

Geologisk Tidsskrift



DECEMBER 2011



Geologisk Tidsskrift udgives én gang årligt i trykt form af Dansk Geologisk Forening, DGF.

Geologisk Tidsskrift er Dansk Geologisk Forenings (DGF) dansksprogede publikation til bred faglig og populærvidenskabelig formidling til alle med en geologisk interesse. Redaktionskomiteen kan invitere til at skrive om et særligt aktuelt emne, men opfordrer alle til at indsende et manuskript der egner sig til bred faglig formidling. Forfattere med ideer til særnumre, er derfor meget velkomne til at henvende sig til redaktøren. Tidsskriftet indeholder endvidere bestyrelsens årsberetning.

Se www.2dgf.dk/publikationer/geologisk_tidsskrift for adresse samt forfattervejledning.

Redaktion: Kurt H. Kjær (Statens Naturhistoriske Museum, SNM).

Redaktionskomite: DGF's bestyrelse.

Ansvar for artiklernes videnskabelige indhold påhviler udelukkende forfatterne.

@ Dansk Geologisk Forening

Medlemskab af DGF koster i 2011 kr. 350, studerende dog kun kr. 150 (50 kr. reduktion ved tilmelding af kontingent til PBS).

DGF's sekretariat

Dansk Geologisk Forening
Geologisk Museum
Øster Voldgade 5-7
1350 København K
Varierende åbningstider: se www.2dgf.dk

Tlf.. 3532 2354

E-post: dgfemail@gmail.com

DGF' S hjemmeside: www.2dgf.dk

Forsideillustration: Typisk billede fra indlandet i Maniitsoq området, sydlige Vestgrønland. Det afrundede grundfjeld gennemskæres af dybe dale. Den brune bjergart midt i forgrunden er Silisissanguit Tasiat kimberlit gangen. Som så ofte springer kimberlitforekomster ikke i øjne. Man skal lede efter dem. Foto: Agnete Steenfelt.

Stevns halvøen og kvartærtidens isstrømme

AF MICHAEL HOUMARK-NIELSEN

Houmark-Nielsen, M. 2011: Stevns halvøen og kvartærtidens isstrømme. *Geologisk Tidsskrift* 2011, pp. 1–11, ISSN 1350-0150, København.

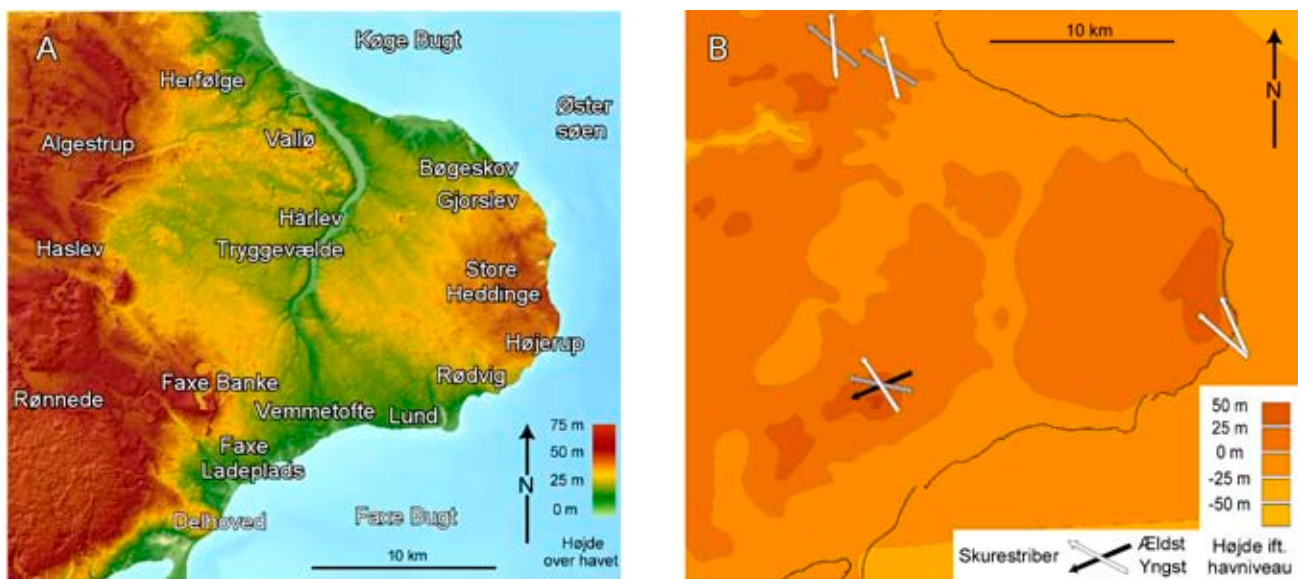
Michael Houmark-Nielsen, Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. michaelhn@snm.ku.dk

