinge till

Ristinge till = 'Den Gammelbaltiske till' er afsat af et isfremstød for ca. 70.000–65.000 eller 60.000 år siden (Houmark-Nielsen 2010), dvs. længe før Weichsel istidens kolde, sene hovedafsnit. Den rækkefølge norsk-svensk-baltisk is, der kendes fra Sen-Weichsel, fungerede åbenbart ikke på det tidspunkt. Isens fremvækst må være foregået på en anden – ukendt – måde. Måske kan det være et fingerpeg, at der for 70.000–65.000 år siden opstod et isskjold omkring Hvidehavet og Novaja Semlja, se Kjær *et al.* (2001). Hvis den is bredte sig ud over Finland og Nordskandinavien, kunne man tænke sig en iskulation over Bottenhavet og dermed en baltisk gletschertunges opståen.

Den 'gammelbaltiske' Ristinge till indeholder et stort antal palæozoiske kalksten fra Østersøens bund og mange ålandsblokke. Den er ret tynd, ved Ristinge Klint på Langeland ca. 1 m (Sjørring 1983), og fattig på skrivekridt og flint, selv om den mange steder ligger direkte oven på kridtet. Antallet af flintesten i den er overalt meget lavere end antallet krystallinske sten; i de to overliggende tills, 'Klintholm' og 'Midtdanske', er det omvendt. Man finder lerflager, foraminiferer og fragmenter af skaller af muslinger og snegle fra Eem havet i Ristinge till – det viser, at till'en stammer fra Weichsel. En till's farve varierer, efter hvad isen er skredet hen over. 'Gammelbalten' er dog ofte let at kende: I frisk tilstand er den 'musegrå', dvs. ret dybgrå med en især i skygge og ved lav sol blålig toning, og som forvitret siennabrun. På nogle lokaliteter ses rødviolette eller rustfarvede striber, der stammer fra knuste sandsten (Kjær, personlig meddelelse). Ri-

stinge till træder frem i kystklinter på Ærø, Langeland, Falster og Møn (f.eks. i Møns Klint, hvor den blev beskrevet af Hintze (1937) samt ved Fakse Ladeplads og Korsør. 'Dropsten' fra isfelde, der kan stamme fra Gammelbalt isen, er påvist i havbundslagene i Kattegat (Knudsen 1994).

Klintholm till

Klintholm till er en lysegrå, mere 'normalt udseende' till, der ligger over Ristinge till'en i Syd-Møns klinter (Houmark-Nielsen 1988, 1994). Till'en blev tolket som 'baltisk' på grund af et stort indhold af ölandskalk, men det er misvisende: Sten fra Dalarne og Øst-Småland dominerer, mens ålandsblokke mangler (Smed 2010; Fig. 1). Over den ligger et gråbrunt, sandet lag med organiske rester, der stammer fra en indsø i en lavarktisk periode, under Denekamp interstadialet (Houmark-Nielsen 1994). Det betyder, at også Klintholm till er afsat af et isfremstød længe før Weichsels sene, kolde afsnit (Houmark-Nielsen *et al.* 2005), rimeligvis for ca. 38.000 eller 30.000 år siden (Houmark-Nielsen 2010; Fig. 2). Till'en er vistnok fundet syd for Østersøen, i Mecklenburg, men omtales ikke fra Nord- og Midtsjælland.

Kattegat till

I tiden før og efter Gammelbalt isfremstødet dækkede havet Vendsyssel og gik desuden ind i Kattegat lavningen (Houmark-Nielsen 2003a). Efter en boring ved Frederikshavn benævnes dette havstadium Skærumhede havet. Klimaet var køligt, men kun periodevis arktisk. Lag, der nogle steder er over 100 m tykke, blev afsat på havbunden. Lagene er mørke, ofte næsten sorte, og der udvikles metangas i dem – vidnesbyrd om en stor organisk produktion i vandet. Ca. 28.000 år før nu blev det nordlige Sjælland invaderet af et isfremstød, der kom fra Norge via Kattegat. Till'en indeholder norske blokke og er som regel mørk, fordi isen har opskrabt materiale fra Skærumhede lagene; flager og smører af disse og knuste skaller fra dem findes hyppigt. Till'en træder frem som flager i klinten nord for Hundested (Sjørring 1974) og er desuden fundet adskillige steder i Nordsjælland og Hornsherred samt i profilerne på Ven og ved Ålabodarna syd for Helsingborg; her er den navngivet 'Ålabodarna till' (Adriellsson 1984). For at undgå forveksling med andre norske tills bør man bruge navnet Kattegat till (Houmark-Nielsen 1987). Rhombeporfyre forekommer i smeltevandslag ved Roskilde, men er så sjældne i Sydsjælland og på de sydlige øer, at man må antage

Weichsels koldeste tidsafsnit; 'Nordøstisen';
den Midtjyske (Midtdanske) till

De fleste steder beskrives till'en som massiv og grå, undertiden med et grønligt skær. Till-laget er nogle steder over 5 m tykt og kan indeholde uregelmæssige partier ('klodser') af sand eller flager, smører og brokker af undergrunden, i Sydsjælland og på Lolland, Falster og Møn skrivekridt; nogle steder er de underliggende lag desuden foldet mere eller mindre kraftigt over store områder. Disse træk kan hænge sammen med, at isen var 'kold': Årets gennemsnitstemperatur i luften har været langt under nul. Det medførte, at isens temperatur var negativ helt ned til bunden, så underlaget frøs fast. Da en gletscher altid må bevæge sig (frem imod isranden), opstår der herved kraftige spændinger, der folder underlaget eller bryder det itu. Modsætningen er en såkaldt 'tempereret' gletscher, hvis bundtemperatur er ca. 0°C, så den kan glide over underlaget. Kun 'tempererede' gletschere kan aflejre bund-till, 'kolde' kan ikke. Da nordøstisen faktisk har afsat bund-till på Sjælland, må den have været 'tempereret' i perioder.

På Sjælland er der stort set kun én Midtdansk till,
men nogle steder i Jylland og Fyn er till'en opdelt i

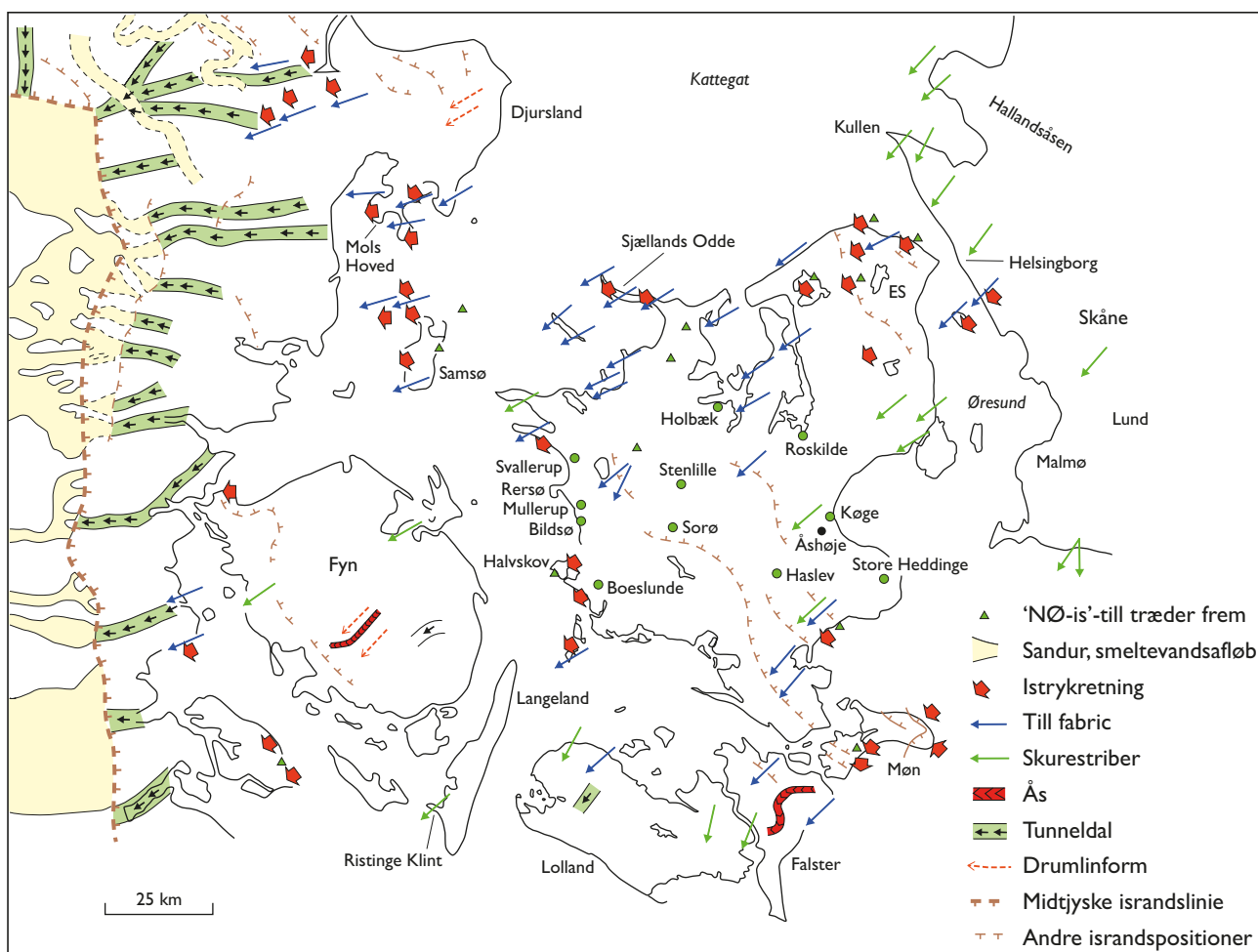


Fig. 3. Houmark-Nielsens skitse (1981) af fænomener, der tilskrives den Midtdanske is ('nordøstisen'), med enkelte tilføjelser af nærværende forfatter. ES: Esrum Sø.

flere enheder, der adskilles af smeltevandslag eller stenhorisonter og undertiden har forskellig farve. Ved Ristinge Klint på Langeland er der således tre 'bænke', på Samsø og i Djursland stedvis to (Houmark-Nielsen 1976; Pedersen & Petersen 1997; se også Larsen & Kronborg 1994). Midtdanske till kunne med andre ord meget vel svare til flere lag også i Holsten og Mecklenburg. Den nederste till, der her kunne komme på tale, er 'W1' = Brandenburg-Frankfurt ('Frankfurt' er en randmoræne formet under en kortvarig oscillation). W2 = Pommern till ligger som en selvstændig enhed oven på Brandenburg-Frankfurt (Ehlers 1994; Ehlers *et al.* 2004; Stephan 2001, 2004; Stephan *et al.* 2005). Fælles for de to lag er, at svenske klaster dominerer i dem. Pommern isens randmoræner er påvist i Holsten (Stephan 2004). Logisk set 'burde' de derfor fortsætte i Jylland, men det vides ikke hvor, og heller ikke, hvor langt isen smeltede tilbage imellem de to fremstød. Den Midtdanske till på Sjælland kunne repræsentere begge fremstød uden afsmeltning imellem.

Brandenburg fremstødet dannede den yderste Weichsel israndslinie i Mecklenburg og Holsten. Alt tyder på, at det stadium var samtidigt med den midtjyske linie (Bovbjerg-Hald Sø-Padborg). Isen dækkede da større dele af Danmark end på noget senere tidspunkt, dvs. at linien svarer til Weichsels kuldemaksimum, 24.000–21.000 år før nu. Figur 2 baseres på iskerner fra Grønlands Indlandsis. Det lykkedes INTIMATE gruppen (Björck 1996; Björck *et al.* 1996) at korrelere kulstof-14- og træ-årringskronologi med iskernetallene, så kurven nu gengiver temperaturudsvingene nøjagtigere end før. Bemærk det første meget kolde tidsrum i Weichsel, 70.000–65.000 år før nu, svarende til aflejringen af Ristinge till. Desuden ses den ikke helt så kolde periode, som sandsynligvis for knapt 40.000 år siden var ansvarlig for Klintholm till, og det begyndende kuldemaximum 28.000 år før nu, hvor Kattegat isen nok skal placeres.

Det fremgår af figur 3 (Houmark-Nielsen 1981), at 'nordøstisen' på Fyn og Sjælland svarede glimrende til sit gamle navn: Isen bevægede sig fra nordøst mod sydvest over begge øer, med få lokale afvigelser. Pilen ved Ven i Øresund repræsenterer 'Vesternäs I till' (Adriellsson 1984) og i selve Skåne 'Eslöv till, NO-fas' (Ringberg 1988, 1989; Lidmar-Bergström *et al.* 1991). Disse identifikationer må anses for så sikre, at de kan danne udgangspunkt for yderligere sammenligninger over Øresund, se side 12.

Et isdække er skjoldformet, dvs. bliver gradvis tykkere mod midten. Da afstanden fra Sjælland til den midtjyske israndslinie er større end til de yngre randlinier, må isen i det midtjyske stadium have været tykkere over øen end i de yngre stadier. Tyk is udøver et større pres og præger derfor terrænet mere end tynd

is. Desuden varede de yngre stadier efter alt at dømme kortere tid; prægningen bliver kraftigere, jo længere tid isen har til den. Disse lovmæssigheder medvirkede formentlig til, at nordøstis landskabsformer stadig kan ses mange steder.

Der er endnu en årsag til, at ældre former kan bevares, selv om yngre is er gået hen over dem. Berthelsen afholdt i 1970'erne øvelser for studerende i Nordsjælland. Her viste både till-fabric analyser og glacialtektonik, at tilsyneladende 'friske' (= ikke udglattede) landskabsformer fra nordøstisen ligger som 'øer' i et landskab præget af is der bevægede sig fra SSØ op mod nordkysten og formentlig videre ud i Kattegat (Fig. 31, 35). Konklusionen var, at 'øerne' må være blevet 'konserveret' ved at dødiss omgav dem, mens et yngre isdække overskred hele landskabet. Gribskov randmorænerne er et typisk eksempel, se Houmark-Nielsen (1990) og denne artikel side 25. Siden er man blevet opmærksom på lignende 'konserverede' landskaber mange steder på Sjælland og Fyn.

Dødiss begravnes ofte af materiale, der er kommet op på isoverfladen langs glideplaner, eller som aflejres omkring is-resterne af smeltevand (Boulton 1972; Fig. 14). Dødissen smelter da kun langsomt. I de isfri perioder mellem gletscherfremstødene har klimaet været arktisk; årets gennemsnitstemperatur har været under 0°. Det betyder, at der dannes permafrost: Jorden omkring dødispartierne fryser og bliver ved med at være frosset året rundt; kun det allerøverste lag (måske 1 m) tør op hver sommer. Humlum (personlig meddelelse) har beregnet, hvordan temperaturerne vil udvikle sig, hvis et isfremstød glider hen over et landskab med permafrost. Der tilføres lidt varme fra oven (gletscherbundens temperatur er ofte ca. 0°C) og jordvarme fra neden, men til trods herfor vil et 25 m tykt dødisparti kunne holde sig i mere end 3000 år. Årstallene på figur 2 viser, at nordøstis-dødisrester let kunne 'overleve' de ungbaltiske isfremstød og derved i princippet holde sig, til klimaet blev varmere, og istiden var forbi.

Intet andet Weichsel isfremstød har efterladt så meget dødis som 'nordøstisen'. På Midtsjælland var der tale om et samlet område på over 200 km² (Fig. 21); endnu større områder findes på Fyn og i Skåne. De ungbaltiske fremstød har derimod de fleste steder kun efterladt dødis i form af bræmmer langs israndslinier.

Figur 4 viser de mange overskredne nordøstislandskaber. Det er indlysende, at når geologer før 1970 mente, at ethvert nyt isfremstød ville slette sporene efter de ældre, var en sammenhængende tolkning af Sjællands og Møns landskab i praksis umulig.

De Ungbaltiske tills

Inden et nyt, denne gang baltisk isdække rykkede frem, smeltede den midtdanske is bort fra hele Danmark undtagen Bornholm. Det ved vi, fordi 'ungbaltisk' till overalt på Sjælland og Møn ligger oven på den Midtdanske till som en selvstændig enhed, adskilt fra denne af smeltevandslag eller af en skarp grænse, der engang var en jordoverflade (Fig. 5). Der må have været permafrost i den isfri mellempæriode mange steder, men permafrost udelukker ikke liv. Figur 2 viser tre klimamildninger mellem kuldemaximet og istidens afslutning. Det må være den første af disse, ca. 20.000 BP, der her er tale om; Houmark-Nielsen (2011) angiver de ungbaltiske fremstøds alder til mellem 18.000 og 16.000 BP, dvs. før den næste mildning ved ca. 16.000 BP.

Profilen på Sjælland viser klart, at der var to ungbaltiske isfremstød efter hinanden. De to tills er begge brunlige og har et højt indhold af klaster fra Østersø-lavningen. Nogle steder ses røde striber, der ligesom

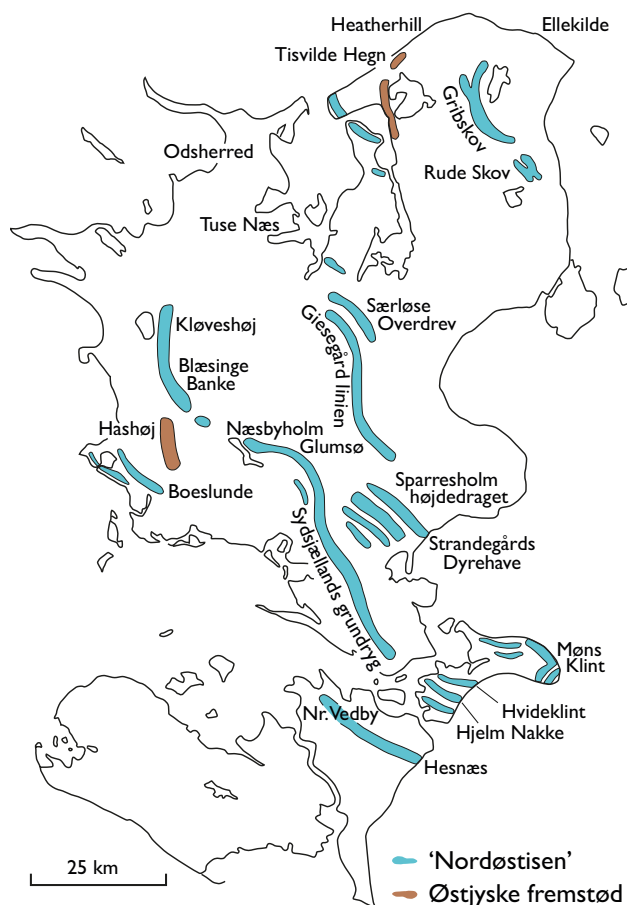


Fig. 4. Isoverskredne bakkedrag på Sjælland og Falster. Enkelte af disse landskabsformer kan stamme fra det østjyske fremstød (brun farve), men de fleste må tilskrives 'nordøstisen' (blå farve).

i 'Gammelbalten' stammer fra knuste sandsten. Mens den nedre af de to tills (den 'østjyske') blev afsat af en is fra øst eller ØSØ (Fig. 6, 11), viser den øvre (Bælthav till) i Østsjælland en isbevægelse fra SSØ (Fig. 31, 35), nogle steder direkte fra syd, ved Storebælt endda fra sydvest. Som navnet siger, anses den Østjyske till for afsat af den is, der nåede frem til den Østjyske isrands-



Fig. 5. Den øverste del af 'nordøstisen's till og de nedre dele af den ungbaltiske till i klinten ca. 2 km nordøst for Fakse Ladeplads. Tre fænomener viser, at nordøstisens (= Midtdanske) till har ligget som jordoverflade under åben himmel, før ungbaltisken stødte frem over egnen: (a) Grænsen mellem de to tills findes lidt over billedmidten; den er meget skarp og markeres af en række småsten, fordi finere materiale er skyllet væk af regn eller blæst væk. (b) De øverste ca. 15 cm under grænsen er mørke; farven lysner gradvis nedefter. Det må skyldes plantevækst og dyreliv (jordbunds dannelse). (c) Kridtbrokker i till'en er hyppigere nedefter, fordi de øverste er blevet opløst af ned-sivende CO₂-holdigt vand. Midtdanske till's overflade er med andre ord (i hvert fald her) efterladt urørt af overskridende is.

linie (Harder 1908). På Sjællands Odde danner den terrænoverfladen. På resten af Sjælland blev landskabet overskredet af fremstød nr. 2, Bælthav-isen (Houmark-Nielsen 1987). Der er ikke påvist forvitring mellem de to ung-balt-tills. Mellemprioroden må have været kort og kold; den viser sig praktisk talt ikke på kurven i figur 2. Den næste mildning, ca. 16.000 år BP (nr. 2 af de 3, der ses på kurven), var varmere end den 20.000 år BP og tolkes af Björck (1996), Stuiver *et al.* (1995) og Panzig (personlig meddelelse, se s. 34) som yngre end Bælthav isen.

Figur 6 viser fænomener frembragt af det østjyske isfremstød, sådan som Houmark-Nielsen (1981) tolkede dem. Man ser virkningen af en isbevægelse, der krydsede Øresund, i en nord-konkav bue passerende Sjælland og Kattegat og nåede frem til Aarhus Bugt vinkelret på Harders israndslinie fra 1908. En tolknings elegance udelukker naturligvis ikke tvivl. På alle nordsjællandske lokaliteter har den næst yngste till – den hvis egenskaber belyses af figur 6 – svensk proveniens. Derfor opstillede Houmark-Nielsen (1987)

en 'ekstra' till-enhed, Nordsjælland till, angiveligt afsat før det østjyske fremstød. Om sidstnævnte siges, at "It is suggested that the ice stream which reached the East Jylland ice border, transgressed Sjælland from the SE". Den ændrede tolkning skyldtes den fornemmelse, at en baltisk till ikke kan have svensk proveniens. Nærværende forfatter mente, at ændringen var ubegrundet, og at den oprindelige opfattelse fra 1981 måtte være rigtig. Trods ihærdig søgen finder man nemlig ikke et eneste profil hos Houmark-Nielsen (1987), hvor både 'Nordsjælland till' og 'Østjyske till' forekommer. Hvor den ene er, er den anden ikke! Kunne der være tale om den samme till, der blot har et forskelligt klastindhold mod nord og mod syd? Foruden Houmark-Nielsens beskrivelser foreligger der iagttagelser af Jacobsen (1975, 1981, 1985), Nielsen (1980), Humlum (1983), Krüger (1969) og nærværende forfatter (fra Bolund, Kirke Hvalsø og Fakse); hertil må lægges Ven (Adrielson 1984). Billedet er meget entydigt: Overalt er den øverste till afsat fra SSØ/S; derunder ligger en till afsat fra øst eller ØSØ og der-

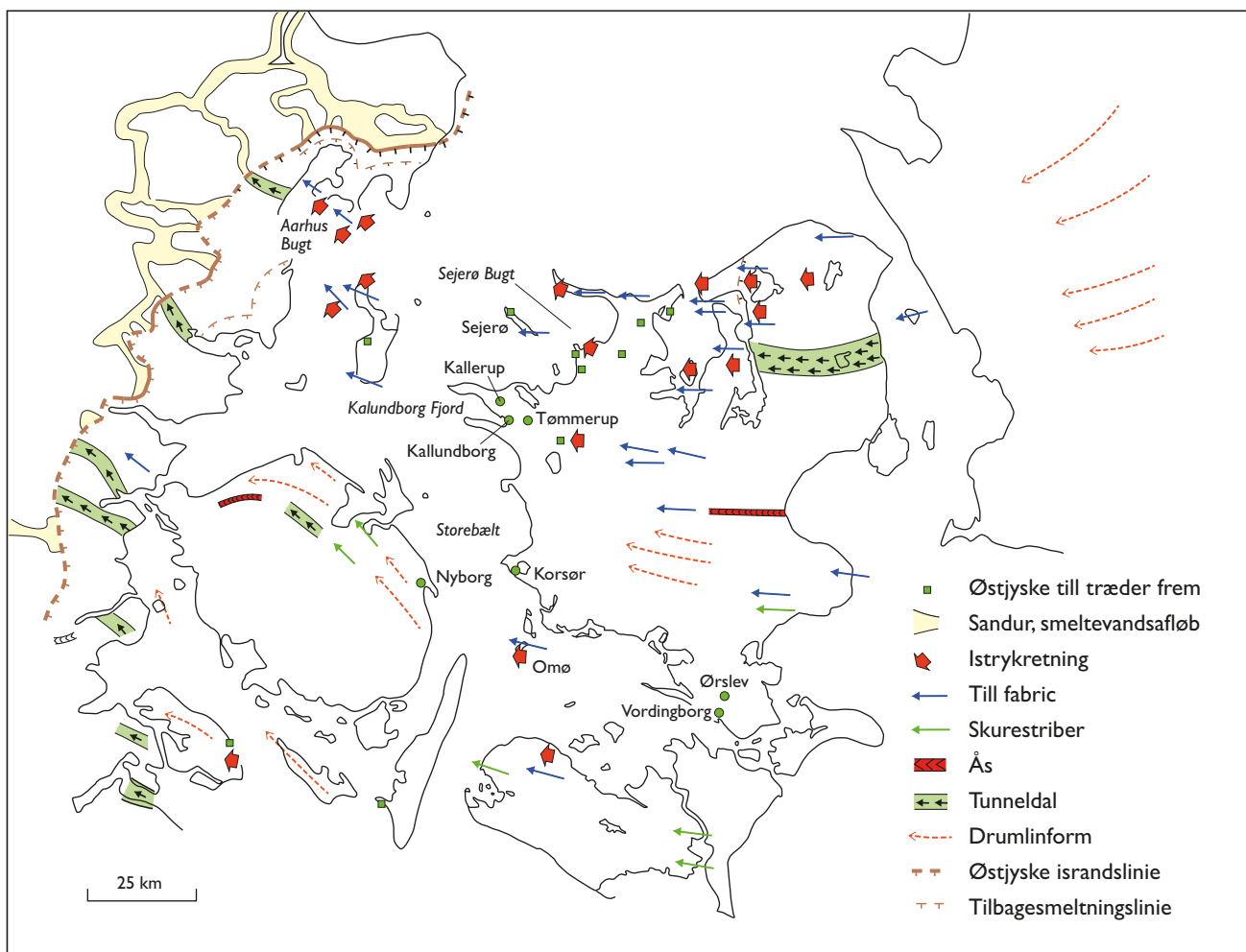


Fig. 6. Houmark-Nielsens skitse (1981) af fænomener, der tilskrives det Østjyske isfremstød, med enkelte tilføjelser af nærværende forfatter.

under igen nordøstis-till'en, der tolkes ens af alle. Den bueformede isbevægelse, der ses på figur 6, bekræftes af samtlige observationer: Ved Roskilde og på Ven er den næstyingste till afsat fra ØNØ, ved Holbæk direkte fra øst og ved Skælskør fra ØSØ. Figur 7 viser, at bevægelsesretningerne over Nord- og Sydsjælland passer sammen, som om der var tale om én ismasse. En nærliggende forklaring er, at den nordlige del af denne 'bueis' krydsede Øresund på tværs (jfr. figur 6, 8, 11) og derfor medførte svenske klaster, mens de sydlige dele af samme ismasse bevægede sig syd om Skåne og medførte baltiske klaster: Et selvstændigt Nordsjællands isfremstød har ikke eksisteret. Det er næppe heller rigtigt, at den østjyske is 'transgressed Sjælland from the SE'; en till afsat af en sådan is findes hverken i Houmark-Nielsens eller i de øvrige forskeres materiale. Det, der findes, er som nævnt en till afsat fra øst (ØSØ, ØNØ) liggende over nordøstis-till'en, men under den øverste, som kom fra syd eller SSØ (Bælthav); isen fra øst må have været det østjyske fremstød. Houmark-Nielsen (personlig meddelelse) har sluttet sig til denne konklusion.

Figur 11 og 31 er forsøg på rekonstruktion af det østjyske isfremstød og bælthav-isen efter oplysninger i de her citerede arbejder. Grænsen mellem svensk og baltisk proveniens på figur 11 ser ud til at stemme nogenlunde med figur 7.

Det er en vigtig nøgle for forståelsen, at Adriellson (1984) på Ven har påvist to tills med svensk proveniens

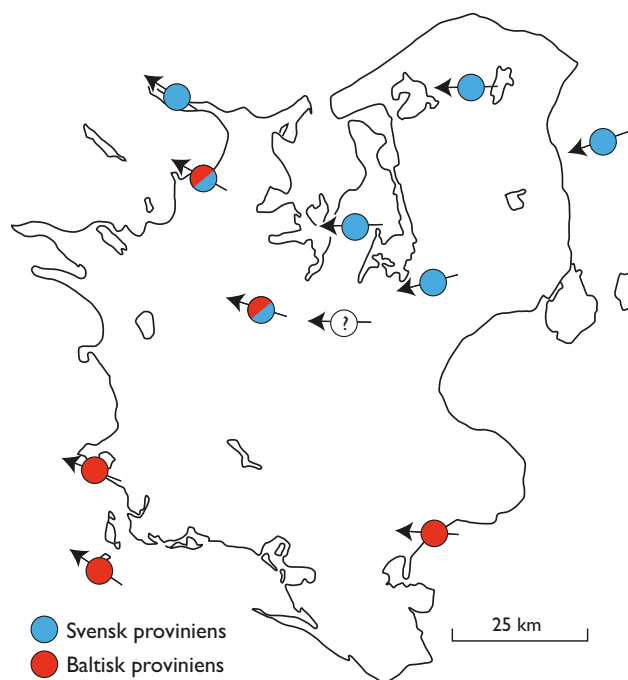


Fig. 7. Fabric retninger i 'Nordsjælland till' og den østjyske till, dvs. den næstyingste till-bænk proveniens på udvalgte lokaliteter. Se beskrivelsen i teksten.

over hinanden, Vesternäs I og II, afsat af is fra henholdsvis nordøst og ØNØ. Vesternäs I er med sikkerhed vor 'nordøstis'. Vesternäs II må være den samme som den af Houmark-Nielsen (1987) antagne 'nordsjællandsgletscher' = 'bueisen', dvs. den er afsat af det østjyske isfremstød, jfr. figur 6, 8 og 11.

På Skånes fastland er det påvist, at isen efter at have afsat 'Eslöv till, NO-fas' ændrede retning, så NO-fasen afløstes af 'Eslöv till, ost-fas', men overgangen er gradvis, uden afsmeltning mellem faserne undtagen netop på Ven, hvor ost-fas svarer til en selvstændig till, Vesternäs II. Her får vi en interessant oplysning, nemlig at nordøstisen smeltede tilbage til Øresund (Møn blev isfri, jfr. side 6), men ikke længere, før isen trængte frem igen med en, til at begynde med (i Østsjælland) kun lidt, men efterhånden (i Jylland) stærkt ændret retning, der må skyldes, at ophobning af is i Østersø lavningen påvirkede konfigurationen.

I Skåne satte den nye retning sig spor i form af en 'drumlinisering', hvis retning nøje svarer til till-fabrics i Eslöv till, ost-fas (Lidmar-Bergström *et al.* 1991). De drumlinagtige former er ikke særligt høje, fra få m til ca. 20 m, men de kan være adskillige km lange. Former, der både i højde og længde ligner de skånske, findes i Midtsjælland omkring Ringsted og Haslev og på Nordøstfyn mellem Nyborg og Bogense. Begge steder kan det vises, at bakkeformernes længderetning svarer til det østjyske (på Sjælland = det næstyingste) isfremstøds bevægelsesretning. I Midtsjælland blev formerne overskredet på tværs af bælthav isen (Fig. 31), men de kan trods dette stadig ses. Figur 8 viser det billede, drumlinbakkerne tegner. For nærværende forfatter var figur 8 det endelige bevis for den her fremsatte tolkning – dvs. også for, at drumlinformerne i Skåne er skabt af det østjyske isfremstød.

Det foreliggende materiale (især Houmark-Nielsen 1987) kan også vise, omtrent hvor den østjyske isrands-

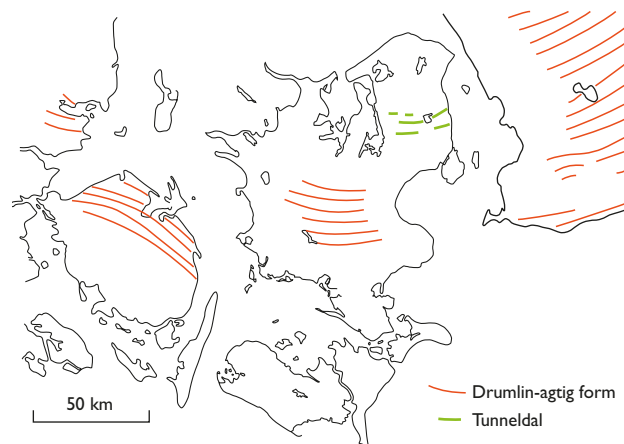


Fig. 8. Drumliniseret landskab dannet af det østjyske isfremstød. Det østjyske fremstød var det sidste over Nordfyn og ved Horsens, men ikke på Sjælland, se teksten side 8.

linie fortsætter fra Djurslands kyst ud gennem Kattegat. Ehlers (1994) foreslog, at linien skulle løbe øst-vest nord om Sjælland, ca. mod Kullen. I så fald ville isen over Sjællands nordlige egne have bevæget sig syd-nord, vinkelret ud imod isranden. Det fortæller figur 6 og 7, at den ikke gjorde. Pilene på Ven, ved Esrum Sø og på Sjællands Odde tvinger os til at antage, at den idé er gal. I stedet må isranden være bøjet mod nord tæt uden for Djurslands kyst, som på figur 11. Den tolkning støttes af, at der lå flere store gletscherporte ved og nær den indspringende vinkel i isranden ved kysten på figur 11 – en beliggenhed, der svarer til det glaciologisk forventede.

Tolkningen af den østjyske is' bevægelsesmønster giver anledning til betragtninger af principiel karakter. Siden før år 1900 har nogle geologer ment, at en till burde have samme klastindhold i hele sit udbredelsesområde: Visse fremstød var baltiske, andre norske osv. Denne tankegang er fundamentalt fejlagtig! Figur 9 forestiller det Nordeuropæiske isskjold. Pilene er isbevægelsen. Det ses straks, at den i dette stadium afsatte till ved A må være norsk, ved B svensk og ved C baltisk: En till viser altså sideværts variation i klastindholdet. Figur 10 viser et dokumenteret eksempel herpå, klastindholdet i en till, der af alle tolkes som den midtdanske begge steder (Smed 1993; Smed &

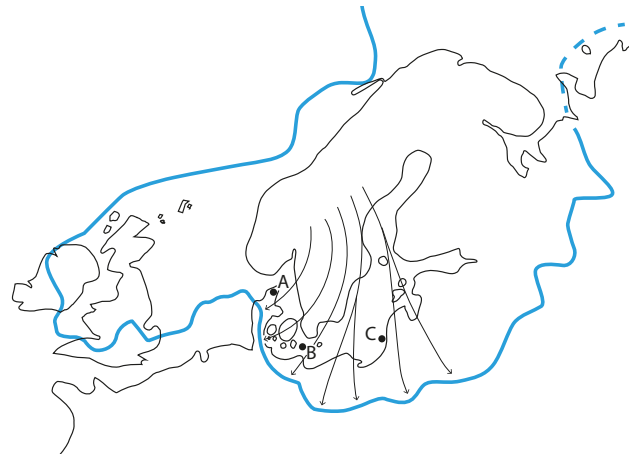


Fig. 9. Skitse af isskjoldet i Nordeuropa under det glaciære maksimum i sen-Weichsel for ca. 20.000 år siden, efter Svendsen *et al.* (1999). A, B og C: se forklaring i teksten.

Ehlers 2002). Transportvejene aftegnes præcist: Klasterne ved Fakse kom fra en østligere stribe gennem Sverige end klasterne ved Ristinge. Afstanden i km mellem Fakse og Ristinge er ca. den samme som afstanden i km mellem de to istransportzoner ved søen Vättern: Transport med gletscheris foregår i parallelle baner, der ikke krydser hinanden. Det bør bemærkes, at blokkbestanden i den overliggende ung-baltiske till

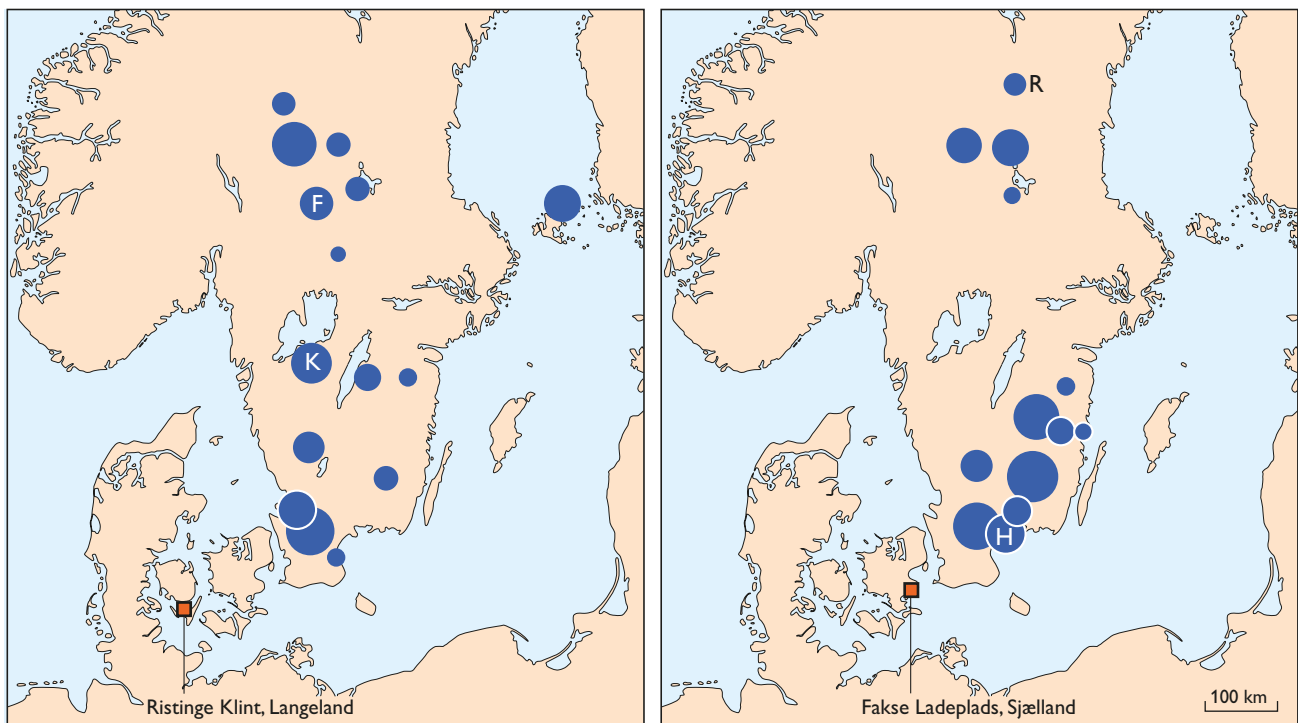


Fig. 10. Cirkelkort der viser, hvor blokkene i den Midtdanske till typisk stammer fra. Afstanden mellem de to lokaliteter er ca. 100 km. Transporten af blokke må være foregået i én og samme ismasse, men transportzonerne er forskudt i forhold til hinanden, fordi bevægelseslinierne i isen er (sub)parallelle. Den sideværts forskydning viser sig f.eks. ved, at kinne-diabas (K) og filipstadgranit (F) er hyppige ved Ristinge, men mangler ved Fakse, hvor de erstattes af Rätangranit (R) og hvidprikket flint (H). De viste istransportzoner kan ikke ses, hvis man bruger ældre ledeblokkemetoder (f.eks. Milthers 1909).

på begge lokaliteter er helt anderledes (sten fra Midt- og Sydsverige udgør et mindretal). Ligeledes bør det fremhæves, at blokke fra hele Norden ikke ligger blandet sammen i enhver till. En påstand af denne art fremføres undertiden (Larsen & Kronborg 1994), men det er skudt ved siden af. Tværtimod, undersøgelse af ledeblokke kan give en mere præcis viden om isbevægelserne end nogen anden metode, der bruges eller har været brugt (Smed 1993, 2010; Smed & Ehlers 2002).

Årsagen til den østjyske is' buebevægelse over Sjælland er næppe svær at finde. Partiet mellem Lübeck og Djursland var en bred tunge (lobe), der skød sig frem foran hovedismassen. Bevægelsen i en islobe følger et mønster som på figur 12. Årsagen er tyngdekraften og isens fysik: I et lavland vil isbevægelsen altid gå vinkelret på isfronten, i hvert fald i de yderste 10–30 km. Resultatet er buebevægelser i lobens sider.

De nordsjællandske tunneldale mellem Furesø og Stenløse viser ingen relation til egnens israndlinier og

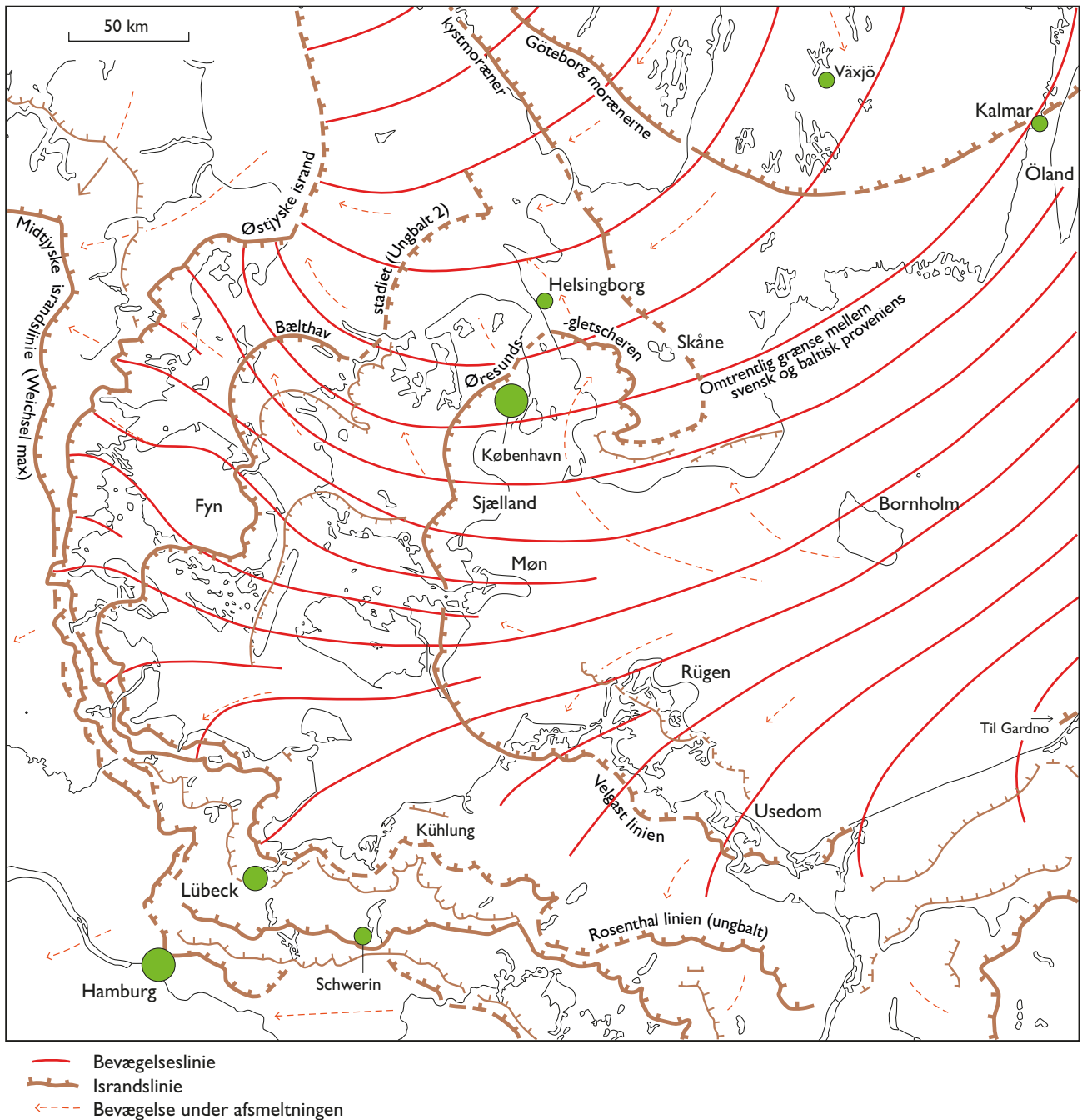


Fig. 11. Rekonstruktion af det østjyske isfremstød. Isens bevægelseslinier er vist med rødt. Baggrunden for rekonstruktionen fremgår af teksten side 8, 9 og 10.

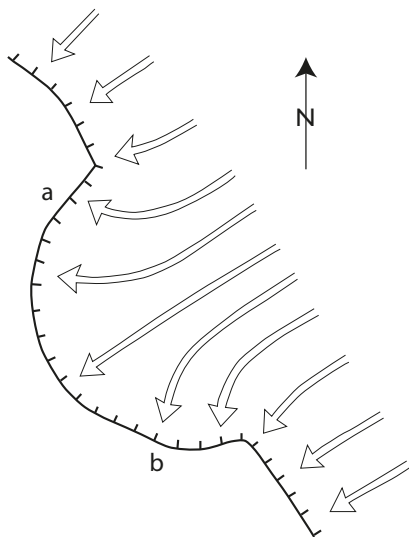


Fig. 12. En islobe på fladt land kan blive halvcirkelformet. Isen bevæger sig vinkelret ud mod randen; ved a bevæger den sig derfor fra sydøst, ved b fra nord. Eksemplet viser, at till-fabric kan forvirre en iagttager. Blokindholdet vil derimod ofte være det samme i begge sider af loben.

heller ikke til Bælthav-isens bevægelsesretning fra SSØ (dvs. næsten vinkelret på dalene). Figur 8 og 25 viser, at dalretningerne derimod svarer til det østjyske fremstøds mønster: De begynder NØ-SV ved Øresunds kyst (svarende til at isfremstødet krydsede Øresund på tværs), men bøjer gradvis om imod ØSØ-VNV. Det må være et vidnesbyrd om, at dalene er dannet under det 'østjyske' isfremstød, egnens næstsidsste, og at de 'overlevede', så de stadig ses i landskabet, fordi de blev 'udstøbt' med dødis (jfr. Humlums beregninger, side 5).

I Skåne findes de nordligste spor efter ungbaltisk is i form af skurestriber på Kullen. Et sæt striber løber ØSØ-VNV, ca. i halvøens længderetning, og et yngre sæt krydser halvøen ca. syd-nord. Striberne fra syd må være afsat af bælthav-isen, rimeligvis i dennes alleryngste stadium, hvor isen kan have haft sin yder-rand få km nordligere. Bjäre halvøen med Hallands-åsen og egnene nord og øst herfor præges derimod helt igennem af is fra 'Opsverige', som lå her gennem alle Weichsel istidens stadier. Man bør kalde denne ismasse 'smålandsisen' for at undgå forveksling med den danske 'nordøstis', Midtdanske is, der repræsenterer et bestemt under-tidsrum.

I egnen ved Lund ændrede isbevægelsen sig fra 'bueretningen' (Fig. 6, 8, 11) til ca. SØ-NV, uden at isen smeltede af ('Eslöv till, baltisk fas'), men i Helsingborg egnen var der en isfri periode, inden ny is rykkede frem fra SSØ og afsatte en selvstændig till-bænk, 'Kågeröd till' (Ringberg 1984, 1995, se også Lagerlund 1971). På Ven (Adriellsson 1984) findes over 'Vesternäs II' en selvstændig till, Laebrink till, afsat fra sydsydøst.

Kågeröd till og Laebrink till burde være identiske, begge afsat af Bælthav-isen. Endnu en gang har vi fået en værdifuld oplysning, nemlig at det østjyske isfremstød smeltede af til en linie øst om Helsingborg og Ven, men nord eller vest om Lund, inden isen igen rykkede frem som 'Bælthav'. Ved Fakse Ladeplads findes en stedvis ca. 4 m tyk ungbaltisk till, hvori till-fabric analyser nederst viser en isbevægelse fra øst (Krüger), øverst derimod fra SSØ (nærværende forfatter); der er jævn overgang mellem retningerne. Da de to retninger går igen i profiler på hele Sjælland og repræsenterer henholdsvis den 'østjyske' is og 'bælthav'-isen, må vi forstå dette forhold som vidnesbyrd om, at isen i tiden mellem de to fremstød ikke smeltede tilbage til Fakse. Den nævnte linie (øst om Helsingborg, nord eller vest om Lund) fortsatte åbenbart over Øresund til Sjælland, formentlig ca. til Køge og Maribo; på Lollands østlige del er der kun én ungbaltisk till (Pedersen & Rasmussen 2000). Efter afsmeltningssfasen rykkede isen altså frem fra linien Nordvest-skåne-Østsjælland-Maribo som Bælthav fremstødet – med en ændret retning, som må skyldes, at isophobning i Østersø lavningen nu dominerede.

Malmö till

På Ven findes oven på 'Laebrit till' endnu en till-bænk, Kyrkbacken till, afsat af en is fra syd. Kyrkbacken till er ifølge såvel Adriellsson (1984) som Ringberg (1989) identisk med Malmö till, som har en markeret østgrænse, og en nordgrænse ved Glumslöv syd for Helsingborg. Malmö till har været kendt i mange år. Den aflejrende is blev kaldt 'øresundsglaciären'; dens ydre randlinie (østgrænse) ses på figur 11, 31 og 35. Nogle geologer har til nu sat Kyrkbacken/Malmö till lig med Bælthav till (Ringberg 1988, 1989, 2003; Stephan 2001). Nærværende forfatter har længe været skeptisk over for denne identifikation – den forekommer 'skæv', fordi den indebærer, at Laebrit, Kågeröd og Malmö till skulle være afsat af samme isfremstød, selv om Laebrit og Malmö (= Kyrkbacken) till ligger over hinanden som to selvstændige enheder med forskelligt klastindhold på Ven. Der må have været to fremstød fra omtrent sydlig retning. Barth (2011) har undersøgt et profil ved Vellinge syd for Malmö og kom til, at der også dér har været to 'syd'-fremstød, et ældre fra SSØ og et yngre fra SSV. SSØ-retningen svarer til Bælthav-isens. Till'en fra SSV må altså være yngre; retningen passer med Malmö till's israndskonfiguration i egnen (Fig. 11, 31, 35).

I Nord-, Vest- og Midtsjælland kan man imidlertid kun finde én Bælthav-till (Houmark-Nielsen 1981, 1983, 1987); den åbenbart yngre Kyrkbacken/Malmö mangler. Lagerlund (1980, 1987) søgte at løse denne

‘knude’ ved at hævde, at Kyrkbacken/Malmö till slet ikke er nogen till, men en ishavsaflejrning. Adrielsson (2001) og Richardt (1996) dokumenterer imidlertid overbevisende, at dette må være en fejltagelse. I afsnit-

tet om Østsjælland side 27 f. vil jeg argumentere for en anden og forhåbentlig bedre indpasning i helhedsbilledet. De omtalte identifikationer mellem danske og skånske tills vises i Tabel 1.

Tabel 1. Korrelationer mellem danske og skånske tills

DANMARK	VEN	SKÅNE
Se Østsjælland, side 27 f.	Kyrkbacken till	Malmö till, öresundsglaciären
Bælthav till	Laebrink till	Eslöv till, baltisk fas, Kågeröd till
Østjyske till	Vesternäs II till	Eslöv till, ost-fas
Midtdanske (midtjyske) till	Vesternäs I till	Eslöv till, NO-fas
Kattegat till	Ålabodarna till	Ålabodarna till
Klintholm till	ikke påvist	ikke påvist
Ristinge till	ikke påvist	påvist ved Åstorp og Limhamn

Landskaber

Røsnæs, Sejerø og Hindsholm

Man har i mange år vidst, at isen har dannet en tunge sydfra op gennem Storebælt. Milthers (1943) anså Røsnæs for at være en randmoræne sat op fra nordsiden, fordi der er mange dalablokke på stranden. Forklaringen herpå er, at den Midtdanske till – med svensk proveniens – er ret tyk og træder frem i klinterne. Det samme er tilfældet på Samsø. Begge steder ligger der ungbaltisk till ovenpå, så dalablokkene fortæller i hvert fald en ældre historie, ikke den yngste. Da Houmark-Nielsen (1976, 1981, 1983, 1987) tog fat med till-fabric analyser og undersøgelser af glacialtektonik, blev det klart, at Sydsamsø og Sejerø er aftryk af en istunge sydfra, markeret af en zone med hatbakker (mere om denne bakketype ved figur 14 og 15). Søkort viser, at bakkezone strækker sig som en perfekt halvcirkelbue hele vejen fra Stavns Fjord på Samsø over Sejerø til Ordrup Næs i Odsherred, og den modsatte vej fra Samsø til Hindsholm på Fyn. Houmark-Nielsen opfatter buen som omtrentlig ydergrænse for Bælthav isfremstødet.

Berthelsen (1975) og Petersen (1970, 1973) viste, at Røsnæs ikke er skubbet op fra nord, men fra syd, dvs. af en storebæltsgletscher (en lobe på Bælthav-isen). Flager af Røsnæs ler af Eocæn alder blev foldet og skudt op som flager (randmoræner, pushmoræner) langs halvøens sydside. Kalundborg Fjord ligger i den lavning, hvor flagerne er hentet. Når Røsnæs leret er vådt, skrider det let ud i fjorden som ‘grødagtige strømme’, der efterlader skred-nicher. Nicherne blev af Milthers fejltolket som små smeltevandsdale.