Stevns Klint er af Kulturstyrelsen udpeget som officiel kandidat til UNESCOs prestigefyldte liste over verdensarv (Damholt og Surlyk 2012). Det har skabt fornyet interesse, ikke kun omkring selve klinten, men også for det unikke landskab, der kendetegner hele Stevns halvøen. Af samme grund har Østsjællands Museum ydet støtte til en samlet redegørelse for istidslandskabets former og dets udformning. Denne artikel giver et overblik over landskabsformernes dannelse og indbyrdes sammenhænge. Der er lagt særlig vægt på en række lokaliteter, der belyser højdepunkter i Stevns Halvøens naturhistorie under de seneste 25.000 år, en periode der omfatter de store nedisninger og det Skandinaviske Isskjolds afsmeltning samt ændringer i havniveau fra Stenalderen til i dag. Det er alene forfatteren, der bærer ansvaret for denne vægtning, der i andres øjne sandsynligvis

kunne være disponeret anderledes. Da lokaliteterne ikke "vedligeholdes" men ofte passer sig selv, vil muligheden for at se alle de beskrevne geologiske forhold kun sjældent være til stede, da tilgængelighed og bevaring afhænger af vind og vejr.

Stevns Halvøen strækker sig fra bakkelandet i vest omkring Herfølge, Algestrup, Haslev og Rønnede mod øst ud i Østersøen (Fig. 1 A). Den lavtliggende halvø er i regelen ret flad og når for det meste ikke højder på mere end 25 meter over havet. Undtagelser er den østligste del omkring selve Stevns Klint på knap 50 meter og Faxe Banke og Delhoved i syd, der ligger omkring 75-60 meter over havet. Halvøen gennemskæres af et netværk af mindre vandløb, der samles i Tryggevælde Ådal med udløb til Køge Bugt.

Det flade landskab har fået sit endelige udseende sent under sidste istid, hvor udløbsgletsjere fra det Skandinaviske Isskjold dækkede det østlige Danmark. Selvom området har små topografiske forskelle, findes der her en række forskellige landskabsformer, der alle knytter sig til fremrykning af isstrømme, afhøvling og



Figur 1. A: Højdemodel over Stevns Halvøen (efter Kort og Matrikelstyrelsen 2009). B: Højdekort der viser kalkens overfladeformer efter Binzer & Stockmarr (1994) og skurestriber målt på kalkoverfladen efter Milthers (1908) og Krüger (1970).

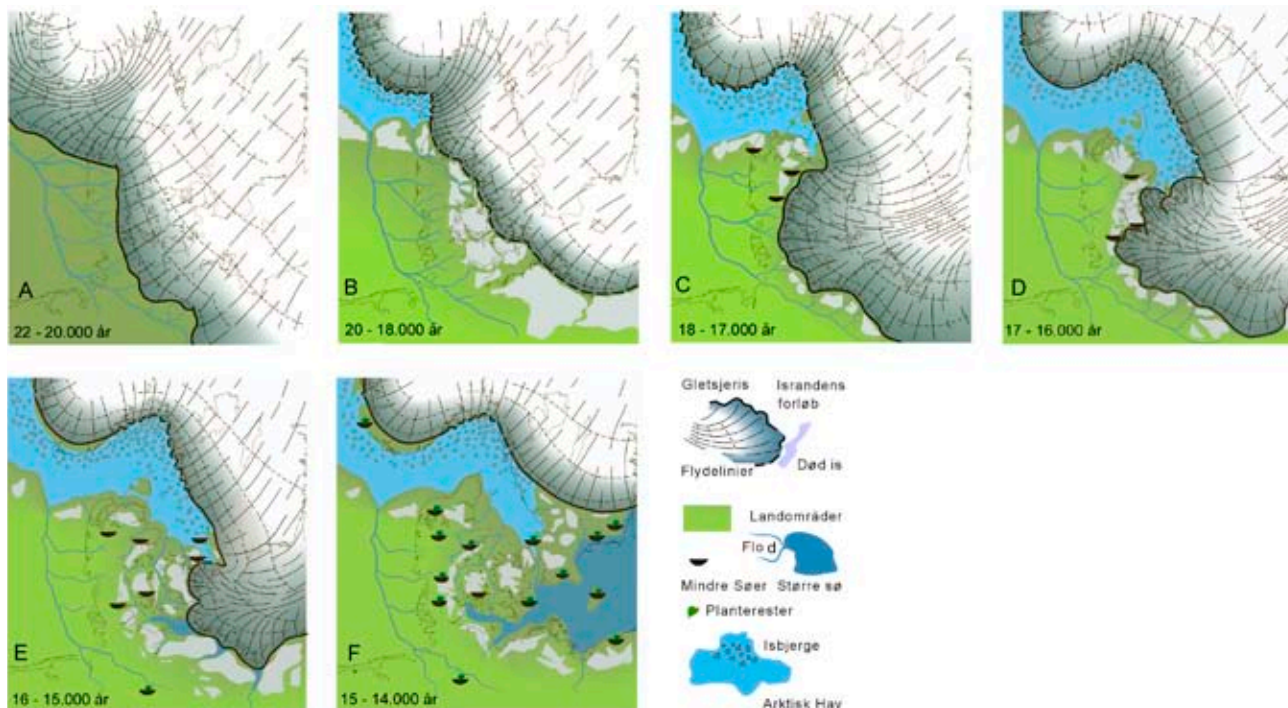
erosion af isens underlag og efterfølgende afsmeltning. Efter istidens ophør har opfyldning af søer og floddale fundet sted og kysterne er blevet udlignet, afhøvlet eller tilført nyt materiale ved bølgevirksomhed og havstrømme.

Regional ramme

Gemt under de forholdsvis tynde istidsaflejringer på Stevns Halvøen findes undergrundens kridt og kalksten, der er aflejret i et subtropisk hav for mere end 60 millioner år siden. I tiden herefter blev området stadig mere kystnært for senere at blive en del af den nordeuropæiske landmasse, og som endte med at blive invaderet af de store isskjolde fra det norsk-svenske højland for mindre end en million år siden. Under det meste af dette tidsrum blev det sydvestlige Skandinavien udsat for hævnning af jordskorpen, i området omkring Stevns på mellem 500 og 1000 meter. Dette medførte voldsom erosion i øst, og store mængder sediment blev ført med floder ud mod sænkingsområdet i Nordsøen. Hele Østersøregionen var et fladland med store flodsletter, der senere blev udsat for afhøvling af Kvartærtidens gletsjere, og på Stevns Halvøen kom den hårde bryozokalk til at danne underlaget for istidslagene. Kalkoverfladens højde varierer fra knap 50 m over havet til knap 25 m under havet. I store træk nås de største højder omkring Faxe og lige inden for Stevns Klint mens to nord-syd gående lavninger findes midt på halvøen (Fig. 1 B). På græn-

sen mellem kalken og de kvartære aflejringer er der enkelte steder fundet skuremærker efter sten der har været indefrosset i bunden af isskjoldet. Bedst undersøgt er skurestriberne på Faxe Banke, men også omkring Højerup og Herfølge er der set skurestriber. Deres retning er indridset parallelt med gletsjernes flyderetning og fordeler sig på tre hovedretninger, nemlig NØ-SV (ældst), ØSØ-VNV og SØ-NV (yngst).

Kvartærtidens aflejringer på Stevns stammer næsten udelukkende fra de store nedisninger i slutningen af sidste istid – Weichsel Istiden. Dog er der i områdets sydligste del fundet havaflejringer fra sidste mellemistid – Eem og mudrede søsedimenter fra midten af sidste istid, der nu og da er synlige i klinten ved Delhoved (Fig. 1). Mod slutningen af sidste istid fandt en række isfremstød vej mod Danmark. Stevns Halvøen oplevede først invasion af isskjoldet fra nordøst med udgangspunkt i det sydlige Sverige; senere afløst af isstrømme fra øst og sydøst med udspring i den sydlige del af Østersølavningen. Fra Mellem og Sydsverige nåede isskjoldet sin største udbredelse for ca. 22.000 – 20.000 år siden (Fig. 2 A). Herefter fulgte trinvis afsmeltning, hvor isskjoldets rand smeltede tilbage mod NØ og der blev efterhånden afsnøret store arealer med stillestående is - dødis - som var helt eller delvist dækket af sedimenter (Fig. 2 B). Samtidig trængte det arktiske Atlanterhav ind i Skagerrak, mens isskjoldet i det østlige Danmark foretog flere genfremstød. Langs randen af isskjoldet dannedes under en