Den nederste till i klinterne på Røsnæs (Berthelsen 1975) er grå, indeholder svenske sten og er afsat af en is fra nordøst – det er altså ‘nordøstisens’ till. Den er ældre end randmorænerne. Den østjyske till mangler.

I stedet optræder to tills, der begge er afsat fra syd, dvs. af bælthav-isens storebæltsgletscher lobe. Den nederste (dvs. den midterste i klinten som helhed) ligger lige oven på Røsnæs ler flagerne og inkorporerer dele af disse; den må stamme fra den is, der skubbede flagerne op. Den øverste till danner derimod et tæppe ud over dislokationerne og har åbenbart ikke noget med dem at gøre. Efter randmorænenes dannelse må isen være svulmet op i en kuldeperiode og

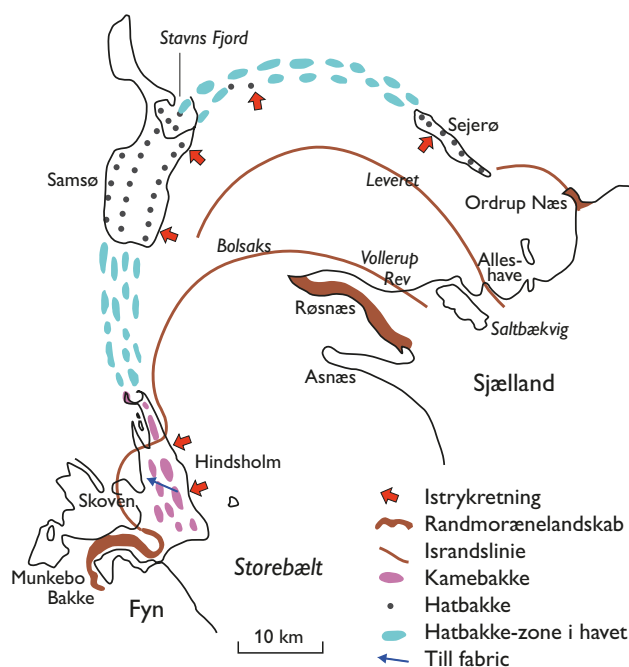


Fig. 13. Israndszoner mellem Samsø, Fyn og Sjælland. Hatbakke-zonen fra Sejerø over Samsø til Hindsholm er vist som blå kæder; isstrykretninger er fra Houmark-Nielsen (1981, 1983, 1987). Linien fra Vollerup rev til halvøen Skoven angiver det ‘ekstra’ isfremstøds sandsynlige nordgrænse. Pilen repræsenterer fabric-retningen i den unge till, der dækker Hindsholmbakkerne (Rasmussen 1975).

har overskredet bakkerne. Det er svært at vide med sikkerhed, hvor langt nordpå dette 'ekstra' fremstød nåede, men det vil fremgå af det følgende, at der eksisterer fingerpeg.

Røsnæs' nordlige del domineres af kames, dvs. bakker der har et rundagtigt eller uregelmæssigt om-

rids, stejle skrænter og flad overside, og som består af uforstyrrede smeltevandaflejringer – som regel sand og grus, undertiden stenfrit ler ('plateaubakker'). Dødis må have dækket landskabet mellem bakkerne. Nord for Kalundborg flugter bakkernes topflader med hinanden. Det fælles topplan hælder mod NNØ. I de

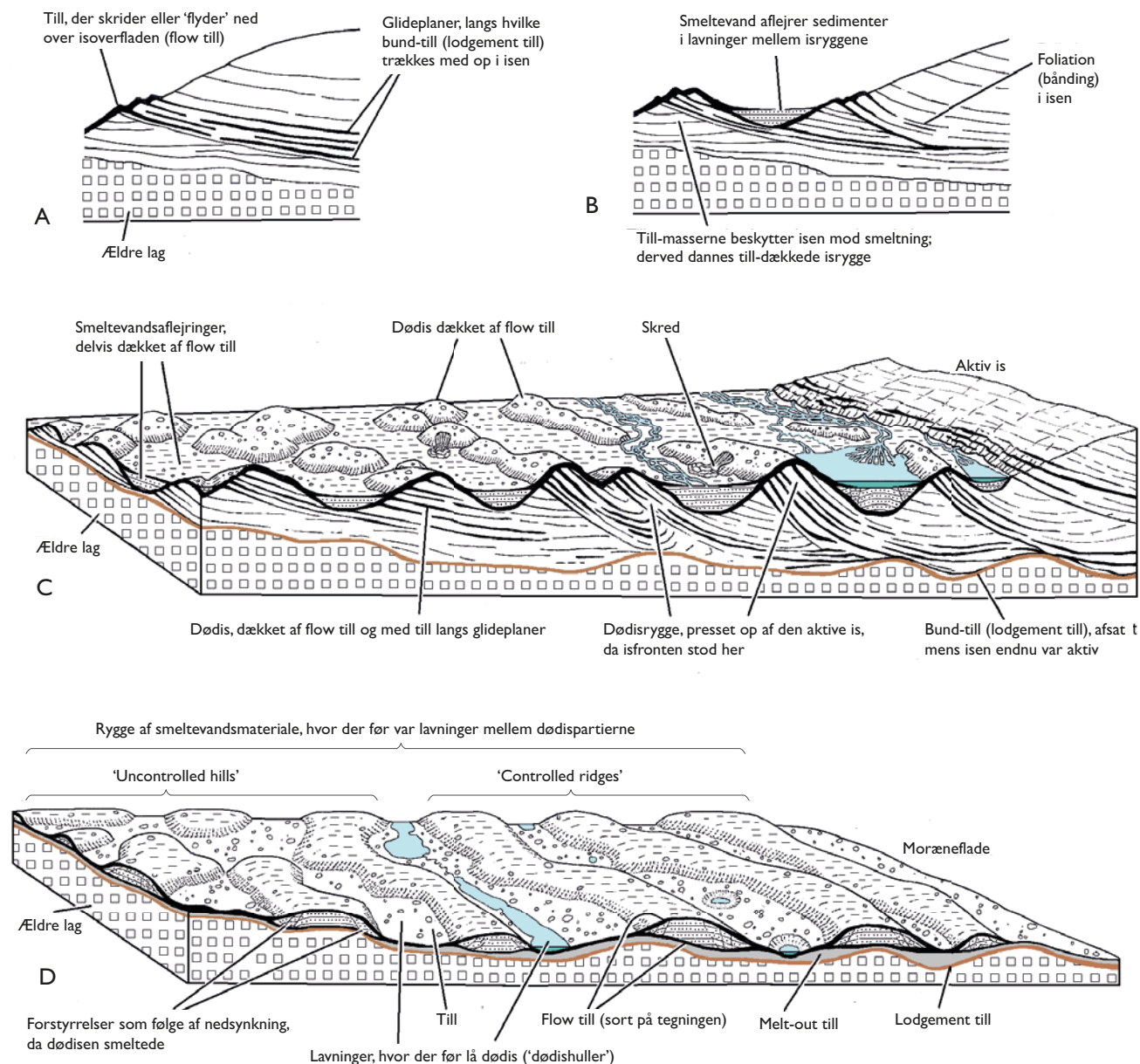


Fig. 14. Diagram, der viser en dødisbræmmes udvikling (omtegnet fra Boulton 1972). Teksterne ved Fig. A, B og C forklarer, hvordan en dødisbræmme opstår: Et smudsække på overfladen beskytter isen mod smeltning. Hvor isen smelter hurtigere, opstår trug, hvori smeltevand afsætter materiale. Når al is er smeltet væk, som i tegning D, bliver resultatet et system af lange bakker, hvis indre består af uforstyrrede smeltevandslag, isrands-kames. Der kan ligge till-agtige lag både over og under smeltevandslagene, uden at dette kan tolkes som to isfremstød. Hovedparten af de 'Fynske alper' og hovedparten af 'Jyske ås' i Vendsyssel er opstået på denne måde. Trugene er ikke altid sammenhængende. I stedet kan der være tale om kæder af runde eller aflange huller; resultatet bliver da rækker af kames, som f.eks. fra Røsnæs til Jystrup (side 19–20 og Fig. 21, 22, 23). Hatbakker er en variant, hvor lagene er forstyrret af istryk: Hvis klimaet bliver koldere, så isen bagved rykker frem, bliver aflejringerne foldet eller evt. rejst på højkant. Dødisen omkring hullerne vil hindre, at lagserierne bliver tværet ud (Rasmussen 1967, 1968; Krüger 1969; Jørgensen 1982).

sydlige bakker findes groft grus med store sten, mens de nordlige domineres af sand. Det betyder, at smeltevandets løb mod NNØ (Andersen 1964). I Stensbjerg ved Kallerup findes deltalag, der er afsat af vandstrømme mod NNV. Kame-zonen udgør et 2–3 km bredt bånd, der fortsætter ind i landet syd om Bregninge smeltevandsslette (side 17). En grund i havet, Vollerup Rev, ligger i forlængelse af båndets nordside

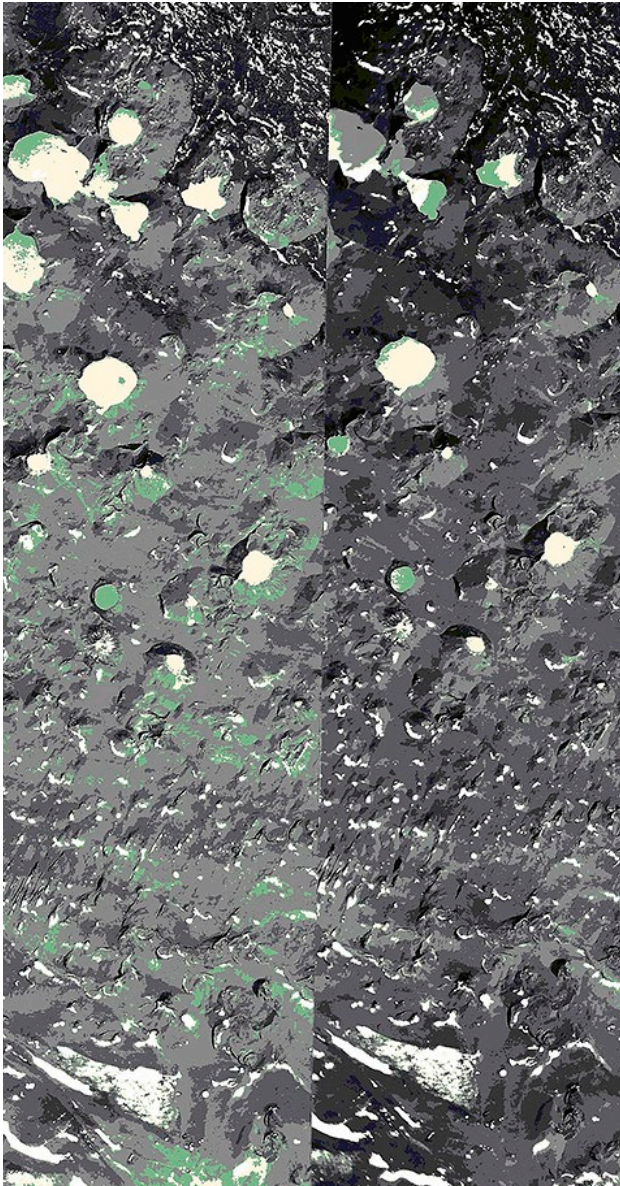


Fig. 15. Hulrækker i isen i en gletscher ved Mt. St. Elias, Alaska, courtesy Aerial Photography Field Office, Salt Lake City, Utah, USA. Flyfoto-parret kan ses stereografisk. Forneden isens smudsdækkede randparti. Isbevægelsen går fra foroven til højre nedad mod venstre. Der står vand i hullerne. Materiale fra den omgivende is' overflade skrider ofte ned i dem; skred af den art blev iagttaget af Johannes Krüger på Island. En situation som den afbildede ligger uden tvivl bag de danske hatbakkens opståen.

mod vest. Disse oplysninger kan næsten kun tolkes sådan, at kame-båndet repræsenterer en dødisbræmme langs en israndslinie; isen lå mod syd, og smeltevandets løb ud mod et isfrit område i Sejerø Bugt. Yder-isranden må have ligget nord for båndet, men har kun efterladt svage spor. Det kan imidlertid vises, at linien nord for kame-båndet var samtidig med Vejrhøj fremstødet, se side 17. I betragtning af, hvor markant Vejrhøj fremstødet var, vil jeg antage, at den øverste till på Røsnæs er afsat af dette fremstød. Den overskredne Røsnæs pushmoræne kan derimod ikke spores længere mod øst end til Møllebakken i Kalundborg. Kame-rækken er yngre end pushmorænen, selv om den is, der formede begge, kom sydfra.

Røsnæs halvvøens israndpositioner må fortsætte mod vest over havet til Hindsholm. Det interessevækkende her er, at også på Hindsholm er der påvist to isfremstødsstadier, der begge må være oscillationer af bæltet fremstødet (Larsen 2002). Hindsholms bakker er kames, der ligger langs israndszonen Sejerø-Samsø-Hindsholm. Der har været et istryk vinkelret på bakkerne's længdeakser; det tolkes tvangfrit som frembragt i Samsø-Sejerø stadiet. De fleste af bakkerne dækkes imidlertid af et till-lag, hvori fabric analyser og visse små istryk forstyrrelser viser en yngste isbevægelse fra sydøst, i en vinkel på ca. 30° med bakkeretningen (Rasmussen 1975). Bjørn (1991) viste, at den unge dæk-till ikke findes på halvvøens nordlige del; sandfladerne ved Brockdorff, ved landsbyen Nordskov og på bakken Søbjerg ligger uden for dens udbredelsesområde (Fig. 13). Jeg tror, man må antage, at dæk-till'en er den samme som den yngste till på Røsnæs. Begge ser altså ud til at stamme fra Vejrhøj fremstødet.

Bjergsted randmorænen og Bregninge sandur

Smeltevandssletten ved Bregninge (Fig. 16) er Sjællands største og grænser mod nordøst til et markant randmorænestrøg, Eskebjerg-Davrup-Bjergsted Bakker. Sammenhængen mellem randmorænen og sletten ses af, at der er påvist et stort kegletoppunkt (en gletscherport) i slettens NØ-hjørne og tre-fire mindre nordvest herfor, alle ved foden af bakkerne. Detaljer kan findes hos Andreassen *et al.* (1981a) og Christiansen (1993). Gruslegemet er i slettens østside over 10 m tykt og indeholder 1 km uden for isranden meterstore blokke, der ligger i lag uden understøttelse af matrix og ofte er tydeligt imbrikerede (= taglagte) med en B-dimension, der hælder mod strømmen; det viser, at de er transporteret til stedet af vand, ikke af is. Strømhastigheden har været mellem 2 og 5 m/sek (Bart-

holdy, personlig meddelelse), vidnesbyrd om et stort subglacialt opland.

Den storstenede randmoræne kan følges fra Bjergsted Bakker mod sydøst, syd om Skarridsø over Hørdal til Skellingsted (Fig. 16, 20). Den er stedvis rækkedelt og indeholder ved Holmstrup flager af Paleocæn mergel skubbet op fra nordøst af istryk. Ved Brokøb ca. 2 km nordvest for Skellingsted findes en 1 km² stor kegle af smeltevandssand sydvest for bakkedammen. Syd og vest for keglen ligger en lavere sandurflade; smådale fører fra kammen ned mod denne; nordøst for bakkerne findes en op til 5 km bred dødisbræmme med kames. Disse oplysninger virker sammen om at gøre landskabets genese til en af Danmarks bedst dokumenterede. Alt tyder på, at Bjergsted linien repræsenterer ydergrænsen for et isfremstød;

der er intet spor af, at isloben har været længere fremme, hverken i Bregninge slettens lag eller andre steder.

Randmorænen og sletten må repræsentere et vigtigt stadium i Bælthav isfremstøds historie, men der har været tvivl om, hvilken sammenhæng de indgår i. Er de yngre eller ældre end Vejrhøj bakkedraget? Er der en sammenhæng med Storebæltsgletscherens randlinier? To ret enkle opdagelser, A og B, har opklaret sagen.

(A) Milthers tegnede israndslinien videre mod øst fra Skellingsted, langs Store Åmoses nordrand. Humlums till-fabric analyser afslører, at dette liniestykke løber i isbevægelsens retning, dvs. vinkelret på den virkelige isrand. Isdækket bevægede sig her fra ØNØ. Milthers linie følger en smal, let snoet bakkerække, der

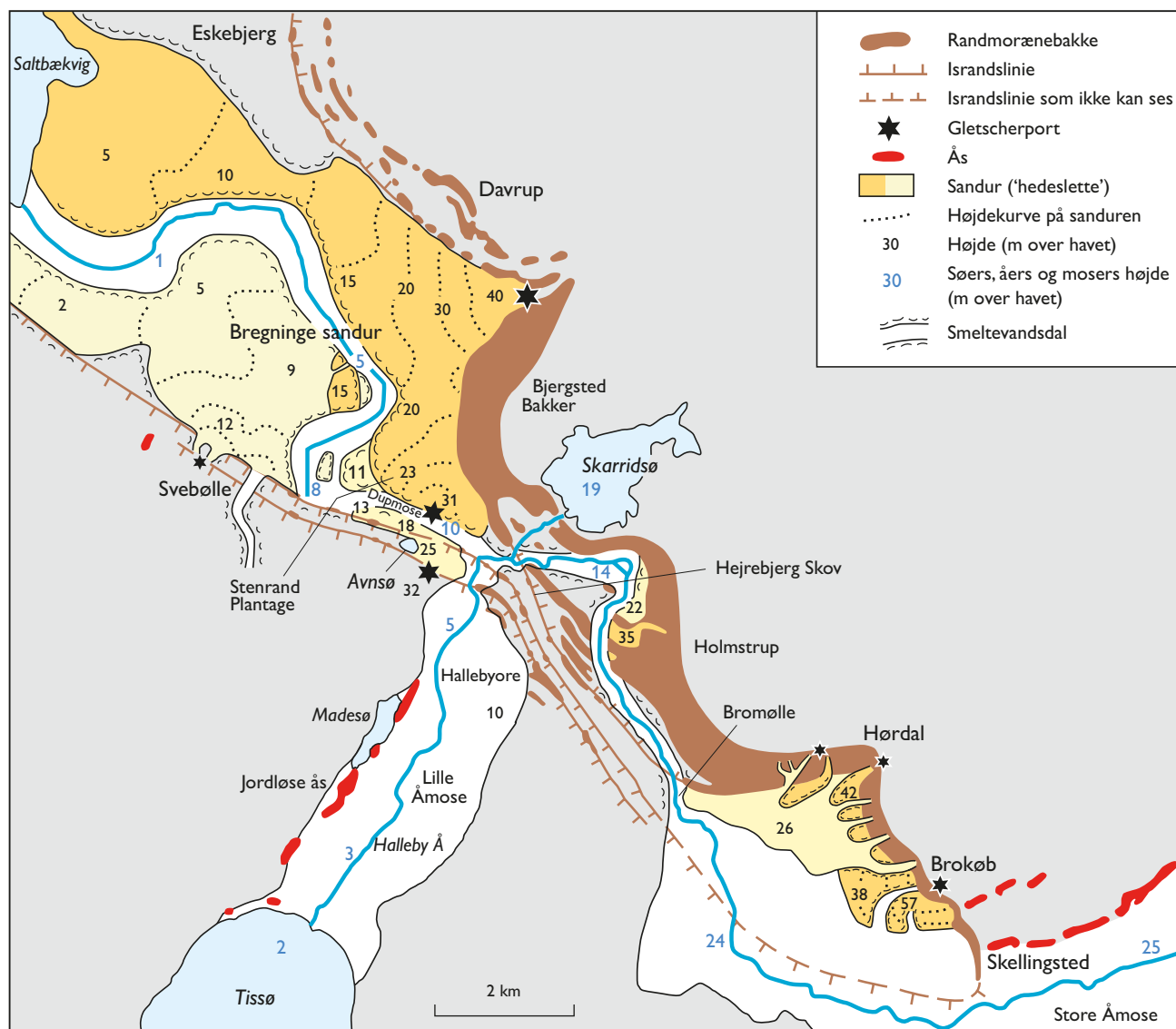


Fig. 16. Bregninge smeltevandsslette (sandur) omtales side 14–16. Den er en markant detalje i Sjællands istidshistorie. Kortlægningen begyndte med Rørdam & Milthers (1900), og videre undersøgelser har beskæftiget mange forskere. Nærværende forfatter har bidraget med et par af de seneste brikker.

ikke hænger sammen (der er 'gab' mellem dens afsnit). Forskellen fra den typiske, storstenede randmoræne ved Brokøb er påfaldende. En i 1997 åben sandgrav i sydhjørnet af Mølleskov ca. 1 km øst for Skellingsted viste skrålag, der afslørede en beskeden strøm mod vest. Enkelte klaster var 5 cm store, de fleste var mindre (ved Brokøb ses mange halvmeterstore blokke). Bakkekæden må være en ås, herefter kaldt Skellingsted ås (Fig. 16, 20, 22). I stedet for at følge denne må israndslinien dreje ud over mosen (Humlum 1976).

(B) Nærværende forfatter kom 1996 forbi en nyåbnet grusgrav i Bregninge slettens sydlige del, lige nord for Dupmose og øst for Stenrand Plantage (Fig. 16, 17, 18 og 19). Det blottede grus i det omkring 7 m dybe profil var afsat af vandstrømme sydfra. Et besøg syd for Dupmose efterlod ingen tvivl: Her findes ved Kalundborg banen to randmorænebakker med længderetning ØSØ–VNV. De består tilsyneladende helt igennem af store sten, ½ m eller mere i diameter. Man kunne desuden se et næsten 1 km langt profil i sanduren langs

Stenrand Plantages østside. Det meste af materialet var afsat sydfra, men i profilets nordlige ende antydede sten-imbrikationen, at smeltevandet drejede mod vest. Terrænet er let uregelmæssigt, nok fordi der har ligget dødispartier under gruset i aflejningsperioden, men alle lag ligger parallelt med terrænoverfladen. Indslag af till, istrykforstyrrelser, erosions-diskordanser eller andre afbrydelser af sammenhængen forekommer ikke. På kurvekort kan man se, at sandurens højeste punkter findes ved Bjergsted og Dupmose; herfra falder terrænet mod vest og nordvest, i samme retning som kornstørrelsen. De to kegler flyder med andre ord sammen; ingen af dem har eroderet sig ned i den anden. Gruslegemet mellem Bjergsted og Dupmose udgør en enhed; de to kegler er aflejret samtidig. Der må følgelig have ligget gletscheris nordøst for og syd for sletten på samme tid: 'Storebæltsgletscheren' lå på slettens sydside.

På figur 16 kan man se, at erosionsskrænter opdeler sletten i et højere afsnit mellem Bjergsted og Dup-



Fig. 17. Profil i Bregninge sandur ved Stenrand Plantages østside. Billedhøjde ca. 5 m. Lagene ligger parallelt med terrænoverfladen hele vejen fra Dupmose til Bjergsted. De dækkes ikke af till og viser ingen forstyrrelser, som kunne skyldes overskridende is.

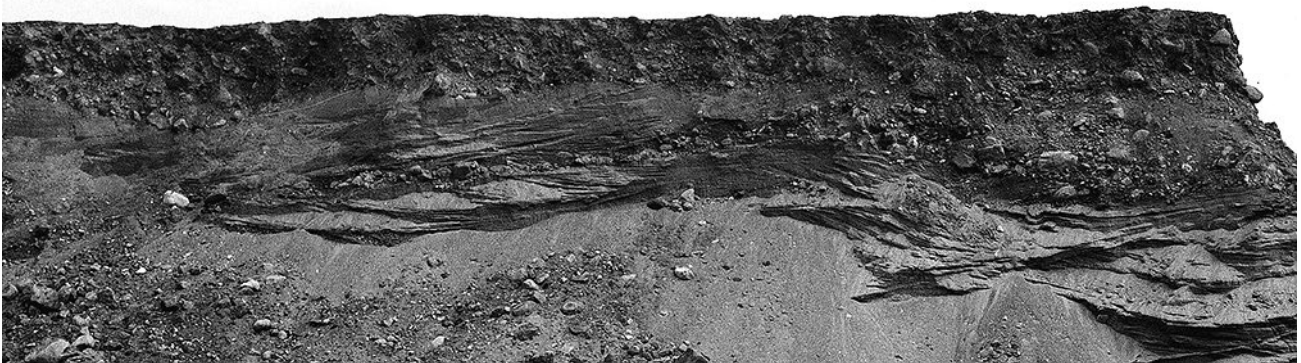


Fig. 18. Detalje af samme profil som på Fig. 17. Billedhøjde er ca. 2 m og nord er til højre. I profilets sydlige del, nær Dupmose, ligger lagene i buer med amplituder fra 2 til 100 m, men stadig overalt parallelt med terrænoverfladen. (Overfladen afgravet, dvs. mulden er fjernet). Heller ikke her forekommer forstyrrelser (foldninger, overskydninger), som kunne skyldes overskridende is. I de to finkornede enheder midt i billedet ses skrålejring, der afslører, at det aflejrende vand strømmede mod højre (nordpå). Lagene som helhed hælder den modsatte vej. Forklaringen må være, at der har ligget dødispartier under synklinalerne i gruset, dvs. at gruslagene lå stort set vandret, da de blev afsat, og sank ned, da dødisen smeltede. Dødispartierne forklarer de uregelmæssigheder, der ses på kurvekort over området.

mose og et lavere, dvs. en ubetydelighed yngre, vestligt afsnit. Arealet Ringholm øst for Avnsø må høre til det yngre afsnit: Et kurvekort fra før grusgravens tid viser, at Ringholm-fladen var deltagele-formet, med et toppunkt i den sydlige side, lige ved Lille Åmoses nordspids. Afløb herfra kan følges i form af terrasseflader, 18–13 m o.h. langs Dupmose og 11–10 m o.h. lidt nordligere, ved Løgtved Huse. Milthers omtalte 'terrasseskrænter ned i sletten', men sporede ikke, hvor det eroderende vand kom fra. Lige vest for Ringholm bræporten ligger et landskab med 2–3 m høje rygge orienteret VNV–ØSØ, utvivlsomt en israndszone. Langs Bregninge slettens sydside forløb altså to successive israndsstadier, et nordligt ældre ved Dupmose og et sydligt, en ubetydelighed yngre ved Ringholm, syd om Avnsø. Den sydlige linie fortsætter som en markeret bakke på den anden side af Halleby Å. Her ligger flere rækker storstenede randmoræner bag hinanden i og syd for Hejrebjerg Skov, men det er vanskeligt at afgøre, hvilke der er dannet af storebælts-isen, idet figur 16 viser, at nogle løber sammen med det store Bjergsted–Hørdal-system nord for Bromølle. Bjergsted-morænen 'første geled' ser ud til at krydse åen to gange, mens et 'andet geled' viger nord om åen, mellem denne og Skarriksø. Uanset hvordan detaljerne tolkes, kan man næppe komme uden om, at storebælts-isen og Bjergsted loben stødte sammen eller næsten stødte sammen her. Eftersom Bjergsted randmorænen kan følges ubrudt videre mod sydøst til Skellingsted, og Brokøb keglen er dannet i fri luft foran den, bliver den eneste mulige konklusion, at israndslinien bøjede tilbage i hårnåleform ved Skellingsted, krydsede Store Åmoses vestlige del (hvor

eventuelle spor skjules under tørven) og derfra løb mod VNV, omtrent via Hallebyøre, til Dupmoses sydside (og kort tid senere til Avnsø). Hårnåleformede israndforløb kendes fra Odsherred; de er ikke fysisk umulige.