Figur 2. Nedisningsmodel der viser seks stadier i det skandinaviske isskjolds udvikling omkring slutningen af sidste istid. A: Hovedfremstødet, B: Storebælt genfremstød, C: Østjyske Isstrøm, D: Bælthav Isstrøm, E: Møn-Øresund Fremstød, F: Bølling varmetid. Efter Houmark-Nielsen m. fl. (2005).

større fremrykning et bælte af aflange bakkestrøg, der løber fra Nørrejylland gennem Storebælt til det nordlige Falster og Møn, og som også kan findes i Stevns Halvøens sydligste del ved Delhoved.

Da den aktive del af isskjoldet fra Sydsverige

havde forladt Danmark og det sydlige Skåne, var landskabet i vid udstrækning dækket af dødis. Efterfølgende blev Danmark overskredet af istrømme fra Østersøen for ca. 18.000 år siden. Isstrømmene gled fra østlige, og senere sydøstlige retninger ind over den

Gletsjernes landskabsformer og aflejringer

I et typisk istidslandskab findes landskabsformer dannet foran isen, langs randen, bag randen ved bunden af den flydende gletsjer eller oven på en ismasse, der er gået i stå og ligger tilbage som dødis (Boks Fig. A). På Stevns Halvøen findes eksempler på alle disse landskabsformer (Fig. 3).

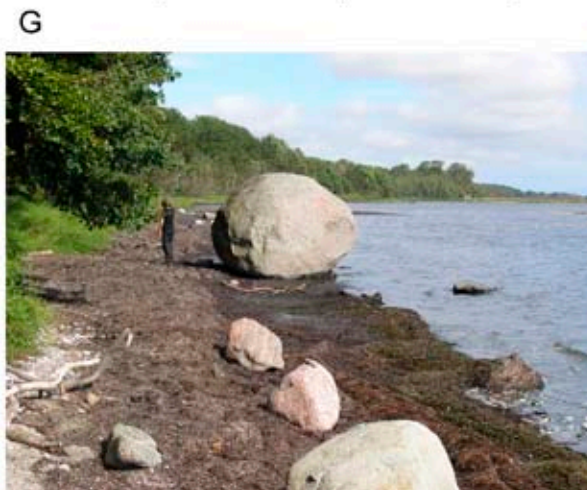
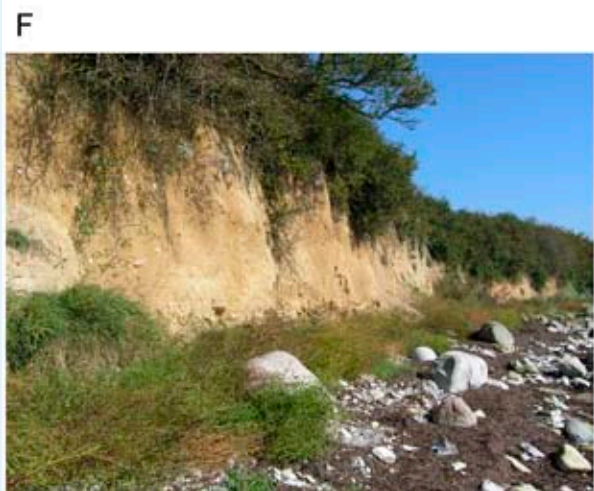
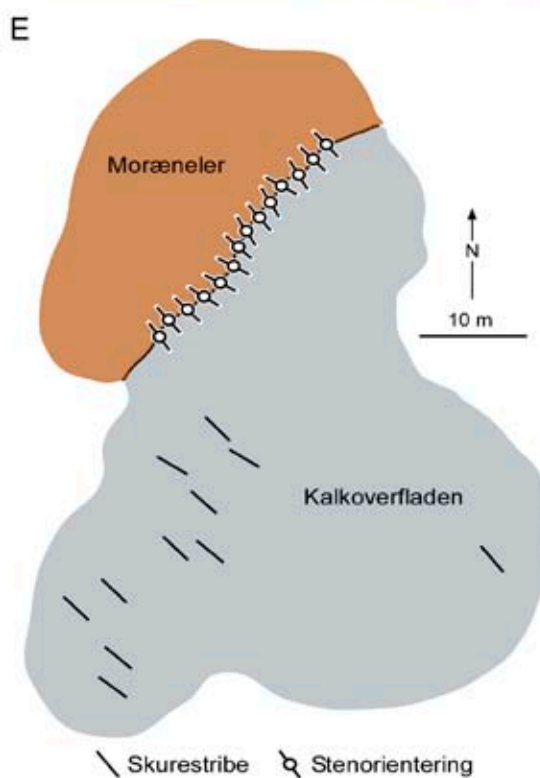
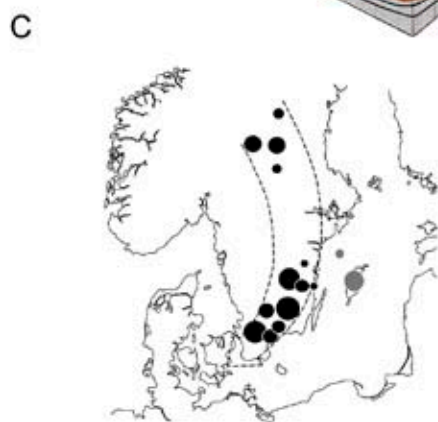
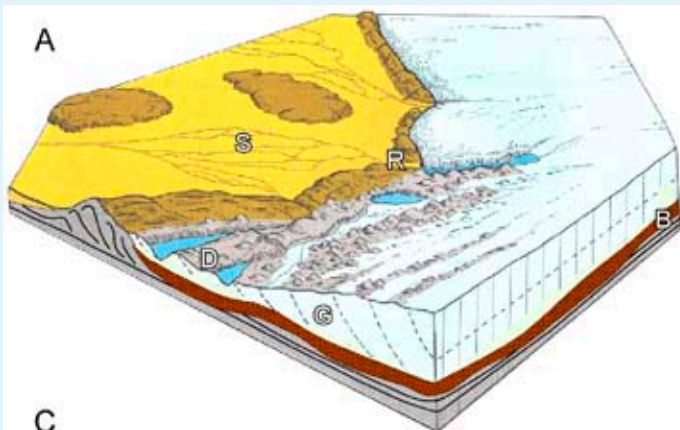
Langstrakte randmorænebakker er dannet i fronten af isen og bakkernes indre viser foldede og opstablede flager af de sediment, der befandt sig i isens forland under dens fremrykning. Foran israndsbakkerne findes, foruden ældre landskabsformer, floddale og smeltevandssletter opfyldt af lagdelt sand og grus. Det er transporteret hertil af det vand, der strømmede bort fra isranden og efter isen er gået i stå også fra de bagved liggende dødisområder. I det nedfrosne arktiske landskab ændres overfladen efter isens borstmeltning ved udglidning af de øverste optøede jordlag i sommerhalvåret. I baglandet findes bundmoræne, hvis overflade ofte har en karakteristisk stribning dannet ved erosion og aflejring af sediment, der ved isens bund er udtværet i samme retning som flydningen. Denne flade består ofte af moræneler, et usorteret sediment med en finkornet grundmasse hvor i større sten og blokke er indlejret (Boks Fig. B). Nedsmeltning af dødis fører til et uregelmæssigt bakket landskab med mindre høje afgrænset af fugtige, afløbsløse lavninger. Højene er dannet ved morænelerets nedglidning i huller i den stagnerende ismasse, som også kan være fyldt med issediment som f. eks. ler og sand. Her findes en række lange og smalle åsbakker, der består af lagdelt grus og sand aflejret i smeltevandskanaler, der inde i isen eller oven på løb ud mod randområdet.