Vest for Bregninge sletten må isranden have ligget nord for kame-zonen. Konsekvensen af A og B er, at Bjergsted randmorænen kobles tidsmæssigt sammen med israndslinien langs Røsnæs's nordside.

Endnu to åse, der ikke er omtalt i litteraturen, indgår i helhedsbilledet: (1) En let snoet grusryg med klaster op til 15 cm strækker sig øst–vest fra Magleø til Øgård midt i Store Åmose; jeg kalder den herefter Magleø ås (Fig. 22). Der er ingen grave, men ryggen peger direkte mod hårnålekærven ved Skellingsted. Sammen med Skellingsted ås bekræfter den dermed kærvens eksistens. (2) Egebjerg ved Jorløse nord for Tissø er en ås med morænekam i midten, som det også kendes fra Fyn: Jorløse ås (Fig. 16). Mod nord ligger en fortsættelse, der peger direkte mod bræporten ved Ringholm. Det er værd at bemærke, at åsen ligger helt ude i den ene side af den brede Lille Åmose lavning. Denne lavning har ikke i sig selv fungeret som vandtunnel under Bælthav-isen; måske stammer den fra 'nord-østisen'.

Odsherredbuerne

Flere træk viser, at randmorænen Bjergsted–Eskebjerg fortsætter mod nord i form af Odsherredbuerne (Fig. 20). For detaljer, se Milthers (1943, 1948), Berthelsen



Fig. 19. Detalje af samme profil som på Fig. 17, umiddelbart nord for Dupmose. Billedhøjde ca. 2 m, nord til højre. Her, få hundrede meter nord for randmorænerne ved Kalundborgbanen, sås det groveste grus, med mange halvmeterstore blokke. Lagdelingen er utydelig, men imbrikation ses især på de sten, forfatteren har markeret med sort. Underfladerne hælder sydpå, dvs. blokkene er vandtransporterede fra sydlig retning, jfr. Bartholdys kommentar side 14.



Fig. 20. Odsherredbuene omtales side 17-19. Isbevægelsespilene i det sydlige område stammer fra Humlums till fabric-målinger. Pilene længere nordpå repræsenterer ispres-strukturer i hatbakker, opmålt af flere forskere, især Rasmussen (1967, 1968) og Jørgensen (1982), dertil Krüger (personlig meddelelse) Signaturen 'andre bakker' omfatter bl.a. former, der strækker sig i isbevægelsens retning sydvest for Kundby; de har siden Milthers' beskrivelse (1943) været tolket som drumlins. De to bakkedrag øst og nord for Tissø er Kløveshøj (100 m o. h.) og Saltofte bakke ved Svebølle (81 m o. h.) De tolkes som ældre bakker, rimeligvis fra Midtdanske is, og overskredet af de ungbaltiske isfremstød, jfr. Fig. 4. SS: Skarridsø.

(1971), Petersen & Buch (1974), Andersen & Pedersen (1998), Jakobsen & Overgaard (2002), Krüger (2003) og Houmark-Nielsen (2003b, 2011). Det markante præg er det samme hele vejen. Till-fabrics, push-strukturer, drumlinisering og iserosion i form af inderlavninger i landskabet bag (øst for) bakkerne tegner et samlet billede af en istunge med guirlandeformet rand, hvor isbevægelsen fra egnen ved Holbæk spredte sig i vifteform, så den overalt gik vinkelret ind mod bakkerne. Hverken ved Bjergsted eller i Odsherred forekommer spor af, at isloberne har været længere fremme i terrænet end randmorænefronten. Det vil sige, at Odsherredbuerne ligesom Bjergsted morænen repræsenterer et isfremstød. Accepteres sammenhængen med den 'ekstra' till på Røsnæs og Hindsholm, er der tale om en art 'revitalisering' af Bælthav-isen.

Halvcirkelen må anses for en islobes 'ledeform' i et lavland som Danmark, idet isen i en tunge vil brede sig lige langt ud til alle sider, hvis den ikke møder hindringer i form af bjergvægge. Der er et gab i bakkefronten syd for Vejrhøj, men her kan en passer gøre nytte: Randmorænerne ved Eskebjerg er en del af en cirkelbue. Find cirkelns centrum på et kort, sæt et passerben dér og tegn buen. Stregen vil ramme Vejrhøjs sydskrænt efter at have passeret Sejerø Bugt, hvor

bølgerne har abraderet eventuelle spor. Houmark-Nielsen (1981, 1987) kombinerer Odsherredbuerne med linien Ordrup Næs-Sejerø-Samsø. Men selv om man (hvad der næppe er holdbart) ser bort fra den sammenhængende isbevægelses-'vifte' på figur 20, kan man stille dette spørgsmål: Bjergsted morænen og Bregninge sletten kan vist umuligt være overskredet af et isfremstød mod Odsherred? De kunne være yngre; men hvorhen fortsatte den unge Bjergsted isfront da? Jeg tror, man må acceptere, at Hindsholm-Samsø-Sejerø linien repræsenterer Bælthav-isens ydergrænse, sådan som den så ud før det 'ekstra' fremstød, og at dette – Vejrhøj fremstødet – lokalt overskred den nu forhenværende ydergrænse.

Israndsviften SØ for Store Åmose

Dette landskab blev undersøgt af Humlum (1976, 1983). Som nævnt i indledningen blev Milthers & Rørdam (1900) og Milthers (1943, 1948) dermed korrigeret på en lang række punkter, og landskabsudviklingen blev sat ind i en klar sammenhæng, som i virkeligheden rækker helt ned til Haslev.

Till-fabrics, push-studier og andet førte Humlum til den opfattelse, at de bakkerækker, der kan følges

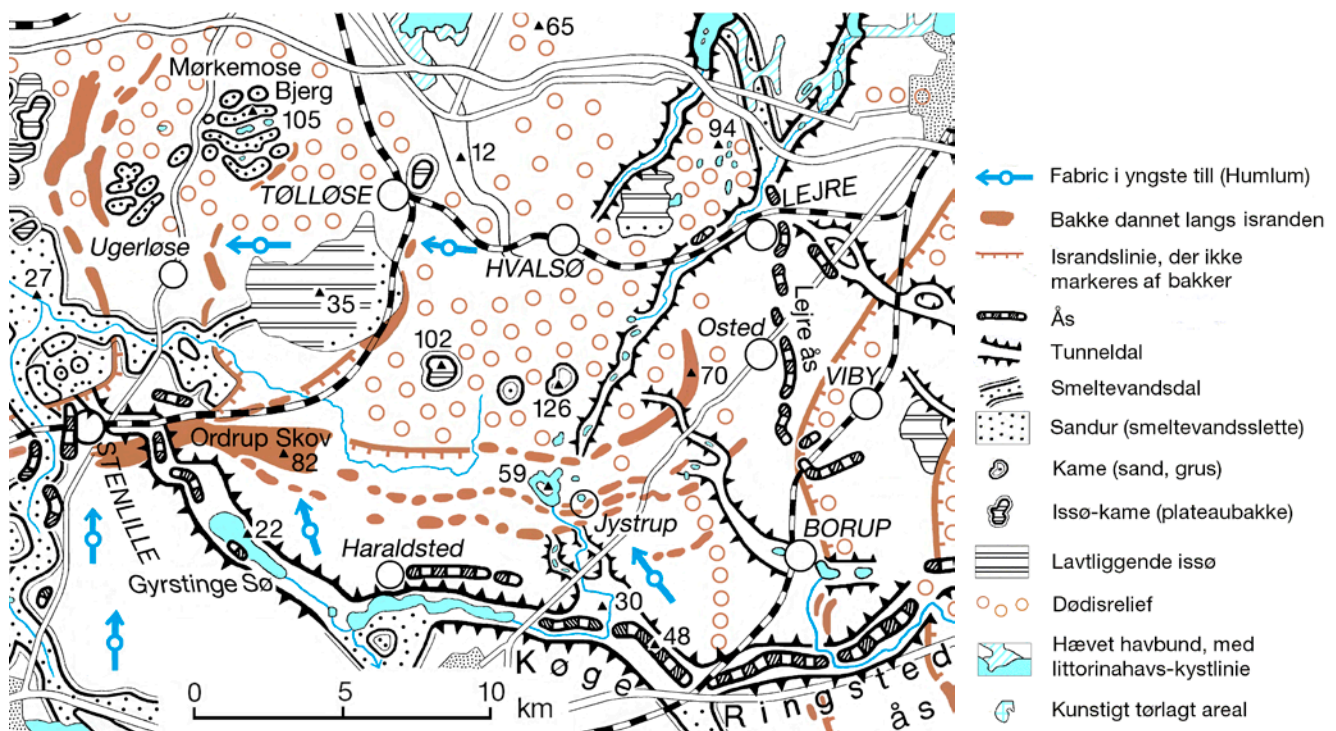


Fig. 21. Israndsviften' i Midtjylland, som den blev kortlagt af Humlum (1976). Den beskrives side 19-22. 'Viften' er ungaltisk. Da den blev dannet, lå der uden tvivl store mængder ældre dødis under de yngste till-lag i egnen. Senere, da klimaet blev varmere, smeltede denne is og lod det nærmest kaotiske, regelløst kuperede landskab komme til syne – herunder de NØ-SV-løbende dale (jfr. side 23), der ligger på tværs af et åbenbart yngre system ved Jystrup, Borup og Viby. Først med Humlums (1976) indsats kunne en opklaring af det komplicerede landskabs genese gøre fremskridt.

fra Tømmerup ved Kalundborg via Svebølle, Niløse, Nyrup og Ordrup Skov til Jystrup, er israndsdannelser; de vises på figur 20, 21 og 22. Strøget er en fortsættelse af kame-zonen på det nordlige Røsnæs, og også de fleste af bakkerne i striben længere inde i landet er kames. De har et rundagtigt eller langagtigt omrids og ligger flere rækker bag hinanden, men enkeltvis, 'som perler på snore', på den lavere flade der omgiver dem. Det indre kan bestå af smeltevandssand/-grus eller issø-ler i uforstyrrede lag. Deres opståen belyses af figur 14, tegnet efter Boultons blokdiagrammer (1972). Enkelte steder, f.eks. syd for Store-Merløse (Ordrup Skov) og ved Jystrup-Ebberup Skov hænger de sammen til egentlige randmorænelandskaber.

Nogle af bakkerækkerne spalter fra og løber nordpå, så resultatet bliver at et 'bundt' rækker fra Røsnæs splittes op i en 'vifte' sydøst for Store Åmose (Fig. 20, 21, 22, 23, 35). Den vigtigste viftegren løber forbi Undløse, med et randmorænelandskab vest for Søndersted. Jeg har på figur 23 og 35 antydnet en fortsættelse mod Holbæk, langs en markant grænse mellem dødisformer mod sydøst og en jævn slette med 'drumlinisering' mod NV. En grænse mellem aktiv og inaktiv is

er ikke noget bevis for eksistensen af en israndspøtition, men her samvirker den med, at Houmark-Nielsens (1987) till-fabric analyser omkring Isefjorden viser en yngste isbevægelse fra SSØ; isranden må have ligget vinkelret herpå.

Figur 21, 22 viser to 'viftegrene' mere øst for Undløse. Den vestlige følger den markante randmoræne 'Bonderup bakken' ved Ugerløse, den østlige løber øst om Tysinge sletten ved Kirke Eskilstrup. Sletten (12 km²) er et issøbassin med aflejringer af stenfrit ler i midten og langs nordsiden og en sandflade ved østsiden. Sandfladen skræner svagt op mod en ryg, der danner bassinets østbred; her har isranden øjensynligt ligget.

Israndshjørnet ved Stenlille – Linien Undløse–Holbæk er som nævnt den vigtigste af de 'viftegrene', Humlum har påvist, dvs. at den må have eksisteret i længere tid end de øvrige. Figur 22 viser landskabet i hjørnet mellem de ca. vinkelret på hinanden stående linie-afsnit vest og nordøst for Stenlille. Nordvest for linien (= uden for isranden) ligger et område med kames, omgivet af en lavere liggende flade, der også er en smeltevandsslette. Samlet set er der tale om et sandur-

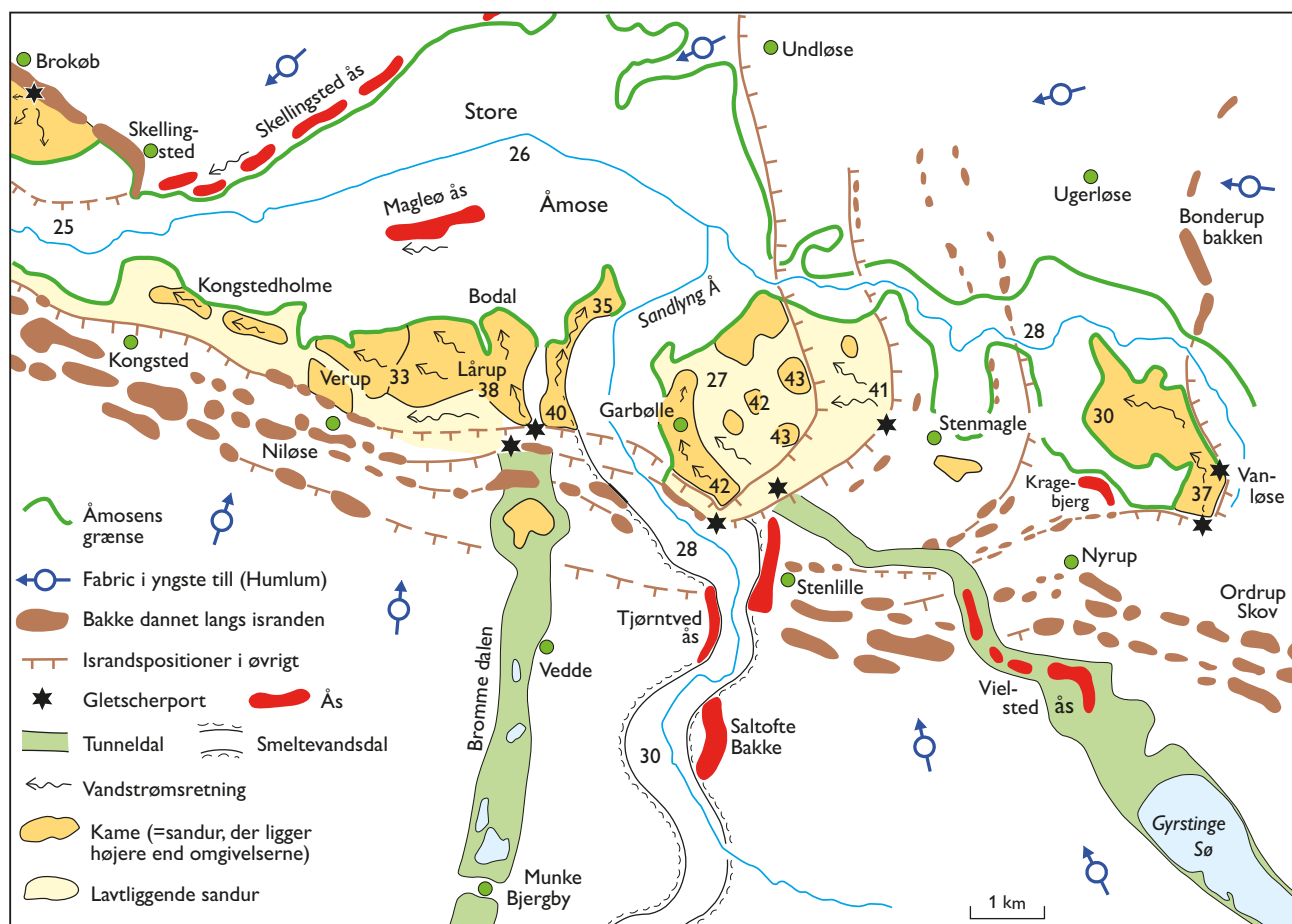


Fig. 22. Israndshjørnet ved Stenlille er en vigtig brik i Sjællands istidshistorie. Humlums arbejde (1976) var et afgørende bidrag til en sammenhængende og klar tolkning.

landskab, men dødis har sløret billedet. Gruppen af kames må repræsentere et stadium med dødis mellem bakkerne; den lavere slette må være fra et lidt yngre stadium, hvor det meste af dødisen var smeltet. De fleste af kamebakkerne har overflader, der flugter med hinanden (43 m o.h. mod SØ, lavere mod NV). Den

største kame er Garbølle-plateauet, hvis sydlige del er ét stort grusgravs-landskab. Langs vejen herfra nordpå kan man iagttage aftagende kornstørrelse og aftagende højde over havet. Landsbyen Garbølle ligger på sand, med granplantninger og et sommerhuskvarter. Der er altså ingen tvivl om, at smelte vandet løb

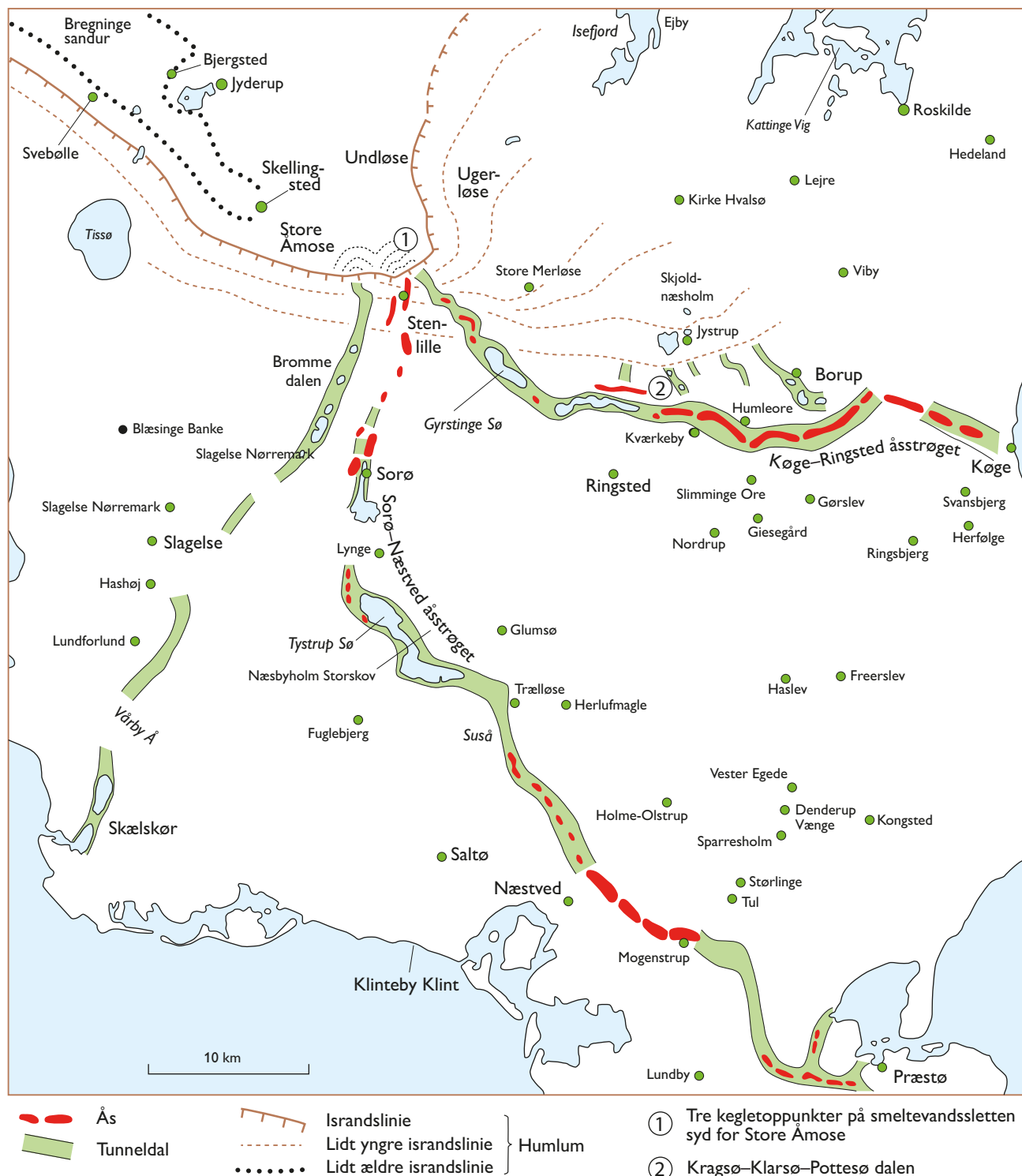


Fig. 23. Sydsjællands tunneldale og ås. Forståelsen af Stenlille-hjørnet har følger for hele dette område, se side 20-22.

mod NV. Ved plateauets SØ-hjørne har der ligget en gletscherport, præcis ud for nordspidsen af Tjørntved ås. På den lavere flade findes det groveste grus ved de to sydlige stjernesignaturer; til begge sider fra disse punkter aftager kornstørrelsen. I det stadium har der åbenbart eksisteret to gletscherporte, den ene ud for Tjørntved ås og den anden dér, hvor Stenlille åsens nordspids møder enden af en uregelmæssig dal (= tunneldal), der lidt længere mod sydøst rummer Vielsted ås.

Ved Lårup 3,5 km vest for Stenlille findes Bodal smeltevandsslettens højeste punkter, præcis ud for Bromme tunneldalens nordlige endepunkt. Et par km nordøst for Stenlille må der have ligget endnu en gletscherport, ved den lave flades højeste punkt (41 m). Det betyder, at der i alt har eksisteret fire betydelige gletscherporte i og nær israndshjørnet – en placering, der svarer til det glaciologisk set forventede (jfr. Smed 1995). Den mest opsigtsvækkende sammenhæng er imidlertid, (1) at Vielsted ås er den nordvestligste del af det ås-tunneldal strøg, der kan følges via Gyrstinge–Haraldsted til Køge, (2) at Stenlille og Tjørntved åse er de nordligste led i det ås-kame-tunneldal strøg, der kan følges via Sorø over Tystrup Sø til Næstved–Mogenstrup–Præstø, og (3) at Bromme dalen med visse afbrydelser kan følges via Slagelse til Skælskør (Fig. 23). Hverken de to åssystemer eller Bromme dalen kan følges længere nordpå end til Stenlille israndsstrøget. Der er næppe nogen tvivl: Bromme dalen, Sorø–Næstved–Præstø strøget og Gyrstinge–Køge strøget er samtidige og dannet (eller deres dannelse er i hvert fald begyndt) mens isranden lå ved Røsnæs–Stenlille. De tre strøgs indbyrdes afvigende retninger kan forklares ved Stenlille-hjørnets eksistens, jfr. det velkendte israndshjørne ved Hald Sø i Jylland. Der er tale om et tilbagesmeltnings-stadium af Bælthav-isen. Man kan slutte heraf, at Køge ås hører til Bælthav-stadiet. Hele Sydsjælland var opland for de vandstrømme, der løb ud i det fri nær Stenlille og fortsatte ud over Åmosen og via Bregninge ådal til Saltbækvig (Fig. 16).

Det er værd at overveje, hvorfor israndslandskabet syd for Store Åmose blev overset trods terrænets vidnesbyrd. En årsag må være, at det er umuligt at erkende en isrands-zone fra Røsnæs til Stenlille, hvis Røsnæs tolkes som skubbet op fra nordsiden. Landskabstolkningen blev desuden hæmmet af, at der ligger et fremtrædende bakkedrag (Kløveshøj, 100 m o.h.) på tværs af linien (se figur 4). Kløveshøj er sandsynligvis en randmoræne, da den har en parallelskulptur i overensstemmelse hermed, men den må være ældre end yngste is. Man var ikke bevidst om den mulighed, at landskabsformer kunne 'overleve' isoverskridelser. Humlum (1976) opdagede, at kamebåndet fra Røsnæs ved Buerup fortsætter 'uanfægtet'

op over Kløveshøj-bakken, sådan som det er antydnet på figur 20.

Vejrhøj fremstøders videre skæbne

Odsherred–Bjergsted isfremstødet var vidt forskelligt fra den samtidige storebæltsgletscher. Landskabet ser anderledes ud (vældige randmoræner kontra rækker af kames), og linierne forløber anderledes (en bueguirlande kontra en på Sjællands siden næsten ret linie); fremrykning og afsmeltning foregik også anderledes.

Aflejringen af den yngste till på Røsnæs repræsenterer et genfremstød (en revitalisering) af Bælthav-isen, men hvis det her tegnede billede er rigtigt, blev storebæltss-loben kun 2–4 km længere, og israndens nye forløb var stort set parallelt med det forrige. Vejrhøj–Bjergsted-istungen stødte derimod frem i en ny retning. På grund af de store randmoræner har man kaldt fremstødet 'kraftigt' – det må hentyde til stor bevægelseshastighed, hvad der ifølge glaciologien betyder stor istykkelse og stejl isfront. De ord dækker imidlertid kun over 'noget vi tror' – ikke viden. Hvad vi derimod ved, er, at dette 'hurtige, kraftige' fremstød gik i stå ved sit nyopsatte, eneste store randmoræne-strøg og derefter næsten ikke rørte sig – ingen yderligere fremrykning og ingen gentagelser af præstationen. Dertil, at det næste der skete, var at isen sank sammen og langs størstedelen af sin rand (Højby–Svinninge og Eskebjerg–Skellingsted) efterlod en dødisbræmme, der er bredere end noget andet sted i Danmark (5 km). Derefter smeltede hele tungen af – i første omgang til det ganske vigtige Stenlille stadium, men senere helt til Jystrup. Den af Humlum (1976) påviste isrands-vifte (Fig. 20, 21, 22, 23, 35) viser, at det skete hurtigere end i Storebælt. Da isranden var rykket 45 km tilbage fra Vejrhøj til Midtsjælland, lå storebæltsgletscherens rand stadig på det nordlige Røsnæs. En isrand Nordrøsnæs–Odsherred var blevet afløst af en isrand Nordrøsnæs–Jystrup.

Ifølge Humlum minder denne begivenhedsrække i så høj grad om, hvordan det fra nutiden kendte fænomen et glacier surge (en 'galopperende gletscher') udvikler sig, at en mistanke om noget lignende som baggrund for Odsherredbuernes opståen melder sig. Isfrontens udprægede guirlande-form kan måske have med surge fænomenet at gøre.