De stentyper, der findes i moræneleret, stammer fra gletsjernes opland og kan være opsamlet lokalt eller være transporteret i isen mange 100 km. I flere tilfælde er stenene hjemmehørende afgrænsede områder, som gletsjerne har passeret og de afspejler den rute, som isen har fulgt. På Stevns har man kunne skelne mellem ét stenindhold fra Mellem- og Sydsverige og ét fra Østersøen (Boks Fig. C & D). Tællinger blandt stenene på stranden udelukkende af krystallinske ledeblokke, hvor kalksten og sandsten altså er udeladt, viser samme tendens (Milthers 1942). Langs hele kysten på Stevns domineres indholdet af krystalline østersøblokke fra området omkring

Ålandsøerne nogle få er fra Dalarna, mens bjergarter fra Norge og det vestlige Sydsverige ikke er fundet. Langs klinten NØ for Faxe Ladeplads (Boks Fig. F) er andelen af baltiske ledeblokke helt oppe på 95 %. I det hele taget stammer strandstenene fra det meste af Østersøen og for den interesserede samler, kan der findes eksemplarer af langt de fleste bjergarter fra Palæozoikum (Kambrium, Ordovicium og Silur), og øvre Mesozoikum (Jura, Kridt) i det baltiske område. Den lokale undergrund er også rigt repræsenteret i form af kalksten og flint. En særlig stor vandreblok af granit – Musestenen – ligger på stranden nogle få hundrede meter sydvest for Vemmetofte Strand (Boks Fig. G).

Langstrakte sten i moræneleret ligger ofte parallelt med isens flyderetning og de blev aflejret dengang isen var i bevægelse. Sten, der er frosset fast i isens bund, kan ridse og skure på underlaget, hvad enten det består af hårde bjergarter fra undergrunden eller sten indlejret i moræneleret. Morænelerets langstrakte sten kan altså være med til at udrede gletsjernes helt lokale flyderetning. Umiddelbart nord for Faxe kalkbrud hvor kalkoverfladen er frilagt findes et tyndt dække af moræneler. Her kan retningen af skurestriber på kalkoverfladen og stenenes orientering i moræneleret sammenlignes med hinanden. De yngste og mest fremtrædende skurestriber har en SØ-NV orientering (Boks Fig. E). Orienteringen af 700 aflange sten er målt på 14 stationer i vægen omtrent midtvejs mellem bund og top på den knap 10 m tykke moræneler. Retningen har en spredning på 36° omkring et gennemsnit på 138°. Dette betyder, at den isstrøm der aflejrede moræneleret har bevæget sig i en nordvestlig eller sydøstlig retning, uden dog at vise fra hvilken af det to der er tale om. For entydigt at kunne udrede isens bevægelsesretning, må stenenes orientering i forhold til det isskurede underlag måles med et "vaterpas" monteret på kompasset, idet hovedparten af sten i moræneler dykker eller "har den ene ende vippet nedad" imod isens flyderetning. Målingerne viser, at stenene dykker mellem 1° og 11° mod SØ lige retninger, hvilket viser at isstrømmen er gledet ind over Faxe Banke fra SØ. Dette er i overensstemmelse med et flertal af skuringsmærker hvor isbevægelsen har kunnet bestemmes.





østlige del af landet og nåede sin største udbredelse langs Østjyllands kyst (Fig. 2 C), mens det efterfølgende Bælthav fremstød for omkring 17.000 år siden var splittet op i en række mindre isstrømme, der bredte sig i Lillebælt, Storebælt og ind over Sjælland (Fig. 2 D). På denne tid begyndte der at aflejres sand og lagdelt mudder i søer delvist afgrænset af dødis, samtidig trængte det arktiske hav længere ned gennem Kattegat og fik store dele af den aktive is til at bryde op og flyde bort som isbjerge.

De Baltiske isstrømme blev efterhånden af så ringe tykkelse grundet mangel på tilførsel af is fra Østersølavningen, at de næsten gik helt i stå. En af de yngste isstrømme nåede Falster og Møn mens en anden dækkede det østligste Sjælland og gled op gennem Øresund og ind over Vestsåne for omkring 16.000 år siden (Fig. 2 E). Landet begyndte nu at hæve sig så meget efter isskjoldets tyngende byrde var forsvundet, at havet for 15.000 – 14.000 år siden blev fortrængt fra Øresundsområdet. Samtidig blev den Baltiske Issø dannet i de isfrie dele af Østersølavningen, der havde udløb til Kattegat gennem Flinterenden i det sydlige Øresund, indtil landhævningen tørlagde dette udløb så afvandingen herefter skete gennem Storebælt. Hævningen medførte at åer og floder skar sig dybere ned i jordoverfladen og hermed var grunden lagt til de dybt nedskårne dale vi finder i istidslandskabet og som udgør en del af de smalle render, der i dag benyttes af skibsfarten i vore indre farvande. Både den store Baltiske issø og mindre søbassiner modtog fra omkring 15.000 år siden rester af det sparsomme arktiske plantedække, som så småt havde slået rod i det dødisprægede landskab under den klimatiske mildning, der fandt sted i Bølling for 14.700 til 14.000 år siden (Fig. 2 F). Med den arktiske pionervegetation fulgte også de store planteædere der bl.a. omfattede mammut og rensdyr og i hælene på dem, mennesket.

Sidste istid sluttede for 11.700 år siden med indvan-

dring af en lys, åben skov. Senere dækkedes landet af den tætte løvskov og havet omkring Danmark havde nu nået sit laveste niveau efter istiden. Imidlertid fandt en verdensomspændende havstigning sted for omkring 8.000 år siden og i slutningen af ældre Stenalder steg oceanernes vandspejl i løbet af få hundrede år med 30 – 40 meter, da de sidste rester af det store Nordamerikanske isskjold smeltede. Havet trængte ind i de tidligere floddale og omdannede dem til smalle fjorde, mens store arealer druknede og Danmark omdannedes til et ø-rige. Selvom det globale havniveau herefter ikke faldt nævneværdigt, sank havspejlet efterhånden i den nordlige del af Danmark, fordi landet stadig hævede sig. Herved blev tidligere fjorde og sunde afsnøret fra havet og blev omdannet til søer og moser. Ved overgangen til yngre stenalder for 5.000 – 4.000 år siden blev klimaet køligere. Kysterne blev udlignet, odder kom oven vande og sammen med strandvolde danner de nu hævede kystaflejringer, der ligger i lavtliggende områder mellem de klinger, der er udsat for erosionen.