Vejrhøj fremstødets afsmeltningsforløb betød, at isfrontens retning i Midtsjælland efterhånden ændrede sig fra NV–SØ ved Bjergsted til øst–vest ved Jystrup, en drejning på ca. 140° (Fig. 21, 23). Som følge heraf drejede isbevægelsen sig også. I egnen mellem Køge og Ringsted bevægede bælthav-isen sig i Stenlille stadiet fra ØSØ; det forklarer Køge åsens

forløb, som det ses på figur 23. I slutstadiet kom isen derimod næsten direkte fra syd. Lejre ås følger den yngste retning. Milthers tolkede Lejre ås som en israndsdannelse, men den er en ås (påvist af Bondesen, personlig meddelelse) Den må være yngre end Køge ås, selv om begge er dannet under bæltthav-isen. Ved Regnemærk er Køge åsens øverste gruslag forstyrret af istryk sydfra (Jensen 1987), og både her og ved Haraldsted er till transporteret op over åskronen fra sydsiden. Ved Ortved, Jystrup og Borup drejer små tunneldale fra den større Ringsted-Køge dal mod nord, så de løber op mod kame-zonen, hvor de ender (Humlum 1976). Den lille Klarsø-Kragsø-Pottesø dal (Fig. 21, 23) er på størrelse med de fleste åse. Det ser ud til, at en tunneldals størrelse afhænger af, hvor længe dens dannelse har varet (Smed 1995). Den lille dal, og dermed kame-zonen, er dannet på kortere tid end de tre store tunneldal-ås strøg på figur 23.

Et strøg, der er rigt på store sten, løber nord-syd forbi Kværkeby og Nordrup øst for Ringsted. Lidt øst herfor ligger en lav, gruset ryg med dødisrelief forbi Giesegård og gennem skovene Humleore og Slimminge Ore. Milthers (1908) tolkede – uden tvivl korrekt – disse strøg som israndsdannelser, men Humlums fabric analyser viser, at den yngste is her bevægede sig fra syd, på langs ad ryggen. Giesegård linien (Fig. 4) og Nordrup linien må altså være overskredne israndszoner, formentlig fra nordøstisen.

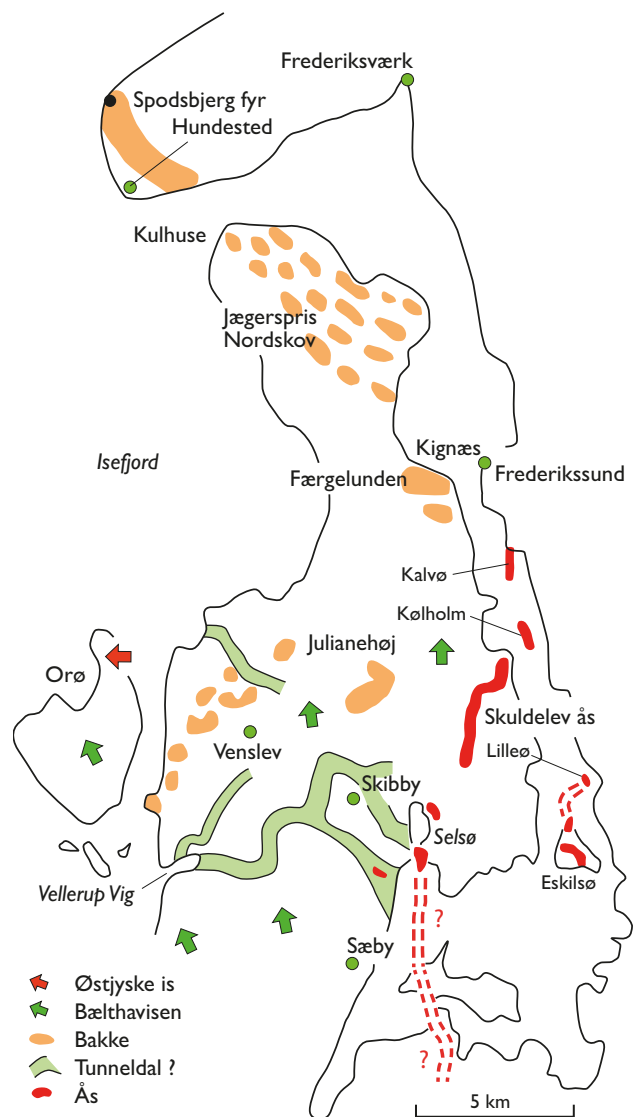
Det midtsjællandske dødislandskab

Egnen mellem Borup, Lejre, Tølløse, Ordrup Skov og Jystrup er regelløst kuperet og må tolkes som et dødislandskab (Fig. 21). Ledreborg dalen strækker sig NNØ-SSV tværs gennem området. Morfologisk er den en typisk tunneldal, skiftevis bred og smal, med blinde sidegrene, vandskel der krydser dalen og 12 søer på række. Den fortsætter mod NNØ gennem Kornerup Sø og Svogerslev Sø til det 17 m dybe bassin i Kattinge Vig i Roskilde Fjord. Under dalen findes en rende, der er skåret mere end 50 m ned i undergrunden. En dermed parallel dal, også markant nedskåret i Danien Kalken, kan følges fra en 30 m dyb rende i Lejre Vig til Kirke Hvalsø. Humlum (personlig meddelelse) har påvist en ås i Ledreborg dalens bund vest for Lejre. Den er afsat af en vandstrøm fra nordøst, nærmest i modsat retning af strømmen i den nærliggende Lejre ås. Et 'ufrugtbart', dvs. sandet og gruset strøg strækker sig fra Giesegård linien ved Humleore gennem Bastebjerg skov og Særløse Overdrev, hvor det skærer Ledreborg dalen i en ret vinkel, og derfra videre mod Kirke Hvalsø. Ingen af de nævnte former viser relation til Bæltthav-isens randlinier. Et profil i en grusgrav øst for Kirke Hvalsø viser, at også her er

Bæltthav-isens till afsat fra syd og den næstnyngste till (den østjyske) fra øst. Disse iagttagelser lader næppe tvivl tilbage om, at Ledreborg dalen og landskabet i øvrigt hverken stammer fra bæltthav-isen eller den østjyske is, men fra nordøstisen, og at det blev 'konserveret' på den side 7 omtalte måde.

Randmorænelandskabet fra Ebberup Skov til Jystrup ligger derimod i forlængelse af Humlums kame-linie og må antages at høre sammen med denne, dvs. stamme fra den ungbaltiske Bæltthav-is. Længere nordpå må israndslinien være drejet tilbage mod øst.

Det dramatiske bakkelandskab omkring Brorfelde og Mørkemose Bjerg (105 m o.h.) syd for Holbæk (Fig. 21) er tilsyneladende dannet som en stor kame-bakke, der er skåret i stykker af erosionsrender øst-vest.



Smeltevandet, der afsatte sand- og gruslagene, kom fra sydøst. Bakken dækkes af to tills og må derfor være overskredet af is mindst to gange; den kan næppe være yngre end nordøstisen, jfr. Selsing (1981).

Hornsherred

I klinten ved Kignæs (Fig. 24) kan den norske Kattegat till og den ungbaltiske Bælthav till iagttages, adskilt af smeltevandslag. Eem-lag findes i klinten ved Ejby, og Midtdanske till er iagttaget i grusgrave. Sporene af de vigtigste isfremstød findes altså i Hornsherred, men det har været vanskeligt at tolke landskabet. De mest markante bakkedrag er Julianehøj nord for Skibby og bakken ved Færgelunden over for Frederikssund, men deres genese kendes ikke. Bælthav-isens bevægelsesmønster står dog klart, idet drumlins og till-fabrics (Houmark-Nielsen 1987) danner en vifte: På Tuse Næs kom yngste is fra ØSØ, i Hornsherreds vestside fra sydøst og ved Roskilde Fjord næsten direkte fra syd (Fig. 24). De markante enkeltbakker nord og vest for Venslev (Fig. 24) ligger i uregelmæssige rækker vinkelret på denne isbevægelse, i lighed med hvordan kames og hatbakker ligger ved Korsør og på Langeland. Bakkernes indre består af smeltevandslag, som nogle steder er forstyrret af istryk. De må være dannet

på samme måde som på Langeland, i en dødisbræmme langs en Bælthav-isrand (hvis præcise placering dog ikke er påvist). Nordvest for Sæby ligger grupper af kames, som ikke viser en sådan relation og derfor må have en anden genese. Den største gruppe af små enkeltbakker ligger i Jægerspris Nordskov, hvor de danner en fortsættelse af bakkerne ved Hundested og derfor ligesom disse formentlig er led i et overskredet israndsstrøg fra nordøstisen (Fig. 4, 24, 35).

Dalen tværs over Hornsherred fra Selsø til Vellerup Vig har 'tunneldal-relief', men dens retning kan ikke afgøre, hvornår og hvordan den er opstået. 'Åsbakke' syd for Skibby ligger i en afgang af dalen. I det vestlige Hornsherred findes flere andre dalsystemer, der til nu ikke har kunnet tolkes, se figur 24.

Skuldelev ås forløber næsten i Bælthav-isens lokale bevægelsesretning (Fig. 24, 35), idet den dog stræber ud mod en stor lavning, nemlig Roskilde Fjord – en normal tendens for et subglacialt vandløb. Åsens materiale er baltisk, og det vand der afsatte den, løb fra syd mod nord. Bondesen (personlig meddelelse) gjorde opmærksom på, at den fortsætter over Kølholm til Kalvø ved Frederikssund. Længere sydpå ligger en snoet sidegren fra Eskilsø til Lilleø (Fig. 24, 25). Det er påvist, at fjorden følger en brudlinie i undergrunden, men smeltevand under Bælthav-isen har åbenbart eroderet langs denne, se også Svendsen (2008).

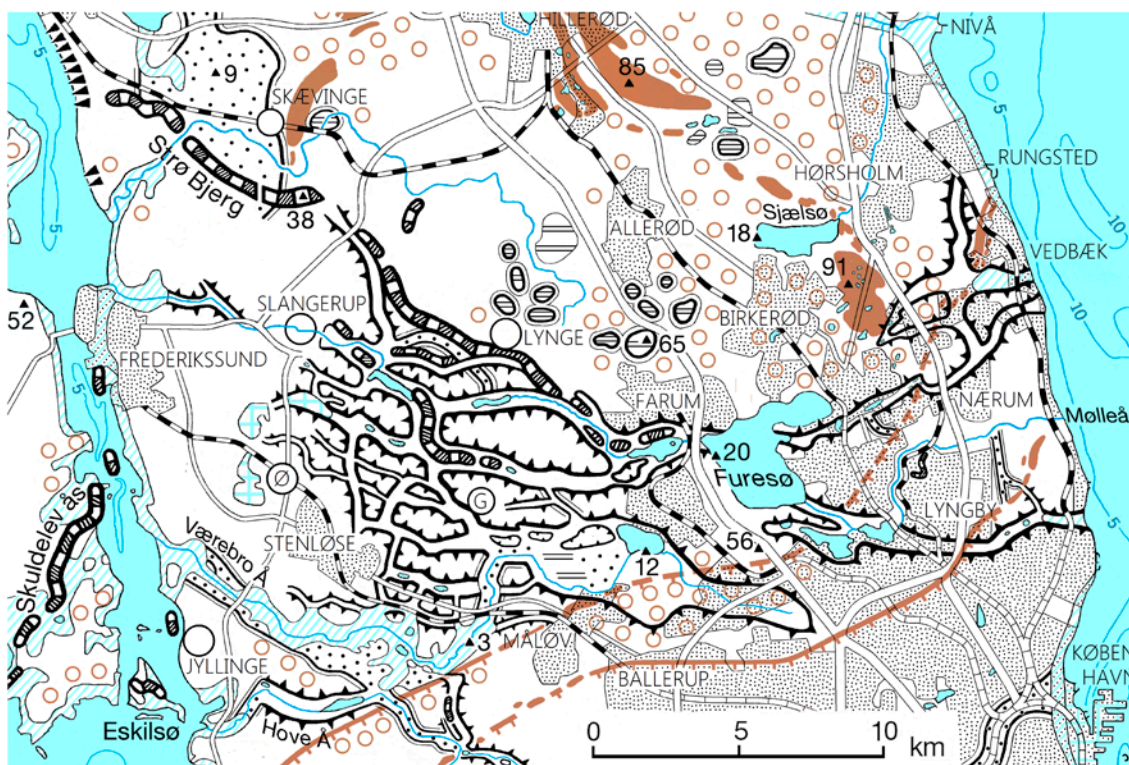


Fig. 25. Nordsjællands tunneldale og åse. Tunneldalene omtales side 11 og 25, Strø Bjerge og åsene i dalene side 26, Skuldelev ås og Roskilde fjord side 24, Gribskov-randmorænerne side 5 og 25, og israndszonen Hove–Måløv–evt. Vedbæk side 30. G: Ganløse, Ø: Ølstykke. Legende: se Fig. 21.

Nordsjælland

Derved skal forstås halvøen nord for København–Roskilde. I betragtning af det store antal uddannelsesinstitutioner og skoler her er det ærgerligt, at Nordsjælland er et eksempel på optræden af landskabsformer fra tre forskellige isfremstød mellem hinanden, uden klar indbyrdes sammenhæng. Området blev karteret af Rørdam (1893, 1899).

Pushstudier og till-fabric analyser (Berthelsen i 1970'erne; Houmark-Nielsen 1987, 1990) i hele området viser, at den yngste is, Bælthavisen, kom fra SSØ og overskred hele halvøen. Man kan dog næppe komme uden om, at Gribskov randmorænerne må stamme fra nordøstisen. Dette strøg af stenede grusbakker strækker sig fra Gribskov mod SSØ gennem skoven Store Dyrehave til Rude Skov ved Birkerød (Fig. 26, 35). Det kan siges at udgøre 'Nordsjællands ryggrad', en ufrugtbar stribe der aldrig har været opdyrket, og hvor egnens højeste punkter ligger. Kinnediabaser, granatamfibolitter og gnejser overvejer i stenmaterialet; den is, der bragte dem, kom via Vest-sverige og krydsede Øresund fra nordøst. Der er en interessant detailtopografi: Yderst, fra Lille Sverige til Gadevang, ligger rækker af skarpt markerede, 'egentlige' randmoræner. Bag (nordøst for) dem findes en bred, mindre markant ryg fra Kirkelte til Nødebo; også den ryg har gruset jordbund. Det kan tænkes, at den brede bageste ryg er opstået subglacialt (lodge moraine, side 27). Foran (SV for) Gadevang bakkerne ligger en lavning med moser og våde enge, hvor Pøleå og Hesselmosen Å i dag løber. Her har formentlig ligget dødis (isens afsnørede randparti). Vest for bakkesystemet findes – fra Hammersholt til Birkerød – store områder med lagdelt sand og grus dækket af yngre till, formentlig en isoverskredet sandur (Svendsen 2010, 2011; Andersen 2012; jfr. Fig. 26).

Både øst og vest for Gribskov-strøget finder man andre bloksammensætninger, ved Øresund f.eks. mange baltiske sten. Også på andre punkter mangler randmorænerne forbindelse med det omgivende landskab, f.eks. løber ingen åse eller drumlins ind mod dem. Randmorænerne blev som nævnt ikke udglattet af ungbalt-isen. De blev derved nøglen til forståelsen af, at gammel dødis kunne 'overleve' yngre isoverskridelser og på den måde 'konservere' ældre landskaber.

I Milthers' fremstilling fra 1935 opfattes landskabet mellem Gribskov og Roskilde Fjord som præget af is fra nordøst eller øst (Milthers 1935). De former, han byggede sin tolkning på, eksisterer – men Berthelsens (1973), Houmark-Nielsens (1981, 1987, 1990) og Sjørrings (1973, 1974) indsats har vist, at mange af dem må være ældre end den yngste is, og at former dannet fra SSØ til gengæld blev overset. Der er endnu ikke gennemført revision af samtlige detaljer. Nogle eksempler kan illustrere debatten.

Bakkerne ved Hundested er et overskredet nordøstis-landskab ligesom Gribskov. Klinten ved Spodsbjerg fyr blev undersøgt af Sjørring (1974). Konklusionen var, at nordøstisen har frembragt istrykforstyrrelser og afsat den till, der dominerer profilet. Kun foroven i klinten findes små spor af ungbaltisk till.

Bakkerækken ved Heatherhill løber SØ–NV, vinkeletret på kysten. Den blev af Andersen (1950) tolket som en ås, Rågeleje ås, dvs. den er dannet under Bælthav-isen. Den ligger i en lavning, der så må tolkes som en tunneldal.

Tunneldalene mellem Farum og Stenløse omtales side 11 og vises på figur 25. De dominerer hele egnen,

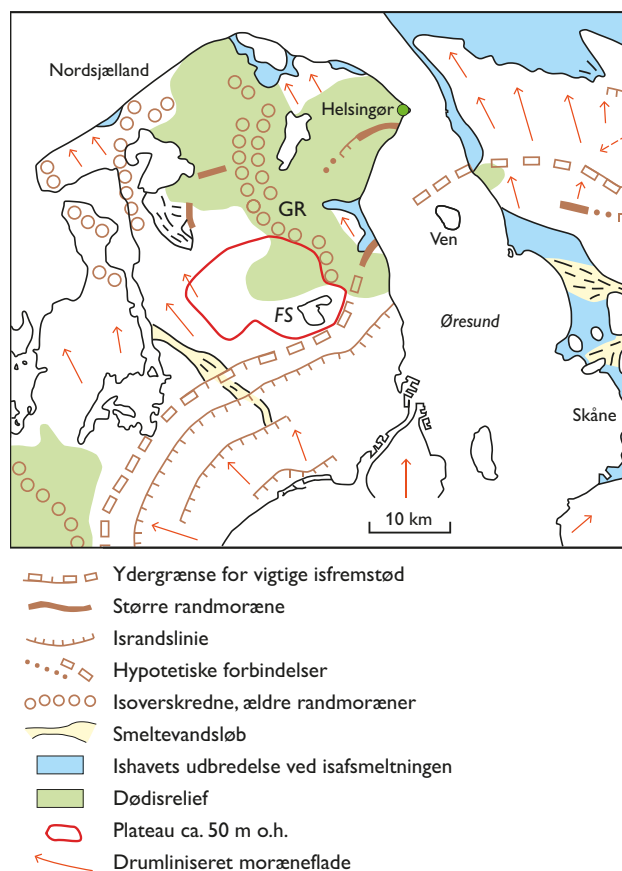


Fig. 26. Skitse af Øresunds omegn. Det med rødt omrids markerede område er et plateau ca. 50 m o. h., som på alle sider begrænses af skrænter nedad mod lavere liggende terræn. Under plateauets ungbaltiske till ligger gruslag med mellemsvenske blokke; grusets grænse falder de fleste steder sammen med terrænskrænten. Beliggenheden lige foran Gribskov-randmorænerne (GR) sandsynliggør, at der er tale om en sandur afsat foran denne israndzone fra Midtdanske is. Tunneldalene skærer sig ned i plateauet. Det samme gør Furesøens (FS) bassin. Søen er 36 m dyb; bunden ligger ca. 65 m lavere end søens omgivelser. Man har ment, at søen måtte ligge i en grav-sænkning, men Svendsen (2008, 2010) støtter ikke denne opfattelse.

og deres dannelse og alder er stadig omdiskuteret. Detaljer kan findes hos Nielsen (1965). Milthers mente, at der måtte ligge en israndslinie ved systemets vestlige ende. Der er dog ikke andre spor efter en sådan linie end dalenes endepunkter. Dalene skærer sig markant ned i den smeltevands-grusslette, der ligger under den ungbaltiske till. Grussletten tolkes (jf. ovenfor) som en sandur, dannet foran Gribskov isranden (Fig. 26). De dale, der er eroderet ned i sanduren, må være yngre end denne. Detailrelieffet (længdeprofiler, 'shunts', åse) viser, at de må være udformet under isen, ikke under åben himmel.

Åsene i dalene (Farum ås, Ganløse ås, Uggeløse ås) udgør et samlet system, der stræber op imod Strø Bjerger. Åsen ved Buresø viser f.eks. denne tendens ved at følge en tværdal mod nord. Brandt (1993) har imidlertid vist, at Strø Bjerger er ældre end Bælthav-isen. Brandts artikel kan opsummeres således: Nederst ligger et groft gruslag afsat af en vandstrøm fra NØ; derover en till med et ret højt indhold af palæozoiske kalksten; derover varvigt ler og silt, der opefter går over i finsand / sand afsat af strøm på langs med åsbakken, og endelig øverst en till, der tolkes som afsat af bælthav-fremstødet, fordi dislokationer skabt af tryk fra SSØ dominerer i materialet under den. Det er rimeligt sandsynligt, at det fra nordøst afsatte grus er en nordøstis-sandur dannelse. Det vigtige punkt er, at den nedre till og smeltevandslagene over den dermed henvises til at stamme fra det østjyske isfremstød, hvorimod dislokationerne foroven entydigt viser, at Bælthav-isen ikke dannede bakken, kun overskred den.

Allerød kommunes istidsgeologi er undersøgt af Andersen (2012). Blandt flere vigtige iagttagelser var den mest overraskende nok, at åsen Strø Bjerger fortsætter mod sydøst forbi Lyngby til Terkelskov ved Farum, med en ås' typiske indre bygning hele vejen og omgivet af 'åsgrave' på begge sider. Et instruktivt tværsnit kan ses ved gården Store Rosenbusk. Åsstrøget er tegnet på figur 25. Det har været overset, dels fordi det mange steder kun hæver sig lidt over den omgivende moræneflade, dels fordi det dækkes af till fra Bælthav-fremstødet. Kortbilledet efterlader næppe nogen tvivl om, at åsstrøget inklusive Strø Bjerger genetisk hører sammen med tunneldalene. Hele systemet må være dannet under den østjyske is, jfr. side 11.

Strø Bjerges nordvest-ende løber sammen med 'Strandbakken' syd for Frederiksværk. Dette bakke- og drag fortsætter øst om byen til Arrenakke. Det har afglattede former, og dets forløb passer dårligt til at være dannet af bælthav-isen; det østjyske fremstød har formentlig ansvaret. Tibirke bakker og bakkerne i Tisvilde Hegn kan være en fortsættelse.

I hele Nordsjælland findes kun to bakkedrag, der rimeligt kan tolkes som randmoræner dannet af

bælthav-isen, nemlig bakkerne ved Skævinge og Hestens bakke ved Helsingør. En dal, der nok kan tolkes som bælthavis-tunneldal, løber SSØ–NNV kort inden for kysten fra Nærum til Rungsted. Det gælder her ligesom i Midtsjælland, at bælthav-isen har præget terrænet i ringere grad end den østjyske is og nordøstisen.

Bælthav-istungens nordrand stod i det senglaciale ishav ('Yoldiahavet'), der havde dækket dele af Vendsyssel og nu strakte sig sydpå gennem den østlige del af Kattegat. I takt med at gletscheren smeltede, trængte havet ind i Øresund (Richardt 1992; Richardt *et al.* 1999). I Skåne findes hævet ishavssediment, der ligesom i Vendsyssel ligger højest mod nordøst på grund af Skandinaviens hævnning: Ved Hallandsåsen 50 m o.h., ved Helsingborg 25 m og nord for Malmø 8 m o.h. (Fig. 35). Der er fundet strandlinier fra Yoldiahavet nogle steder på Sjælland, således ved Ellekilde og Nivå, og ved Tisvilde 12 m o.h. Krüger (personlig meddelelse) tolker skrænten ved Kokkedal Slot nord for Hørsholm som en gammel kystklint. Fund af 'drop till' (lag med sten, der er faldet ned fra isbjerger) omtales side 30 (Houmark-Nielsen & Lagerlund 1987). Spor efter Yoldiahavet mangler dog de fleste steder. Det kan forklares ved, at der lå udstrakte partier dødis i egnen. Store områder er dødislandskab, dvs. regelløst småkuperet med ler-plateaubakker (Rasmussen 1965a; Fig. 25, 26).

Sydvestsjælland og Lolland

Syd for Røsnæs–Stenlille linien ligger et landskab, hvor storebæltsgletscherens højre, østlige flanke efterlod seks israndszoner regelmæssigt bag hinanden mellem Kalundborg og Smålandsfarvandet. Zonerne løber NV–SØ (Fig. 35), og isen bevægede sig lokalt ind imod dem fra SV. Ophobning af materialer ved og bag isranden skabte seks halvøer: Asnæs, Reersø, Halsskov, Korsør, Stignæs og Knudshoved Odde (Hansen 1950; Hansen & Nielsen 1960; Krüger 1969, 2001).

Israndszonerne på Vestsjælland viser typiske eksempler på forskellig formudvikling langs en isfront. Push-moræner er således skubbet op foran fronten. Istrykket har skabt folder og overskydninger; materialet kan være hvad som helst, der 'lå i vejen', også f.eks. kridt eller tertiært ler. Blokmoræner er derimod lave volde, der helt eller delvis består af store sten. Blokkene er transporteret til stedet af isen; smeltevandet måtte lade dem ligge, men har skyllet det finere materiale væk. Push-moræner betyder fremrykkende is, blokmoræner stationær isrand; i begge tilfælde var isen aktiv. Isrands-kames (Fig. 14) oplyser derimod, at en bræmme bag fronten var gået i stå og blev til

dødis. Halvøen Asnæs repræsenterer en fjerde type, sandsynligvis dannet ved at isen har afsat mere bundtill (lodgement till) i en zone bag randen end længere inde. Fænomenet kaldes lodge moraine og er bl.a. dokumenteret langs öresundsglaciärens østrand i Skåne.

Asnæs linien kan følges mod sydøst til lave blok-moræner vest for Sorø (Andersen 1924). Ved Haverup og Ødemark ligger smeltevandssletter foran ryggen (Humlum 1976, 1977; Fig. 27). Nordøst for linien ligger et dødislandskab med kames, men uden israndsspor.

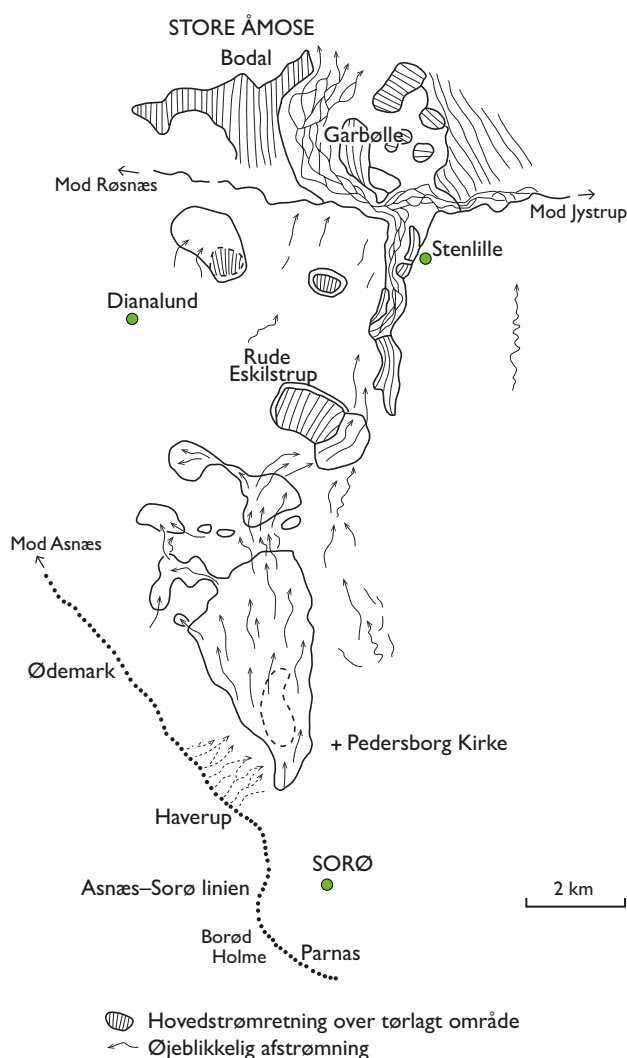


Fig. 27. Kame-landskab mellem Sorø og Stenlille, efter Humlum (1976, fig. 211). Landskabet syd for Stenlille gik over til dødisstilstand efter israndsstadiet Røsnæs-Jystrup. Der opstod større og mindre bassiner i isen, hvori smeltevand afsatte sand og grus (enkelte steder ler). Skitsen afbilder vandets strømretning i disse bassiner. Asnæs-Sorø linien er den næste påviselige israndssone efter dødisstadiet; den er indtegnet som en prikket linje.

Figur 27 (efter Humlum 1976) viser området mellem Pedersborg og Stenlille. De højeste bakker er de ældste; efterhånden som dødisen smeltede, fandt vandet lavere afløbsveje. Nogle af bakkerne er langstrakte i strømretningen og ligner åse, men er dannet under åben himmel i bassiner omgivet af is.

Ved Lynge syd for Sorø udspringer en beskeden, men smukt udformet afløbsdal (Andersen 1924). Herfra kan isranden næppe spores videre; vi ved kun, at den må være løbet mod øst, da isen her i dette stadium bevægede sig fra syd.

Reersø linien begynder ved Storebælt som push-moræne-bakker ved Mullerup og Bildsø. Længere mod sydøst følger to rækker små randmoræner forbi Fuglebjerg til Holme-Olstrup øst for Susåen.

Israndszonerne ved Halsskov, Korsør og Stignæs kan på søkort følges under Storebælt til Langeland, hvor over tusind hatbakker (se teksten til figur 14, 15) ligger i rækker bag hinanden. Vrimmelen af hatbakker fortsætter på Sjælland, fra Korsør og Halsskov via Boeslunde til Saltø vest for Næstved. Også disse linier krydser Susåen. Helheden tegner et billede af en istunge, der gik i stå langs randen, dannede en dødisbræmme og derefter kortvarigt reaktiveredes. I litteratur fra før 1980 omtaltes 'Langelands-fremstødet' som vigtigt og bæres med bogstavet F, idet man mente, at det havde afsat en særlig 'moræne F' (till F). Det må pointeres, at denne opfattelse er fejlagtig. Bogstavet stammer fra Madsen (1928) og Richter (1937), dvs. fra en tid, da metoderne til at identificere tills ikke kendtes. Jacobsen (1975) har undersøgt Omø, Nielsen (1980) Korsør egnen og Krüger (1969) Klinteby Klint, tre områder der ligger i Langelands israndssonen eller lige bag den. Alle tre steder er Bælthav-till den yngste, der forekommer. Det betyder, at isen næppe var smeltet tilbage overhovedet inden den korte reaktivering, der forstyrrede hatbakkerne. Heller ikke på Lolland er der påvist nogen 'ekstra' till oven på bælthav-isens. Till F eksisterer altså ikke, og Langelands linierne må betragtes som afsmeltningsstadier ligesom de øvrige nævnte linier.

Isafsmeltningsens forløb over Vestsjælland viser sig i form af mange lavninger, der løber i isens bevægelsesretning. Åse forekommer i tre af disse lavninger. Bromme dalen er en typisk tunneldal (jfr. Fig. 22, 23); den rummer mellem Store Åmose og Slagelse 13 søer og afvandes af tre vandløb, hvoraf det midterste løber i modsat retning af de to andre. Ved Boeslunde og Skælskør afbrydes dalen, hvor den skæres af yngre israndszoner.

Vestsjællands åer løber i nutiden ud i Storebælt, men i istidens sidste kapitel spærrede storebæltsgletscheren for den mulighed. Røsnæs og Asnæs linierne tvang således afløbet fra Åmosens sandur-slette til at løbe ud i Saltbæk Vig via en dal gennem Bregninge

sletten (Fig. 16), og der opstod en bred afløbsdal fra Sorø egnen langs Sandlyng Å til Åmosen (Fig. 22). Tilsvarende, mere beskedne eksempler findes fra Slagelse til Tissø (tvunget af Reersø linien) og fra Saltø til Vårby Å (tvunget af Langelands linierne).

Spredt i landskabet ligger nogle højedrag, der må stamme fra ældre isfremstød og blev overskredet af Bælthav-isen. Det største strækker sig fra Lundforlund over Hashøj (91 m o.h.) til Slagelse Nørremark. Den ydre form er langstrakt, men udjævnet, og bakken dækkes af et ensformigt till-lag. Der ses ingen forbindelse til bælthav-isens randlinier. Klint & Gravesen (1999) tolker bakkedraget som et randmorænestrøg fra den østjyske is (Fig. 4). Kløveshøj ved Tissø (jfr. side 22), Saltofte bakke ved Svebølle, Urhøj ved Svalerup og Blæsing Banke nord for Slagelse har samme karakter. Blæsing Banke indeholder grus med svenske blokke. Yderligere detailstudier fra SV-Sjælland findes hos Andreassen *et al.* (1981b) og Olsen (1996).

Knudshoved Odde ved Vordingborg er bælthav-isens sydligste påviste randlinie i Danmark. Halvøens pushmoræner er små og kan højst vidne om en beskedne is-revitalisering (Krüger 1969, 1971, 1983, 1989, 2001). Randmorænen kan følges mod vest på søkortene via Venegrunde til Stålgunde, hvor bakkerækken passerer Ståldybs nordlige endepunkt, og videre i form

af en stribe med uregelmæssigt relief uden for Lollands kyst til Enehøje (Fig. 28). Ståldyb er den undersøiske fortsættelse af Sakskøbing dalen, som formodes at være en tunneldal. Enehøje er en sand-kamebakke, dvs. med denne tolkning en isrands-kame.

Lolland lå omtrent midt under Bælthav-istungen. Stort set hele øen er 'drumliniseret moræneflade' med lave, langstrakte former af samme art som dem i Skåne og på Nordøstfyn (Fig. 8, 28; se også Pedersen & Rasmussen 2000). Især på øens sydlige del er 'striberne' ekstremt regelmæssige og retliniede – nogle kan følges over 20 km, selv om de kun hæver sig 2 eller 4 m over omgivelserne. Det er veldokumenteret ved hjælp af till-fabrics og fund af store sten med skurestriber, at de løber i isbevægelsens retning (Andersen 1957). Striberne bøjer nordpå i øens nordlige del og tenderer derved mod at 'passe til' israndszonen ved at løbe vinkelret ud mod den. Det kan tolkes som, at striberne er dannet i dette sene stadium. Seks åse og et tunneldalsystem følger isbevægelsens retning. Enehøje (jfr. ovenfor) ligger vinkelret på striberne i Nakskov egnen.

Under Lollands till-dække ligger – i hvert fald en del steder – smeltevandsgrus fra nordøstisen. Nordøstis-till er også påvist. De næsten cirkelrunde fordybninger i landskabet ved Birket (Ravnsby Bakker) skyldes smeltning af dødispartier i nordøstis-gruset (Fredericia 1979). Fordybningerne 'samler sig' ved Vesterborg til en dal, som selvfølgelig tvangfrit kan tolkes som 'konserveret' tunneldal fra nordøstisen.

Østsjælland

Milthers (1908) beretter, at man i klinterne mellem Køge og Bøgestrøm finder en nedre og en øvre till, adskilt fra hinanden af smeltevandslag eller af en skarp grænse. Den nedre till beskrives som rig på sort flint og brokker eller stedvis store flager af skrivekridt. Nærværende forfatter genkender disse forhold bl.a. fra Fakse Ladeplads, se figur 5. Det generelle billede (skrivekridtflager, sandklodser, stort indhold af skånebasalt og granatamfibolit, kun lidt ölandskalk) viser, at den 'nedre till' er den Midtdanske, dvs. den repræsenterer nordøstisen. Ved Strandegård Dyrehave ligger en godt metertyk Ristinge till ('gammelbalten') under den Midtdanske, og under den igen træffes ler fra Eem interglacial (Ødum 1933; Petersen & Konradi 1974; Berthelsen *et al.* 1976). Den 'øvre' till er med sikkerhed ungbalten, som her tilsyneladende repræsenterer både det østjyske isfremstød og bælthav-isen uden afsmeltning imellem, jfr. side 11. Allerøverst ligger en 'ekstra' till-bænk, der er noget over 1 m tyk, ofte rødlig og 'brokket' (stærkt opsprækket); mere herom side 30.

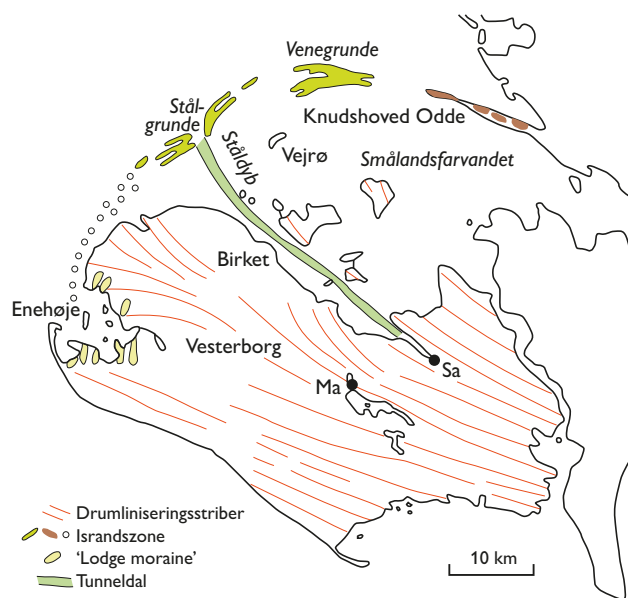


Fig. 28. Geomorfologisk kort over Lolland. Skitsen viser de side 28 omtalte drumliniseringsstriber og den foran disse liggende israndszone fra Knudshoved Odde gennem Smålandsfarvandet. De små cirkler markerer den 'urolige' stribe, der forbinder Stålgunde med øen Enehøje. Nogle lave terrænhøjninger omkring Nakskov fjord løber vinkelret på striberne. Den rimeligste forklaring er, at de er 'lodge moraines', se omtalen under Asnæs side 27. Ma: Maribo, Sa: Sakskøbing.

Skrivekridt er udbredt som basis for Kvartæret under havet ud for Stevns, Fakse og Møn, mod nord til midten af Køge Bugt. En linie fra udbredelsens nordspids mod sydvest vil gå ca. gennem Køge og Næstved. Sydøst for denne linie – dvs. dér hvor nordøstisen har kunnet passere direkte hen over kridtoverfladen – finder man en mængde kridtflager i landskabet; nordvest for linien er de mindre almindelige. Jacobsen (1981) viste, at Sparresholm højdedraget øst for Næstved er en serie pushmoræner skubbet op af nordøstisen. De enkelte bakker er parallelle VNV-ØSØ (Fig. 4). Kridttrig till træder frem i mange af bakketoppene; brokker og flager af rent skrivekridt findes i terrænoverfladen f.eks. ved Vester Egede og i Denderup Vænge. Mod nordøst ligger endnu et højdedrag af samme art, fra Kongsted til Strandegård Dyrehave. Bakkerne ved Størtinge og Tul er storstenede og har markante randmoræneformer, men må trods det anses for isoverkredne. Ingen af disse bakkerygge viser nogen relation til bælthav-isens randlinier.

Den faststående kalks overflade falder (undtagen i Fakse banke) mod vest, fra 40 m o. h. i Stevns Klint til 10 m o.h. få km vest for Store Heddinge. Ved Sparresholm ligger den nær havets overflade, højdedraget består altså helt igennem af Kvartær med kridtflager.

Krüger (1969) har vist, at den såkaldte 'sydsjællandske grundryg' fra Herlufmagle øst om Næstved og Lundby til Ørslev ved Vordingborg også må være en nordøstis-push-moræne. 'Grundryggen' fortsætter mod nordvest forbi Glumsø til Næsbyholm Storskov. Ved Trælløse ligger en lav ryg, der hovedsagelig består af brokker af Danien Kalk. Brokkernes lithologi og fossilerne i dem svarer til den faststående kalks ved Herfølge; det må tolkes som, at brokkerne er istransporteret fra nordøst.

Østsjælland-fremstødet – Det er omtalt, at israndslinierne ved Giesegård og Nordrup blev overskredet af Bælthav-isen fra syd. Jystrup linien overskæres imidlertid lidt længere mod øst af endnu to randmorænestrøg nord-syd. Ringsbjerg bakker sydvest for Køge er den mest markante af disse rygge, en typisk randmoræne med uregelmæssige lagvekslinger, der må tolkes som istrykforstyrrelser. Ringsbjerg linien kan spores nordpå øst om Borup, Viby og Roskilde til Ballerup; en stedvis tydelig linie løber 3–4 km vest for den, fra Gørslev øst om Borup og derfra via Roskilde, Gundsølle og Hove til Måløv, se figur 21, 25 og 35. Den vestligste linie er markant omkring Hove, i form af en stærkt stenet zone med uregelmæssigt relief. De to linier er iøjnefaldende parallelle, danner koncentriske cirkelbuer om Køge Bugt og hører øjensynligt genetisk sammen. Foran den yderste ligger flere steder sandur-sletter (smeltevandssletter) med tydelige kegletoppunkter, der ikke har været overskredet af yngre is, således ved Freerslev nær Haslev og langs Værebros

Å vest for København. Man må opfatte dette israndssystem som 'friskt' (ikke overskredet), da det har de egenskaber, de overskredne morænerygge mangler: Forbindelse til omgivelserne i form af de nævnte sandur-sletter og i form af åse, der i let genkendelig skikkelse løber op mod linierne og ender ved dem. Accepteres disse kriterier, må israndssystemet være Sjællands yngste, yngre end afsmeltningen fra Odsherredbuerne. Isbevægelsen har været Ø–V, dvs. et plud-



Fig. 29. De to yngste tills i klinten 1-2 km nordøst for Fakse Ladeplads. Billedhøjde ca. 2 m. Den nedre till på billedet er med sikkerhed ungbalten, da der er foretaget fabric analyser og ledebloktælling i den. Et lyst lag af smeltevandssand adskiller den fra en overliggende, noget over 1 m tyk, rødlig till-bænk, den i teksten side 28 og 29 omtalte 'ekstra'. De to tills har forskellig struktur; den øvre er 'brokket', den nedre danner et glat klintprofil. Sandstriben og strukturforskellen kan følges gennem hele klinten. Se også Fig. 30.

seligt spring på 90° i forhold til den påviste S-N-bevægelse vest for. Det kan kun lade sig gøre, hvis Bælthav-isen smeltede af og nogen tid senere afløstes af et nyt isfremstød. Den tolkning støttes af en række andre træk. Jacobsens (1985) undersøgelse af Hedeland (4 og 6 km inden for de to nævnte linier) førte til påvisningen af en till afsat fra SSØ, klart nok identisk med Bælthav-isens, men ved Hedeland er den ikke den yngste; en 'tynd, udkilende till afsat fra SØ' ligger oven på den. Bevægelsen fra sydøst går vinkelret ind mod de to koncentriske liniers lokale forløb og bør nok tolkes som sammenhørende med dem, især da en sådan till ikke optræder på nordligere lokaliteter, hverken på halvøen Bolund (nærværende forfatter) eller hos Nielsen (1987).

Også ved Fakse findes en tynd 'ekstra' till oven på den normale ungbaltiske. Figur 30 viser, at ungbalt-till'en har ligget under åben himmel, inden en 'ekstra' is overskred den og afsatte den rødlige till øverst i fotografiet. I klinten på Møns sydkyst er billedet, dér hvor en skillelinie kan ses, det samme: En brunlig, normalt udseende ungbaltisk till og øverst en tynd, rødlig, ofte opsprækket 'ekstra'.

Israndszonen kan ikke spores videre fra Måløv gennem det regelløst kuperede dødistræen ved Hareskov, men ved Vedbæk eksisterer en bakkestribе med nedlagte grusgrave, som kunne repræsentere en fortsættelse. Milthers (1943) erkendte at der ikke findes israndsspor mellem Vedbæk og Helsingør; en øresundsgletscher med 'snude' ved Helsingør kan næppe have eksisteret. Derimod kan en linie fra Vedbæk nord om Ven tvangsfrit forbindes med Malmö till's

nordgrænse ved Glumslöv (Fig. 26, 35). Hermed rammer vi ind i de skånske geologers diskussion, se under Malmö till side 11. Den 'ekstra' till ved Fakse og Hedeland kan meget vel være lig med Malmö till. Af Barths (2011) to unge 'syd-tills' ved Vellinge (se side 11) blev den nedre afsat fra SSØ og tolket som lig med Bælthav; den øvre var afsat fra SV, en retning, der stræber ind mod Malmö-till-isens randlinier i egnen og dermed viser, at der er tale om Malmö till, jfr. Adrielsson (1984). 'Øresunds'-istungens geometri (se Fig. 11 og 31) gør det nærmest umuligt, at denne yngste is ikke også skulle have dækket Fakse Ladeplads. Den 'ekstra till' oven på Bælthav er til nu fundet fire steder vest for Øresund (Fakse, Hedeland, Møn og Gedser). De berørte egne er imidlertid ret fattige på profiler, der er f.eks. ingen kystklinter mellem Vedbæk og Stevns og kun én mellem Fakse og Kalvehave, og grusgrave er sjældne.

Konklusionen af alt dette må være, at Kågerød/Laebrink till tolkes som Bælthav-isens, og at Malmö till er yngre. Ringbergs opfattelse var anderledes; den ses af figur 32. Den røde priklinie tolkedes som en israndszone, fordi den adskiller egne, hvor landskabets materialer har nordøstlig proveniens fra egne, hvor de er tilført fra syd eller sydvest. Jeg har udtrykt skepsis, bl.a. fordi randlinie-spor langs linien næppe findes. Det afgørende træk er dog, at drumlins og unge isskuringer i Helsingborg egnen er orienteret parallelt med den røde priklinie, ikke vinkelret på den, som de skulle være, hvis priklinien var en israndszone. Det viser sig, at disse retningslementer og tilsvarende former i Smålands-isens område (øst for Bjäre halvø-



Fig. 30. Nærbillede af grænsen mellem de to tills i Fig. 29. Billedhøjde ca. 70 cm. Den nederste till viser en glattere, den øverste en uregelmæssig, brokket, let stribet eller lamineret profilflade. Farveforskellen følger striben af smeltevandsmateriale så præcist, at den næppe kan tolkes som en følge af senere forvitring. Striben består her af grus, der ligger i en lille lavning på den nedre till's overflade, sikkert et fossilt strømløb. Kridtstumperne øges i antal ned efter i den nedre till. Den nedre till har ligget som fri landoverflade, inden et nyt isdække skred frem over den, jfr. side 28.

en) drejer om imod en fælles retning fra sydøst: Bælthav- og Smålands-is afpassede sig efter hinanden, et utvetydigt vidnesbyrd om, at de udgjorde én sammenhængende ismasse. Fænomenet kan også ses på figur 35. Derfor er figur 31 konstrueret sådan, at Ringbergs linie tolkes som en skillelinie mellem svensk og baltisk proveniens dannet inde i ismassen.

Også Lagerlund & Houmark-Nielsen (1993) og Houmark-Nielsen & Kjær (2003) tegner bælthav-isens rand nord for Kullen som samtidig med en smålands-is-rand uden for Bjäre halvøen, sådan at de to ismasser hang sammen. Jeg har gennemgået de relevante kortblade (Ringberg 1976, 1980, 1984, 1986, 1987, 1995;

Daniel 1978, 1980; Adrielsson *et al.* 1981) med så stor omhu som muligt og fundet, at en mængde detaljer støtter denne opfattelse. Skurestriber bekræfter drumlinformernes signifikans. Pilene fra sydøst midt i Skåne på figur 32 og 35 viser den resulterende retning, der må opstå, når to ismasser med forskellig transportvej løber sammen.

Som et sideresultat ser man på figur 31, at den samlede Bælthav-istunge mellem Mecklenburg og Kullen var ca. halvt så lang som bred, en ratio der stemmer med isens dynamik.

Den 'skånske knude' kan altså løses således: (1) Bælthav-isen og öresundsglaciären var to forskellige;

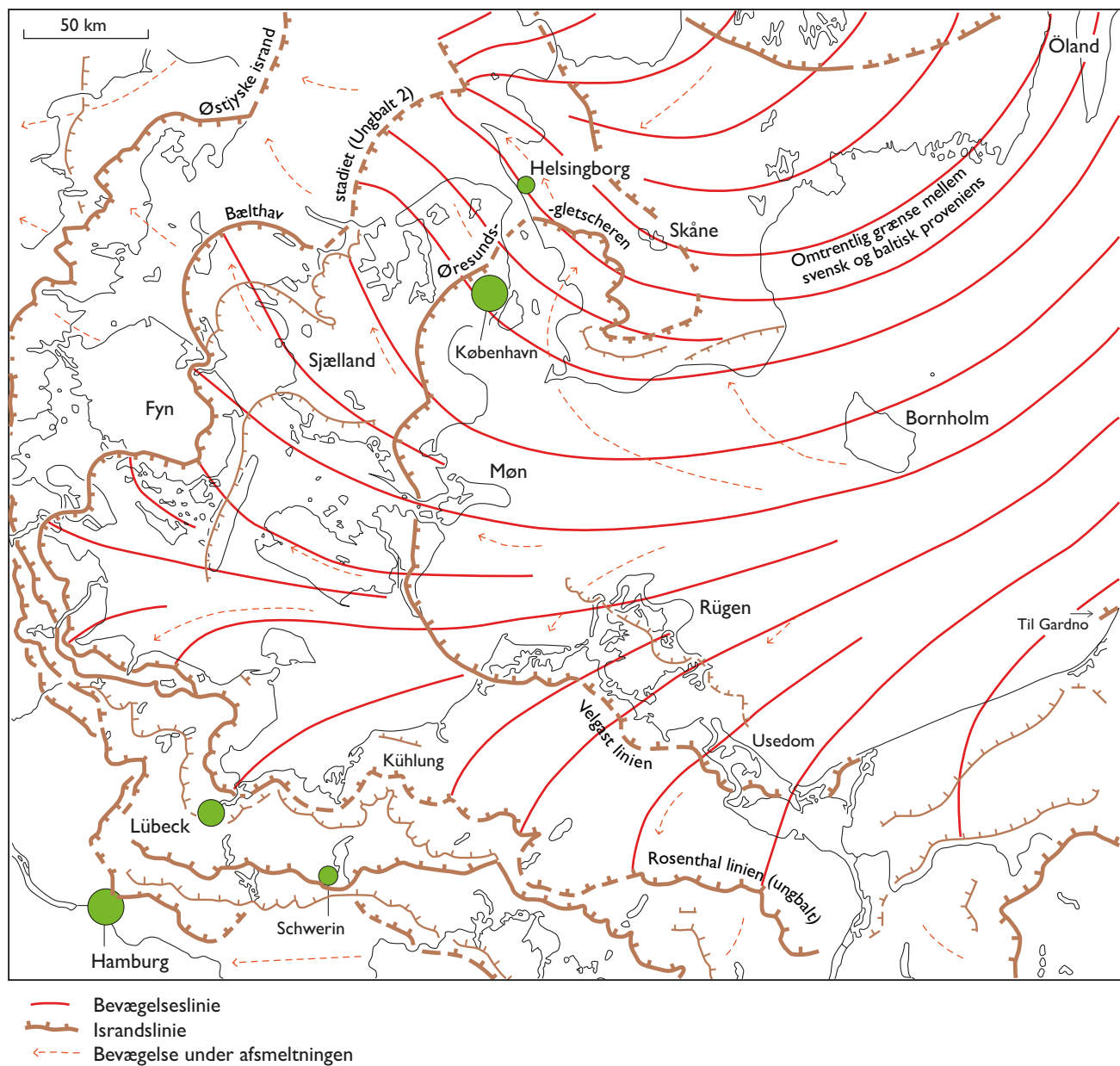
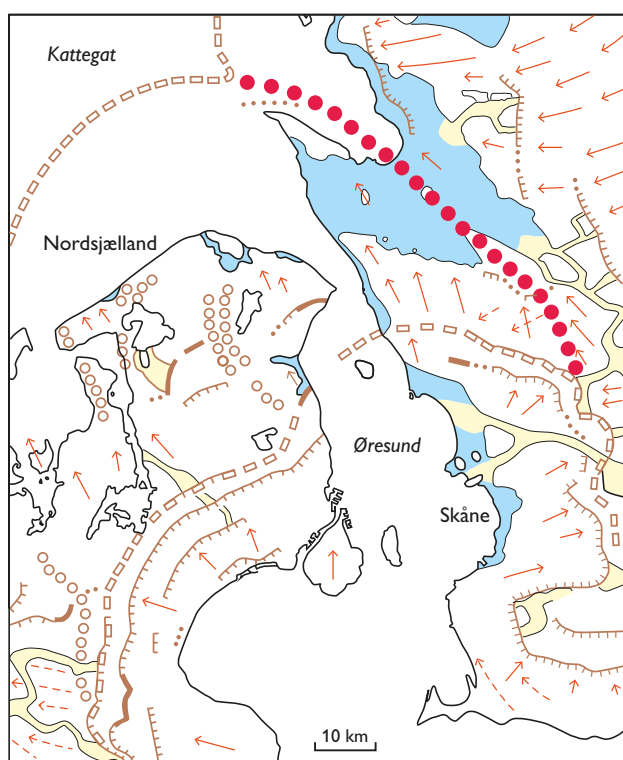


Fig. 31. En rekonstruktion af Bælthav-isfremstødet. Isens bevægelseslinier er vist med rødt. Baggrunden for rekonstruktionen fremgår af teksten side 11 og 30-31.

öresundsglaciären stødte frem, efter at bæltthav-isen var smeltet af. (2) Bæltthav fremstødet havde ikke nogen fri isrand mod øst, men hang sammen med Smålands-isen, som figur 31 viser. Öresundsglaciären havde derimod en fri østrand. (3) Randlinier fra dette yngste isfremstød findes også på Sjælland (Fig. 25, 31, 35). (4) Malmö till er ikke en ishavsafløjring, men en till (Adriellsson 2001). (5) Fund af skeletter af polartorsk og (omlejlrede) knogler af ringsæl og isbjørn viser, at ishavet gik ind i Øresund – men kun til de strandlinier, der ses på figur 26, 32 og 35. Houmark-Nielsen har (1987) beskrevet tre lokaliteter med ‘drop till’ (‘Helsingør diamicton’), se også Richardt (1992). Kalvning fra isfronten få km sydligere må have forårsaget denne diamictons eksistens, men Malmö till kan ikke direkte være identisk med den. Om öresundsglaciärens alder, se side 34.

Vi kan nu følge de østsjællandiske linier videre mod



- Ydergrænse for vigtige isfremstød
- Større randmoræne
- Israndlinie
- Hypotetiske forbindelser
- Isoverskredne, ældre randmoræner
- Smeltevandsløb
- Ishavets udbredelse ved isafsmeltningen
- Israndszone, ifølge Ringberg
- Drumliniseret moræneflade
- Do, ældre end yngste isfremstød på stedet

Fig. 32. Ringbergs tolkning af Malmö till som lig Bæltthav till. Se teksten side 30.

syd. Vest for Haslev lå en meget stor isdæmmed sø. Finsandede flader 30–32 m o.h. fylder lavningerne mellem drumlinbakkerne i egnen (jfr. Fig. 8). Søens eksistens hænger sammen med, at afløb via Suså var spærret af Reersø linien og af de lidt yngre Langelands linier, jfr. fig. 35.

Terrasserne langs Suså er kortlagt af Andersen (1931). Fladen ved Ømark er den største (Sjørring 1968). (Ømark ligger hvor man på fig. 35 ser to afløb fra randlinie 4 løbe sammen). Der kan vist ikke være megen tvivl om, at der løb smeltevand til den fra terrasseflader på sydsiden af Haraldsted Sø og længere mod øst så det ser ud, som om vandet kom fra Ringsbjerg linierne (figur 35). Mon der også kom vand fra sandur'en ved Freerslev? Jeg tror det, men i så fald langs Snesev Lilleå. Højden over havet er dér jævnt faldende hele vejen; det samme gælder for strækningen fra Ømark til Susås munding. Da smeltevandet løb dér, var der ikke nogen spærrende isrand på tværs af åen. Suså smeltevandssålen og dermed Ringsbjerg linien må være yngre end både Reersø linien og Langelands linierne. Ved Ømark ligger Suså terrasserne 20 m o.h., dvs. 10–12 m lavere end den store issø, hvis lag findes få km længere mod SØ. Tydeligere kan det ikke vises, at Suså terrasserne er yngre end issøen og dermed yngre end spærringen af Suså.

Israndslinien Måløv–Roskilde–Ringsbjerg drejer altså ikke mod vest fra Haslev imod Reersø eller Langeland, sådan som talrige oversigtskort stadig viser. Israndsforbindelsen Øresund–Langeland er forkert. Den viser sig yderligere som umulig ved, at Øresund–Måløv–Roskilde–Ringsbjerg linien repræsenterer et isfremstød, mens Langelands linierne er kortlivede tilbagesmeltningsskudstadiet af Bæltthav-isen, se side 27.

Et alternativ til at knække linien mod vest ved Haslev ligger imidlertid lige for, nemlig Krügers (1969) veldokumenterede linier på den sydsjællandske halvø. Figur 34 viser, at der mellem isens bevægelsesretninger øst og vest for Krügers linier er et pludseligt spring på 90°, på samme måde som ved Ringsbjerg. Linierne repræsenterer derfor et isfremstød, ganske som Ringsbjerg linien.

Skurestriber på fast klippe forekommer hos os bl.a. i Østsjælland og på Bornholm. På Fakse banke fandt allerede Johnstrup skurestriber i 1800-tallet. De bedste iagttagelser er gamle og omtales af Milthers (1908). To retninger, fra ØSØ og SSØ, dominerer; Milthers slog fast, at de fra ØSØ måtte være ældst. I kalkbrudets nordøstlige side, i 'læ' for de to dominerende skureretninger, blev mærker afsat fra nordøst fundet og tolket som de allerældste. Endelig viste en særligt gunstig fundflade fine skurestriber, der 'forvirrende nok' igen var afsat fra ØSØ, selv om de var yngre end SSØ-striberne. Det er interessant at bemærke, at selv om Milthers kaldte variationerne 'sandsynligvis til-

fældige', svarer de på smukkeste måde til den nu kendte isfremstødsfølge: NØ-striberne er indridset af nordøstisen, ØSØ-striberne af den østjyske is, SSØ-striberne af bælthav-isen og endelig de yngste ØSØ-striber af den yngste is, øresundsgletscheren.

Ved Åshøje og Svansbjerg sydvest for Køge fandt

Milthers grove, ældre skurestriber fra ØSØ og fine, yngre fra syd på kalkoverfladen. Det er let at se, at de unge striber er indridset af bælthav-isens syd-nord stadium og de ældre enten af samme is' lidt ældre stadium (samtidigt med dannelsen af Køge ås) eller af den østjyske is.

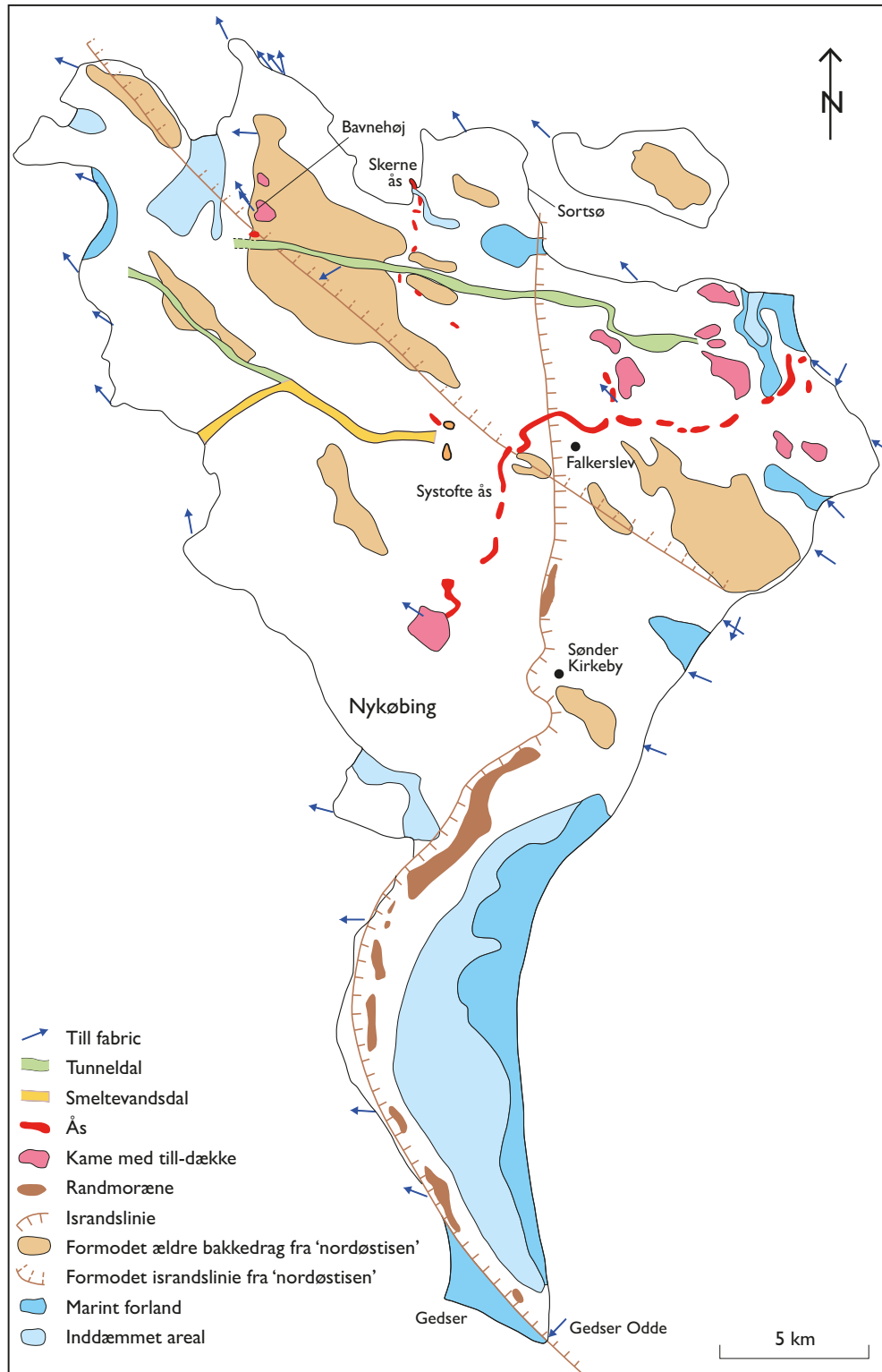


Fig. 33. Kraags kort over Falster (Kraag 1978). Enkelte detaljer er udeladt. Forfatterens iagttagelser og konklusioner omtales side 31.

Falster

Falster blev kortlagt af Kraag (1978); hans kort gengives her som figur 33. Gedser randmorænen danner rygraden i Gedser halvøen og fortsætter midt gennem øen forbi Sønder Kirkeby til Falkerslev. Klinterne ved Gedser Odde viser en ung balt-till med kraftige røde striber i skråtstillede till-partier, der er skubbet op af et istryk vinkelret på randmorænekronen. Øverst ses en till, der ligger hen over forstyrrelserne og må være afsat af den dislokerende is. Nord for Falkerslev er randmorænen mere utydelig, men Kraag (1978) sporede den til Sortsø (Fig. 33, 34). Logisk set må Krügers (1969) markante linie foran Kulsbjerger ved Vordingborg repræsentere en fortsættelse. Hvis tolkningen i afsnittet om Østsjælland godtages, stammer Krügers linie fra øresunds-isen (side 32). De dislokationer, der forstyrrede hatbakkerne ved Kulsbjerger, kom ganske vist fra nordøst, men linien er et led i en ung israndsløbe koncentrisk om Fakse Bugt. Foran linien ligger en undersøisk sandur i Storstrømmen (Larsen 1979). Derimod nævner Kraag intet om, at Gedser linien skulle fortsætte mod Grøn-sund og Møn, sådan som utallige oversigtskort – åbenbart fejlagtigt – stadig viser. Således tolket er Gedser morænen blevet 'hægtet på' øresundsgletscher linien. Bemærk, at den på denne måde konstruerede randzone overskærer samtlige israndpositioner fra Bælthav-isen fra Røsnæs til og med Knudshoved Odde.

Samtlige drumliniseringer og till-fabric analyser går på tværs af Systofte ås. Kraag påviste, at åsen dækkes af ung baltisk till, men at det indre er nordøstis-materiale, der er deformeret af istryk fra SØ, på tværs af bakkedraget. Systofte ås er dannet under nordøstisen og gælder nu som det bedste danske eksempel på, at en 'frisk' udseende landskabsform kan bevares trods flere senere isoverskridelser.

Skerne ås ses ved Falsters nordkyst noget vest for israndslinien. Den har været tolket som randmoræne, men till fabrics i nærheden er parallelle med den. Bavneshøj sydøst for Nørre Vedby er en overskredet randmoræne fra nordøstisen. Den består af smeltevandsgrus, men der er istrykforstyrrelser fra nordøst i det indre.

Gedser randmorænen fortsætter via Gedser rev til Velgast randmorænen i det nordlige Mecklenburg. Ved et besøg i Østtyskland 1991 blev dette morænestrøgs alder omtalt. Her refereres Panzigs opfattelse:

Klimakurver antyder isdækkers eksistens i Nordtyskland før 16 ka og igen fra 15,2 til 14,6 ka. I mellemperioden var der et interstadial med arktisk klima. Mammut-rester fundet ved Lockarp i Skåne har en alder, der viser, at det stammer fra dette interstadial, som er døbt Raunis i Østbaltikum. Aflejringer fra Raunis perioden overlejres af Luga till, som øjensynligt er jævnaldrende med Malmö till, der overlejrer den skånske mammut. Kozarski (1986) forbinder Luga

isfremstødets randlinie med Velgast linien via Gardno linien ved Pommerns kyst. Bælthav linien må være ældre og skal forbindes med 'Rosenthal linien', der forløber 40 til 70 km sydligere (Rühberg 1987; Fig. 11, 31). Ved Ahrenshoop lige nord for Velgast linien optræder en tynd, 'ekstra' till oven på Bælthav.

Mildningen ca. 16.000 år før nu ses på figur 2 som den næstsidste inden Holocæn. Det sidste, endnu kraftigere højresving på kurven inden Holocæn repræsenterer to eller tre mildninger, Meiendorf, Bølling og Allerød. Kuldeperioden med Malmö till kaldes nu ofte Ældste Dryas, kuldeperioden inden Allerød Ældre Dryas og kuldeperioden efter Allerød Yngre Dryas; da stod isranden ved Salpausselkä i Finland og tværs over Oslo Fjord.

I en artikel af Kjær *et al.* (2006) bestemmes alderen af Malmö till til ca. 15 ka, hvad der stemmer med Panzigs vidnesbyrd. Konklusionen er, at for at få en sammenhængende linie fra Gardno-Velgast til 'øresundsglaciären' mangler kun det stykke gennem Danmark, som præsenteres i denne artikel.

Møn

Møns Klint er et imponerende snit gennem en række mindst 40 m tykke skrivekridtflager, der er skubbet 'taglagt' op over hinanden af istryk. Udviklingen i profilerne langs øens sydkyst belyses af Houmark-Nielsen (1988, 1994), Faurbye (1999) og Smed (2010). Profilerne på syd-Møn og ved Fakse Ladeplads ligner hinanden meget (Tabel 2). På strandene er der stort set lige mange svenske og baltiske sten. De svenske har vist sig at stamme fra både nordøstis-till'en og Klintholm till (Fig. 1; Smed 2010).

I Hvideklint syd for Stege (Aber 1980), i klinterne ved Hjelm Nakke og ved feriekolonien Østersøen (Faurbye 1999) samt på hele strækningen derimellem kan man se, at de nedre lag, også kridtet, er forstyrret af tryk fra ca. nordøst. Den Midtdanske till (nordøstis-till'en) ligger som et jævnt, ikke-dislokeret lag over forstyrrelserne. Den mangler nogle steder, men dislokationerne omfatter kun lagene under den position, hvor den 'burde' ligge, ikke lagene over den. Der er altså ingen tvivl om, at nordøstisen har udøvet istrykket. Ung baltisk till ligger som et 'tæppe' øverst uden at have noget med dislokationerne at gøre. Hele øen (undtagen Høje Møn) dækkes faktisk af dette tæppe, som maskerer formerne og gør dem vanskelige at tyde. Haarsted (1956) forsøgte en tolkning, men han brugte ikke oplysninger fra klintprofilerne, drumliniseringen på Falster var tolket galt, og bakkerne bag Hvideklint var tegnet med længderetninger, der står vinkelret på deres virkelige forløb. Dette var en vigtig grund til, at jeg tegnede figur 34, hvor der – ud over, hvad man

Tabel 2. Korrelation mellem profilerne ved Fakse Ladeplads og på Syd-Møn

Fakse Ladeplads	Møns sydkyst
Tynd, rødlig, opsprækket till	Tynd, rødlig-grønlig, opsprækket till
Tykkere, brunlig ungbalt-'dæk'till, der ikke har forstyrret underlaget	Tykkere, brunlig ungbalt-'dæk'till, der ikke har forstyrret underlaget
Tyk, grålig till med sandklodser og kridtflager; underlag disloceret fra NØ	Tyk, grålig, hård, massiv till med kridtbrokker; underlaget er disloceret fra NØ
ikke påvist	Klintholm till, se side 5, og 'elefant-ler', se side 34
Ristinge till, baltisk med rester af Eem-skaller; men fattig på flint	Ristinge till, baltisk, musegrå/siennabrun med rester af Eem-skaller; fattig på flint
Eem-lag	Spor af Eem-lag

umiddelbart kan se – bruges oplysninger fra klinerne og information fra Krüger og Houmark-Nielsen (personlig meddelelse).

Dalen fra Stege Nor over Damsholte til øens vestkyst er ikke særligt dyb, men mod nordøst så smal og markeret, at den må skyldes vanderosion. Rasmussen (1965 b) tolkede den som en tunneldal, fordi der forekommer smeltevandslag langs med den. Den tolkning følger jeg, idet der derved kommer en naturlig sammenhæng til syne mellem den, Fanefjord ås, 'drumli-

niseringen' af de små øer og den af Berthelsen (1980) påviste yngste push-retning i hatbakken Præstebjerg ved Store Damme. Disse retningslementer stræber alle mod vest, ind mod øresundsgletscherens randlinie, der ses på kortskitsen med navnene Krüger og Kraag. Dalen med Råbylille ås må være en naturlig fortsættelse. Vandet, der eroderede den, løb syd om Høje Møn. Er strømmen vejet uden om en hindring, sådan at dalen dermed må være yngre end højdedraget?

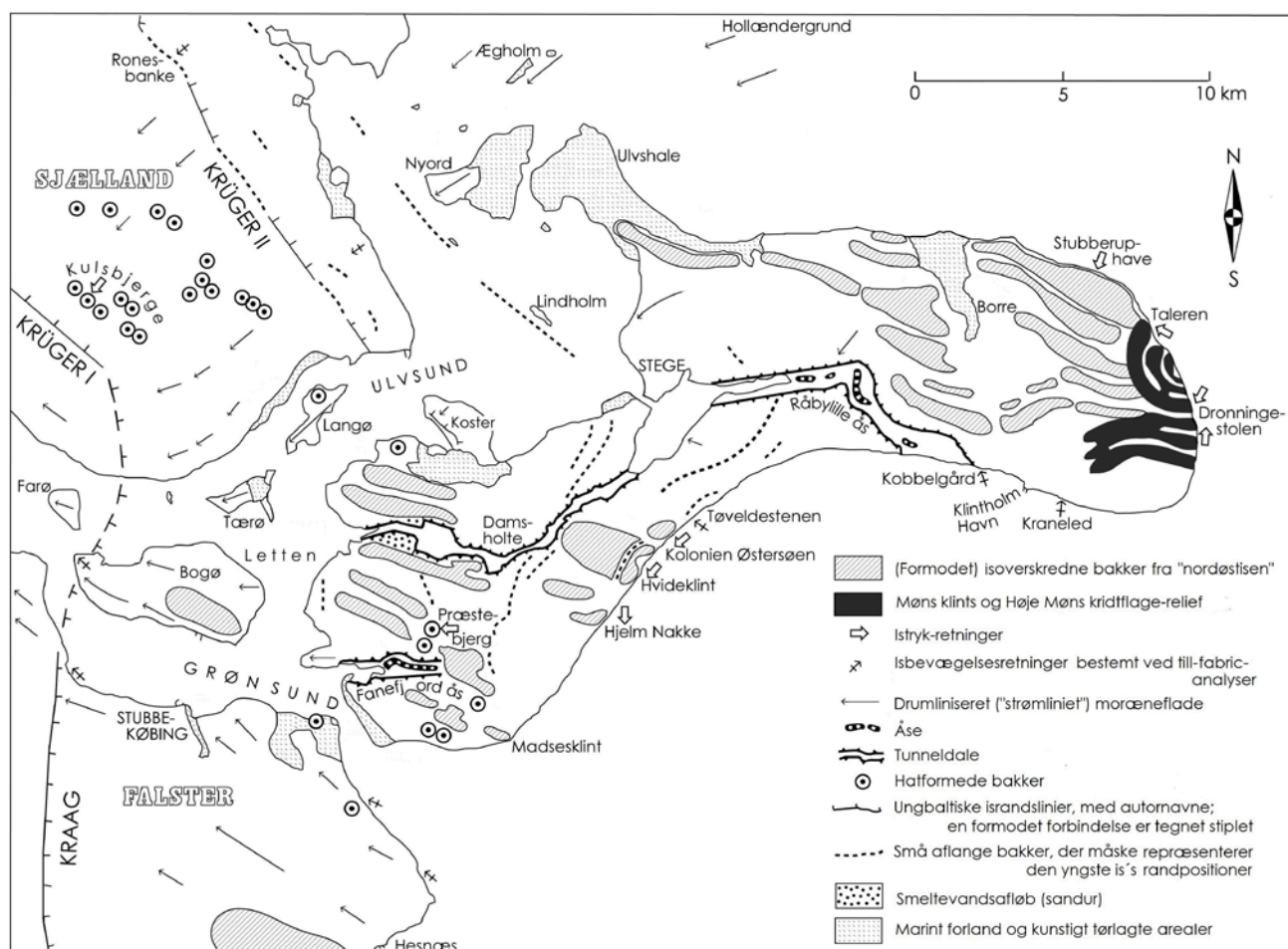


Fig. 34. Møns geomorfologi (efter Smed 2010). Iagttagelser og konklusioner omtales side 34-36.

En stribe uroligt relief med rækker af små bakker løber fra øens sydspids via Damsholte til Stege – det er det nærmeste, man kan komme en israndszone på Møn. Striben fortsætter ikke øst for Stege, hvor terrænet er ensformig moræneflade.

Bakkerne på Møns nordside, mellem Ulvshale og Møns Klint, dækkes af till og har flade eller jævne oversider. Derfor mener jeg, at de må være isoverskredne og rimeligvis – som mange subparallelle bakker i denne del af Danmark, og som dislokationerne i sydkystens profiler – stammer fra nordøstisen. Nogle af dem har kridtflager i det indre (Hyde 1986). Yderligere oplysninger kan findes på kortbladet Møn (Pedersen & Gravesen 2006).

Jeg tilføjer en kort oversigt over iagttagelser fra Høje Møn. Detaljer kan søges hos Pedersen (2000), hos Pedersen & Gravesen (2009) eller i ældre arbejder af Gripp (1947), Hintze (1937), Richter (1937) og Slater (1927). Hver af de opskudte flager i Møns Klint består af en tyk kridtbænk plus herover to tills med smeltvandslag imellem. Den nedre till er den 'gammelbaltiske' Ristinge till. Den øvre inkorporerer smører/striber af hvidt kridt og sort stenfrit ler i så store mængder, at det kan dominere over isens eget materiale. Denne beskrivelse minder så meget om Klintholm tills udseende ved Hjelm og i Hvideklint, at forekomsterne burde tolkes som identiske. Det betyder, at lagene er forstyrret af overskridende nordøstis, med andre ord at der ikke er tale om nordøstisens egen till, som ser helt anderledes ud (grå, hård og massiv). Det sorte ler findes oven på den 'gammelbaltiske' till i Houmark-Nielsens (1988, 1994) profiler nær Klintholm og tolkes dér som afsat i issøer eller i havet nær en isrand, da det indeholder dropsten fra isfjelde. Det kaldes 'elefantler', fordi det sprækker op på en måde, der minder om elefanthud.

Høje Møns bakker danner to buesystemer, der støder sammen ved Dronningestolen.

Flagerne syd for Dronningestolen er skubbet op fra sydøst. Den nordligere bue danner en kvart cirkel, der er konkav ud mod kysten; den er yngre end den sydlige. Pedersen (2000) og Pedersen & Gravesen (2009) tolker hele systemet som opskudt af ungbaltisk is, fordi den 'øvre till', der er skudt med op, tolkes som nordøstisens; dislokationerne må derfor være yngre. Beskrivelsen ovenfor tyder på, at det næppe kan være rigtigt. I klinterne på øens sydkyst ligger den ungbaltiske till som et tæppe foroven og har ikke været årsag til større dislokationer, hvorimod nordøstisen bevisligt har disloceret de ældre lag. De to isdækker har haft forskellige egenskaber. Kan man virkelig tænke sig, at ungbalten fik helt andre egenskaber ved at krydse Borre lavningen? Denne uenighed må afvente afklaring.

Konklusioner og afslutning

Som nævnt side 1 er store dele af artiklen oversigter over, hvad der 'på nuværende tidspunkt' kan siges om landskabernes opståen, baseret på publicerede afhandlinger, uden forfatterens egne iagttagelser. Disse afsnit kan ikke have egentlige konklusioner, men de kan give sammenhæng til helheden og kan antages især at være til nytte for læsere, der interesserer sig for Sjælland uden selv at være geologer.

Mine iagttagelser i Nordvestsjælland influerer på konklusionerne i 'Bjergsted randmorænen og Bregninge sandur' (s. 14) og 'Israndsviften sydøst for Store Åmose' (s. 19), selv om begge disse afsnit overvejende bygger på Humlums speciale fra 1976. Jeg kan ikke komme bort fra at bedømme det som 'systemets skødesynd', at dette speciale ikke foreligger trykt og først nu omtales i en offentligt tilgængelig artikel. Noget lignende gælder Kraags speciale om Falster (1978).

Det er rimeligt at resumere, på hvilke punkter artiklen går imod eller er uenig med tidligere eller aktuelle fremstillinger. Adrielsson (2001) viste, at Lagerlunds teori (1980, 1987) om at Malmö till er en havaflejring, ikke kan holde. Dermed forsvandt det problem, at istidens forløb på Øresunds to sider ikke kunne 'pusles sammen'. Side 29 f. vises, at dette lader sig gøre, hvis blot Lagerlunds teori undgås, og Malmö till i stedet tolkes som afsat af gletscheris. Mine observationer ved Fakse og på Møn har været afgørende for den foreslåede løsning. Resultatet ses som punkterne (1–5) side 31–32 og har indflydelse på till-oversigten (Tabel 1).

Den israndslinie, der på alle oversigtskort vises fra Gedser til Møns Klint, blev imødegået af Kraag i 1978 (Fig. 33). Jeg følger Kraag også på figur 34, fordi linien over Møn ikke kan ses i landskabet. Haarsted (1952) advokerer for samme linie som oversigtskortene, foruden for flere andre, som heller ikke kan ses. Haarsted citeres stadig, men side 34 opregnes modargumenter. Figur 34 kommer uden tvivl sandheden nærmere.

Pedersen (2000, 2009) må også nævnes. Jeg ser ingen grund til at gå imod hans Møns Klint arbejder som helhed, men jeg tror, at han identificerer den øverste af de to tills over kridtflagerne forkert, se side 36, og dermed giver overskydningerne en forkert alder.

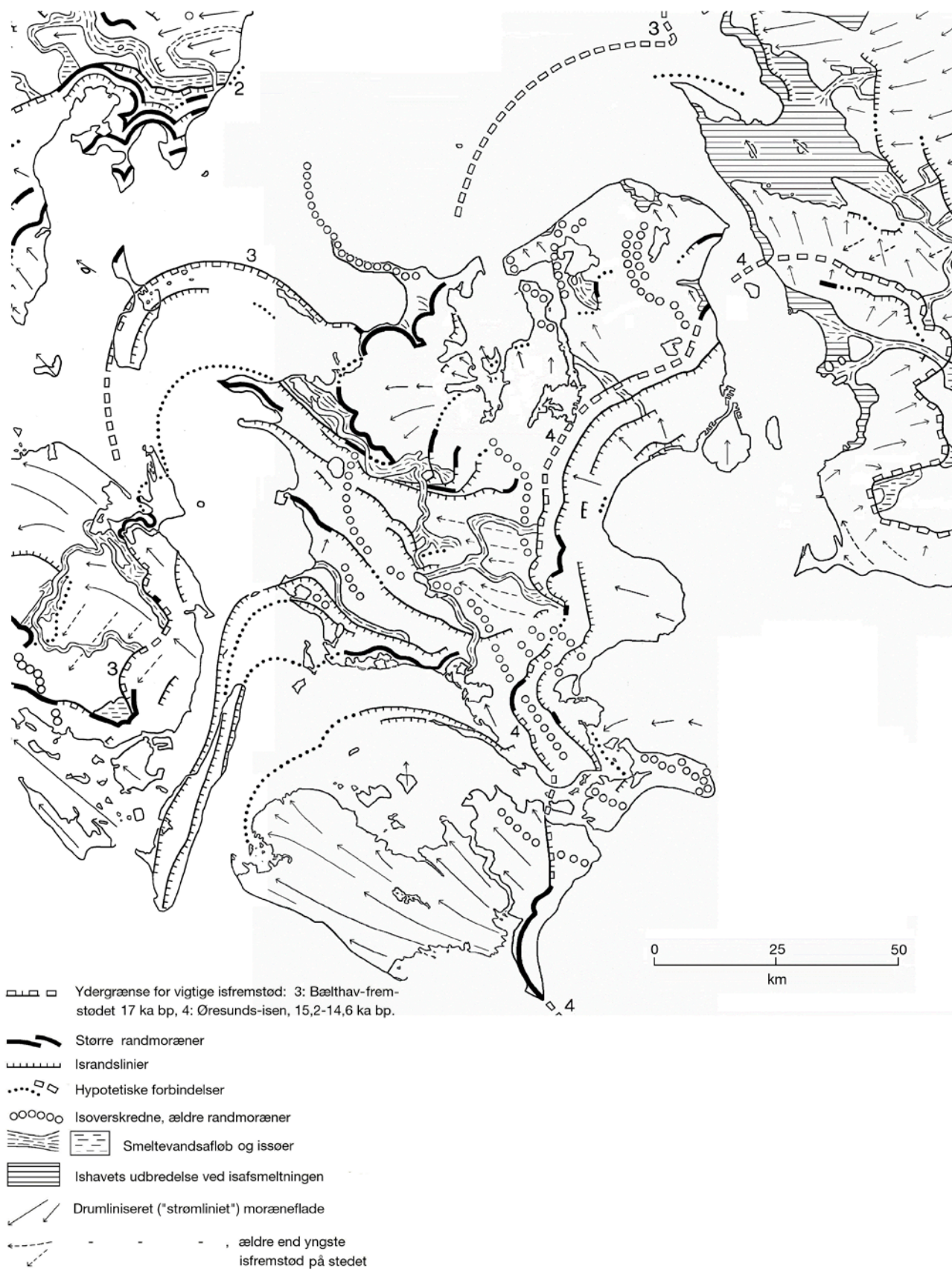


Fig. 35. Israndskort over den sjællandske øgruppe. Kortet bringes sidst i artiklen, fordi hele teksten danner baggrund for dets konstruktion.

Referencer

- Aber, J.S. 1980: Kineto-stratigraphy at Hvideklint, Møn, Denmark, and its regional significance. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 28, 81–93.
- Adrielssohn, L. 1984: Weichselian lithostratigraphy and glacial environments in the Ven-Glumslöv area, southern Sweden. *Lundqua Thesis* 16, 120 pp.
- Adrielssohn, L. 2001: Subglacial hydrology and bed deformation dynamics during a Late Weichselian ice lobe surge in the Öresund strait area, south Scandinavia. *Palaeo-ice stream International Symposium, University of Aarhus, Denmark*, 17–20 oktober, 2001. Volume of abstracts, p. 7.
- Adrielssohn, L., Mohrén, E. & Daniel, E. 1981: Beskrivning till jordartskartan Helsingborg SV. *Sveriges Geologiska Undersökning Serie Ae* 16, 104 pp.
- Andersen, S. 2012: Allerøds geologi. *Geologisk Nyt* 2011, 6, 80–86.
- Andersen, S. & Pedersen, S.A.S. 1998: Vejrhøj, Bjergsted. I: Andersen, S. & Pedersen, S.S. (red.): *Israndslinier i Norden*, 150–157. København: TemaNord.
- Andersen, S.A. 1924: Kvartærgeologiske Iagttagelser i Egnen syd for Sorø, med særligt Henblik paa Storebæltsgletscheren. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 6, 1–30.
- Andersen, S.A. 1931: Om Aase og Terrasser indenfor Susaas Vandomraade. *Danmarks Geologiske Undersøgelse II. Række* 54. 167 pp.
- Andersen, S.A. 1950: Rågeleje-egnens geologi. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 11, 543–557.
- Andersen, S.A. 1957: Lolland i den sidste istid. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 13, 225–235.
- Andersen, S.A. 1964: Grusgravene i bakkerne ved Kalundborg. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 15, 359–367.
- Andreasen, F., Jørgensen, N.B., Miller, J. & Nielsen, L.H. 1981a: Stenrand Plantage, NV-Sjælland. I: *Kompendium i beskrivelse af råstofgrave*, 75–84. København: Fredningsstyrelsen.
- Andreasen, F., Jørgensen, N.B., Miller, J. & Nielsen, L.H. 1981b: Myrup Banke, SV Sjælland. I: *Kompendium i beskrivelse af råstofgrave*, 93–104. København: Fredningsstyrelsen.
- Barth, K. 2011: Late Weichselian glacial and geomorphological reconstruction of South- West Scania, Sweden, 30 pp. Master thesis, Lunds Universitet.
- Berthelsen, A. 1971: Fotogeologiske og feltgeologiske undersøgelser i NV-Sjælland. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1970*, 64–69.
- Berthelsen, A. 1975: Geologi på Røsnæs. *Varv ekskursionsfører* 3, 78 pp. København: Varv.
- Berthelsen, A. 1978: The methodology of kineto-stratigraphy as applied to glacial geology. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 27, 25–38.
- Berthelsen, A. 1980: En hatformet bakke. *Præstebjerg på Møn. Varv* 1980, 3, 82–88.
- Berthelsen, A., Konradi, P.B., Petersen, K.S., Rasmussen, L.Aa. & Sjørring, S. 1976: Guide for the NORDQUA excursion 1976, Sjælland, Falster, Møn, 30 pp. Geologisk Institut, Københavns universitet.
- Björck, S. 1996: Den dynamiske istid. *Varv* 1996, 3, 77–104.
- Björck, S., Kromer, B., Johnsen, S., Bennike, O., Hammarlund, D., Lemdahl, G., Possnert, G., Rasmussen, T.L., Wohlfarth, B., Hammer, C.U. & Spurk, M. 1996: Synchronized terrestrial-atmospheric deglacial records around the North Atlantic. *Science* 274, 1155–1160.
- Bjørn, H. 1991: En glacialstratigrafisk undersøgelse på Hindsholm, 105 pp. Upubliceret specialeopgave, Geologisk Institut, Aarhus universitet.
- Boulton, G.S. 1972: Modern arctic glaciers as depositional models for former ice sheets. *Journal of the Geological Society* 128, 361–393.
- Brandt, G. 1993: Fakta om en "uægte" ås. *Geologisk Nyt* 1993, 3, 11–15.
- Christiansen, H.H. 1993: Late Weichselian Periglacial landforms in the Bjergsted area, north-western Zealand, Denmark. *Geografisk Tidsskrift* 93, 39–48.
- Daniel, E. 1978: Beskrivning till jordartskartan Höganäs NO/Helsingborg NV. *Sveriges Geologiska Undersökning serie Ae* 25, 92 pp.
- Daniel, E. 1980: Beskrivning till jordartskartan Helsingborg NO. *Sveriges geologiska Undersökning serie Ae* 42, 120 pp.
- Ehlers, J. 1994: *Allgemeine und historische Quartärgeologie*, 358 pp. Stuttgart: Enke.
- Ehlers, J., Eissmann, L., Lippstreu, L., Stephan, H.J. & Wansa, S. 2004: Pleistocene glaciations of North Germany. In: Ehlers, J., Gibbard, P.L. & Hughes, P.D. (red.): *Quaternary glaciations, extent and chronology*, 135–146. Amsterdam: Elsevier.
- Faurbye, M. 1999: En kvartærgeologisk og strukturgeologisk undersøgelse af klintprofilen Feriehusmet på det sydlige Møn, 111 pp.. M.Sc. thesis, University of Copenhagen.
- Fredericia, J. 1979: Kvartærgeologisk sedimentologisk undersøgelse ved Birket, NV Lolland, 248 pp. Cand. scient. thesis, Institute of General Geology, University of Copenhagen.
- Gripp, K. 1947: Jasmund und Möen, eine glazialmorphologische Untersuchung. *Erdkunde* 1, 175–184.
- Gry, H. 1940: De istektoniske Forhold i Møleromraadet. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 9, 586–627.
- Hansen, S. 1950: Ekskursion til Slagelse-Sorø-Egnen. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 11, 603–607.

- Hansen, S. & Nielsen, A.V. 1960: Glacial geology of southern Denmark. International Geological Congress XXI Session Norden 1960, Guide to excursions Nos. A 44 and C 39, 55 pp.
- Harder, P. 1908: En østjyds Israndslinie og dens Indflydelse paa Vandløbene. Danmarks Geologiske Undersøgelse II. Række 19, 227 pp.
- Hintze, V. 1937: Møens Klints Geologi, 410 pp. København: C.A. Reitzel.
- Houmark-Nielsen, M. 1976: Nordsamsøs istidsnekrolog. *Varv* 1976, 3, 89–96.
- Houmark-Nielsen, M. 1981: Glacialstratigrafi i Danmark øst for Hovedopholdslinien. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1980*, 61–76.
- Houmark-Nielsen, M. 1983: Glacial stratigraphy and morphology of the northern Bælthav region. I: Ehlers, J. (red.): *Glacial deposits in northwest Europe*, 211–217. Rotterdam: Balkema.
- Houmark-Nielsen, M. 1987: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 36, 1–189.
- Houmark-Nielsen, M. 1988: Nyt om sidste istid. Klintholm, Møn. *Varv* 1988, 4, 126–138.
- Houmark-Nielsen, M. 1990: Late glacial stratigraphy and deglaciation pattern in eastern Denmark. *LUNDQUA Report* 32, 31–34.
- Houmark-Nielsen, M. 1994: Late Pleistocene stratigraphy, glaciation chronology and Middle Weichselian environmental history from Klintholm, Møn, Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 41, 181–202.
- Houmark-Nielsen, M. 2003a: Signature and timing of the Kattegat Ice Stream: onset of the Last Glacial Maximum sequence at the southwestern margin of the Scandinavian ice sheet. *Boreas* 32, 227–241.
- Houmark-Nielsen, M. 2003b: Geologiske mærkværdigheder: Kritik af en model for det danske istidslandskabs dannelse. *Geologisk Tidsskrift* 2003, 1, 1–20.
- Houmark-Nielsen, M. 2010: Extent, age and dynamics of Marine Isotope Stage 3 glaciations in the southwestern Baltic Basin. *Boreas* 10, 1–17.
- Houmark-Nielsen, M. 2011: Odsherredbuerne: et istidslandskab skabt i krydsfeltet mellem tre isstrømme, 14 pp. www.geopark-odsherred.dk.
- Houmark-Nielsen, M. & Kjær, K. 2003: Southwest Scandinavia, 40–15 kyr BP: palaeogeography and environmental change. *Journal of Quaternary Science* 18, 769–786.
- Houmark-Nielsen, M., Krüger, J. & Kjær, K.H. 2005: De seneste 150.000 år i Danmark. *Geoviden* 2005, 2, 19 pp.
- Houmark-Nielsen, M. & Lagerlund, E. 1987: The Helsingør diamicton. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 36, 237–247.
- Humlum, O. 1976: Sorø-Stenlille-egnens glacialmorfologi, Midtsjælland, 383 pp. Rapport, Geografisk Institut, Københavns universitet.
- Humlum, O. 1977: Haverup smeltevandsslette. *Geografisk Orientering* 1977, 7, 126–127.
- Humlum, O. 1983: Vestsjællands landskabsformer, 23 pp. Sorø: Vestsjællands amtskommune.
- Hyde, G. 1986: En glacialgeologisk undersøgelse af klinterne på Nordmøn samt klinternes bagland, 115 pp. M. Sc. thesis, University of Copenhagen.
- Haarsted, V. 1956: De kvartærgeologiske og geomorfologiske forhold på Møn. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 13, 124–126.
- Jacobsen, E.M. 1975: En morænestratigrafisk undersøgelse af klinterne på Omø. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1975*, 15–17.
- Jacobsen, E.M. 1981: Beskrivelse til ingeniørgeologisk kort Næstved, 46 pp. Næstved: Nielsen & Risager.
- Jacobsen, E.M. 1985: En råstofgeologisk kortlægning omkring Roskilde. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1984*, 65–78.
- Jakobsen, P.R. 1996: Distribution and intensity of glaciotectionic deformation in Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 46, 175–185.
- Jakobsen, P.R. & Overgaard, T. 2002: Georadar facies and glaciotectionic structures in ice-marginal deposits, northwest Zealand, Denmark. *Quaternary Science Reviews* 21, 917–927.
- Jensen, J.P. 1987: Lateral accretion features and point bars in the Weichselian Køge esker, east Sjælland, Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 37, 1–9.
- Jørgensen, N.B. 1982: Sedimentologiske undersøgelser i nogle senkvartære hatformede bakker. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1981*, 57–64.
- Kjær, K.H., Funder, S., Houmark-Nielsen, M. & Nielsen, J.K. 2001: Nordrusland, et krydsfelt for istidens gletschere. *Varv* 2001, 1, 3–27.
- Kjær, K.H., Lagerlund, E., Adrielsson, L., Thomas, P.J., Murray, A. & Sandgren, P. 2006: The first independent chronology for Middle and Late Weichselian sediments from southern Sweden and the island of Bornholm. *GFF* 128, 209–220.
- Klint, K.E. & Gravesen, P. 1999: Fractures and biopores in Weichselian clayey aquitards at Flakkebjerg, Denmark. *Nordic Hydrology* 4/5, 267–284.
- Knudsen, K.L. 1994: The marine Quaternary in Denmark: a review of new evidence from glacial-interglacial studies. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 41, 203–218.

- Kozarski, S. 1986: Skale czasu a rytm zdarzeń geomorfologicznych Wistulianu na Niziu Polskim (Time scales and the rhythm of Wistulian Geomorphic events in the Polish lowland). *Czasopismo Geograficzne* 57, 247–270.
- Kraag, B. 1978: Falsters og Bogøs geomorfologi, 85 pp. Rapport, Geografisk Institut, Københavns universitet.
- Krüger, J. 1969: Landskabsformer i sydlige Sjælland. *Geografisk Tidsskrift* 68, 107–212.
- Krüger, J. 1970: Till fabric in relation to ice movement. A study from Fakse Banke, Denmark. *Geografisk Tidsskrift* 69, 73–109.
- Krüger, J. 1971: Kvartær. Geologi på øerne 1, Sydsjælland og Møn. Varvs ekskursionsfører nr. 2, 61–93. København: Varv.
- Krüger, J. 1983: Glacial morphology and deposits in Denmark. I: Ehlers, J. (red.): Glacial deposits of Northwest Europe, 181–192. Rotterdam: Balkema.
- Krüger, J. 1989: Gletscheren og landskabet i nutid og istid, 77 pp. København: Gyldendal.
- Krüger, J. 2001: Knudshoved – landskabet fra istid til nutid. Københavns universitets almanak 2001, 125–150.
- Krüger, J. 2003: Paradigmet 'Et land formet af vand', holder det vand? *Geografisk Orientering* 2003, 6, 264–273.
- Lagerlund, E. 1971: Some aspects of till stratigraphy in the light of lithostratigraphic studies on the Kullen Peninsula in northwestern Scania. *Geologiska Föreningens Förhandlingar i Stockholm* 93, 653–658.
- Lagerlund, E. 1980: Lithostratigrafisk indelning av Västsånes Pleistocen och en ny glaciationsmodell för Weichsel. *LUNDQUA Report* 21, 120 p.
- Lagerlund, E. 1987: An alternative Weichselian glaciation model with special reference to the glacial history of Skåne, south Sweden. *Boreas* 16, 433–459.
- Lagerlund, E. & Houmark-Nielsen, M. 1993: Timing and pattern of the last deglaciation in the Kattegat region, southwest Scandinavia. *Boreas* 22, 337–347.
- Larsen, G. 1979: Storstrømmen. De geologiske forhold i Farø-linien. *Varv* 1979, 1, 19–31.
- Larsen, G. & Kronborg, C. 1994: Geologisk set, Det mellemste Jylland, 272 p. Skov- og Naturstyrelsen og Geografforlaget, Odense.
- Larsen, G. 2002: Lundsgård klint. I: Larsen, G. (red.): Geologisk set, Fyn og Øerne, 54–56. Fyns Amt og Geografforlaget, Odense.
- Lidmark-Bergström, K., Elvhage, C. & Ringberg, B. 1991: Landforms in Skåne, south Sweden. *Geografiska Annaler* 73A, 61–91.
- Madsen, V. 1928: Oversigt over Danmarks Geologi. Danmarks Geologiske Undersøgelse V. Række 4, 208 pp.
- Milthers, V. 1908: Kortbladene Faxe og Stevns Klint. Danmarks Geologiske Undersøgelse I. Række 11, 291 pp.
- Milthers, V. 1935: Nordøstsjælland. Geologi. Danmarks Geologiske Undersøgelse V. Række 3, 192 pp.
- Milthers, V. 1943: Nordvestsjælland. Geologi. Danmarks Geologiske Undersøgelse V. Række 6, 185 pp.
- Milthers, V. 1948: Det danske Istidslands kabs Terræformer og deres Opstaaen. Danmarks Geologiske Undersøgelse, III. Række 28, 233 p.
- Nielsen, A.V. 1965: De geologiske forhold i naturparken. I: Naturparken mellem Farum og Slangerup, 133–178. København: Gads Forlag.
- Nielsen, J.B. 1987: Kvartærstratigrafiske observationer langs østsiden af Roskilde fjord. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1986*, 41–47.
- Nielsen, P.E. 1980: Kvartærgeologiske undersøgelser i Korsør-området. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1979*, 55–62.
- Olsen, T. 1996: En sedimentologisk og stratigrafisk analyse af glaciale aflejringer i det sydvestlige Sjælland, 142 pp. M. Sc. thesis, University of Copenhagen.
- Pedersen, S.A.S. 2000: Superimposed deformation in glaciotectionics. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 46, 125–144.
- Pedersen, S.A.S. & Gravesen, P. 2006: Geological map of Denmark 1:50.000, Møn. København: De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.
- Pedersen, S.A.S. & Gravesen, P. 2009: Structural development of Maglevandsfald: a key to understanding the glaciotectionic architecture of Møns Klint, SE Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 17, 29–32.
- Pedersen, S.A.S. og Petersen, K. S. 1997: Djurslands geologi, 96 pp. København: De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.
- Pedersen, S.A.S. & Rasmussen, L.Aa. 2000: Geological map of Denmark 1:50.000, map sheet Sakskøbing. København: De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.
- Petersen, K.S. 1970: Ekskursion til Nordvestsjælland og Røsnæs 15. maj. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1969*, 71–75.
- Petersen, K.S. 1973: Tills in dislocated drift deposits on the Røsnæs peninsula, northwestern Sjælland, Denmark. *Bulletin of the Geological Institute of the University of Uppsala* 5, 41–49.
- Petersen, K.S. & Buch, A. 1974: Dislocated tills with Paleogene and Pleistocene marine beds. Tectonics, lithology, macro- and microfossils. *Danmarks geologiske Undersøgelse, Årbog* 1973, 63–91.

- Petersen, K.S. & Konradi, P. 1974: Lithologisk og palæontologisk beskrivelse af profiler i kvartæret på Sjælland. Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1973, 47–56.
- Rasmussen, H.W. 1965a: Strukturer dannet ved jordflydning, udglidning og issø-tapning i kvartære smeltevandsaflejringer. Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening 15, 470–475.
- Rasmussen, H.W. 1965b: Møn, landskab og undergrund, 33 pp. Faglig læsning, 36. årgang, ny serie nr. 64. København: Gyldendal.
- Rasmussen, H.W. 1967: Undersøgelser og tolkninger af dislocerede issøbakker. Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening 17, 37–57.
- Rasmussen, H.W. 1968: Hatformede bakker. Varv 1968, 1, 1–8.
- Rasmussen, L.Aa. 1975: Kineto-stratigraphic glacial drift units on Hindsholm, Denmark. *Boreas* 4, 209–217.
- Richardt, N. 1992: Isafsmeltning, bassindannelse og transgression. En sedimentologisk og glacialstratigrafisk undersøgelse af Sen-Weichsel-aflejringer i NØ-Sjælland, 197 pp. M. Sc. thesis, University of Copenhagen.
- Richardt, N. 1996: Sedimentological examination of the Late Weichselian sea level history following deglaciation of northern Denmark. Geological Society of London, Special Publication 111, 261–273.
- Richardt, N., Belhage, L. & Funder, S. 1999: Øresund i 20.000 år. Varv 1999, 3, 67–95.
- Richter, K. 1937: Die Eiszeit in Norddeutschland, 179 pp. Berlin: Borntraeger.
- Ringberg, B. 1976: Beskrivning till jordartskartan Malmö NV. Sveriges geologiska Undersökning serie Ae 27, 100 pp.
- Ringberg, B. 1980: Beskrivning till jordartskartan Malmö SO. Sveriges geologiska Undersökning serie Ae nr. 38. Uppsala. 179 p.
- Ringberg, B. 1984: Beskrivning till jordartskartan Helsingborg SO. Sveriges geologiska Undersökning serie Ae 51, 174 pp.
- Ringberg, B. 1986: Beskrivning till jordartskartan Kristianstad SV. Sveriges geologiska Undersökning serie Ae 78, 69 pp.
- Ringberg, B. 1987: Beskrivning till jordartskartan Malmö NO. Sveriges geologiska Undersökning serie Ae nr. 85. Uppsala. 147 p.
- Ringberg, B. 1988: Late Weichselian geology of southernmost Sweden. *Boreas* 17, 243–263.
- Ringberg, B. 1989: Upper late Weichselian lithostratigraphy in western Skåne, southernmost Sweden. Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar 111, 319–337.
- Ringberg, B. 1995: Beskrivning till jordartskartan Halmstad SV. Sveriges Geologiska Undersökning serie Ae 121, 52 pp.
- Ringberg, B. 2003: Readvance and retreat of the Late Weichselian Low Baltic ice stream in southernmost Sweden – a review. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 125, 169–176.
- Rühberg, N. 1987: Die Grundmoräne des jüngsten Weichselvorstoßes im Gebiet der DDR. Zeitschrift für geologische Wissenschaft, Berlin 15, 759–767.
- Rørdam, K. 1893: Kortbladene Helsingør og Hilderød. Danmarks Geologiske Undersøgelse I. Række 1, 110 pp.
- Rørdam, K. 1899: Kortbladene Kjøbenhavn og Roskilde. Danmarks Geologiske Undersøgelse I. Række 6, 108 p.
- Rørdam, K. & Milthers, V. 1900: Kortbladene Sejerø, Nykjøbing, Kallundborg og Holbæk. Danmarks Geologiske Undersøgelse I. Række 8, 143 pp.
- Selsing, L. 1981: Stress analyses on conjugate normal faults in unconsolidated Weichselian glacial sediments from Brorfelde, Denmark. *Boreas* 10, 275–279.
- Sjørring, S. 1968: Smeltevand (om Suså-terrasser). Varv 1968, 2, 43–51.
- Sjørring, S. 1973: Some problems in the till stratigraphy of the northeastern part of Sjælland. Bulletin of the Geological Institute at the University of Uppsala, nya serien 5, 31–35.
- Sjørring, S. 1974: Klinterne ved Hundested. Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1973, 108–117.
- Sjørring, S. 1983: Ristinge klint. I: Ehlers, J. (red.): Glacial deposits in Northwest Europe, 219–226. Rotterdam: Balkema.
- Slater, G. 1927: The structure of the disturbed deposits of Møns Klint, Denmark. Transactions of the Royal Society of Edinburgh 55, 289–344.
- Smed, P. 1981: Landskabskort over Danmark, 4 kortblade. Odense: Geografforlaget.
- Smed, P. 1988: Sten i det danske landskab, 181 pp. Odense: Geografforlaget. (ny udgave i 1995).
- Smed, P. 1993: Indicator studies: a critical review and a new data presentation method. Bulletin of the Geological Society of Denmark 40, 332–344.
- Smed, P. 1995: Tunneldale. Geologisk Nyt 1995, 1, 19–23 og 2, 19–23.
- Smed, P. & Ehlers, J. 2002: Steine aus dem Norden, 195 pp. Stutthart: Borntraeger.
- Smed, P. 2010: Indicator count methods tested out on Møn, Denmark. E & G Quaternary Science Journal 59, 76–87.
- Stephan, H.-J. 2001: The Young Baltic Advance in the western Baltic Depression. Geological Quarterly 45, 359–363.

- Stephan, H.-J. 2004: Karte der Stauchgebiete und Haupt-Gletscherrandlagen in Schleswig-Holstein 1:500.000. *Meyniana* 56, 149–154.
- Stephan, H.-J., Hartz, S. & Jakobsen, O. 2005: Quartärgeologie/Glazialtektonik Ostholsteins. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Norddeutscher Geologen 2005, Hansestadt Lübeck, Exkursion B1, 115–140.
- Stuiver, M., Grootes, P.M. & Braziunas, T.F. 1995: The GISP $d^{18}O$ climate record of the past 16 500 years and the role of sun, ocean and volcanoes. *Quaternary Research* 44, 341–354.
- Svendsen, J.I., Astakhov, V.I., Bolshiyakov, D.Yu., Demidov, I., Dowdeswell, J.A., Gataullin, V., Hjort, C., Hubberten, H.W., Larsen, E., Mangerud, J., Melles, M., Möller, P., Saarnisto, M., Siegert, M.J. 1999: Maximum extent of the Eurasian ice sheets in the Barents and Kara Sea region during the Weichselian. *Boreas* 28, 234–242.
- Svendsen, N. 2008: Begravede dale på Sjælland. *Geologisk Nyt* 6, 20–24.
- Svendsen, N. 2010: Furesøen og Farum-sandet. *Geologisk Nyt* 2010, 6, 4–12.
- Svendsen, N. 2011: Svar til Marcussen og Østergaard – afsluttende kommentarer. *Geologisk Nyt* 2011, 5, 14–17.
- Ødum, H. 1933: Marint Interglacial paa Sjælland, Hven, Møn og Rügen. Danmarks geologiske Undersøgelse, IV Række 10, 44 pp.