Istidslandskabet på Stevns Halvøen

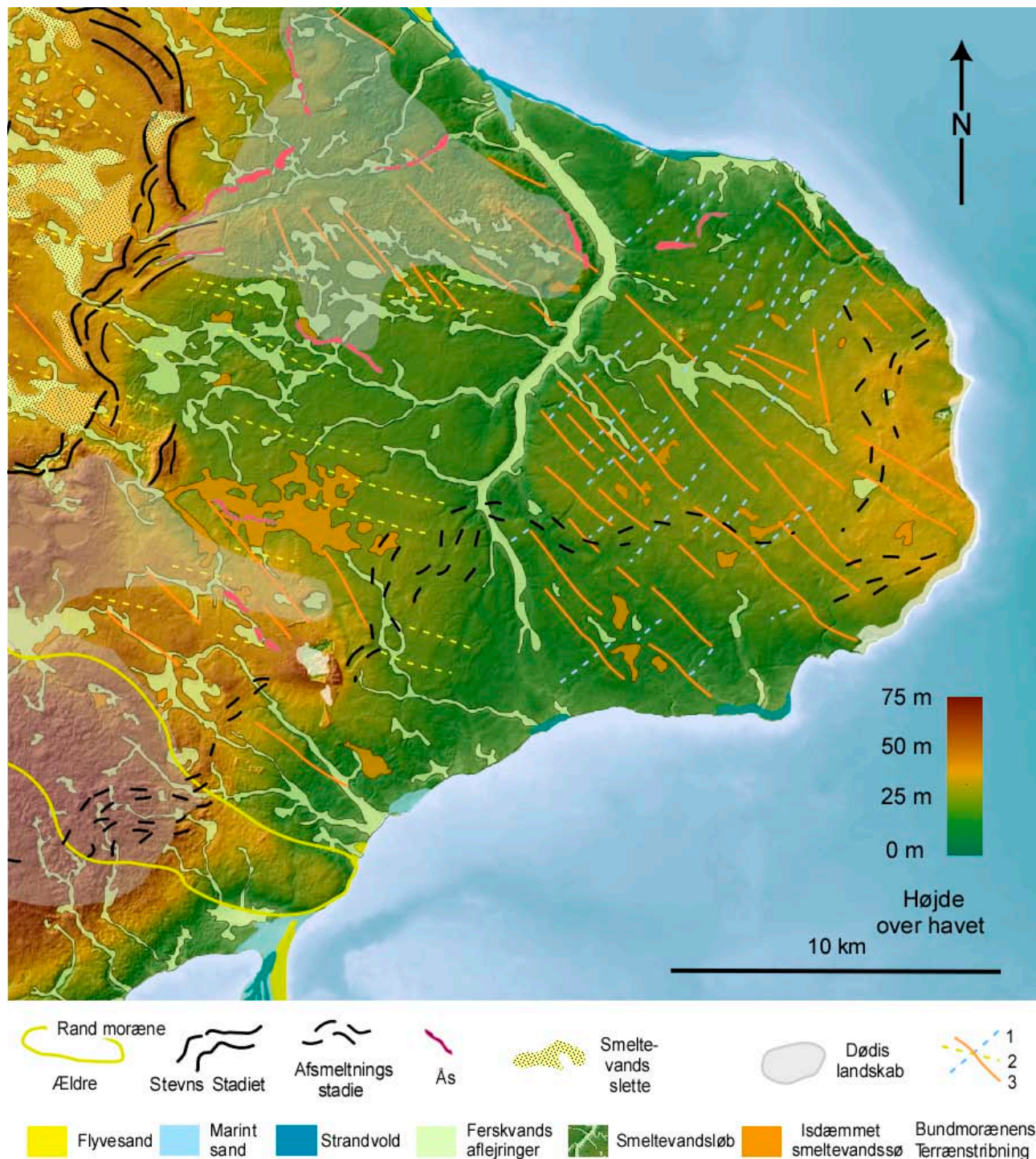
Istidslandskabet på Stevns viser ingen imponerende topografi som andre egne af landet kan bryste sig af, men har sit eget sletteagtige præg (Fig. 3). Landskabsformerne er helt domineret af en moræneflade dannet ved bunden af Bælthav isstrømmen, der flød ind over området fra sydøstlige retninger i slutningen af sidste istid (Fig. 2). Når Stevns Halvøen næsten udelukkende består af en udstrakt moræneflade skyldes det, at kvartærtidens lag hviler på den nedhøvede svagt skålformede kridtoverflade. De kvartære aflejringer består for størstedelen af moræneler, der varierer i tykkelse fra nogle få meter til i den østlige del til mere end 50 m i randmorænerne og dødisområderne mod vest.

◀ A: Model for dannelse af et istidslandskab. Gletsjeren (G) er rykket frem fra venstre og forskydningsplaner i isen bringer materiale fra bunden ind i isen og i visse tilfælde helt op til overfladen. Mellem gletsjeren og dens underlag dannes bundmoræne (B) bestående af moræneler. Langs iskanten dannes langstrakte randmorænebakker (R) ved oppresning af lagene under- og foran isen og ved aflejring af isens medslæbte materiale. Foran randen aflejrer smeltevandet en flodslette (S) af sand og grus mellem højere liggende dele af ældre landskaber. I en bræmme af dødis (D) bag randen aflejrer mudder, sand og grus i søer og vandløb. Efter Krüger (2006). B: Moræneler. Foto M. Houmark-Nielsen (2004). C: Blokindholdet i Hovedfremstødet moræneler, Delhoved. Cirklerne er placeret hvor de enkelte bjergarter findes og diameteren er proportional med mængden af sten (N= 69). Grå cirkler angiver bjergarter optaget fra ældre baltisk moræneler i Skåne og Østsjælland. Pilen viser, at den del af isskjoldet der nåede Stevns, fulgte en rute fra Dalarna forbi Stockholmsegnen, over Småland og Skåne mod Stevns. Efter Smed (1994). D: Blokindholdet i Bælthav isstrømmens moræneler, Sibirien ca. 3 km NØ for Faxe Ladeplads (N= 103). Pilen angiver at isskjoldet fulgte en rute fra Dalarna gennem Østersøen på vej mod Stevns. Efter Smed (1994). E: Retning af skurestriber på kalkoverfladen og aflange stens orientering målt i vægen på den oven liggende moræneler på Faxe Banke. Isen er gledet fra SØ ind over Faxe Banke. Efter Krüger (1970). F: Lav kystklint med moræneler ved Lund mellem Vemmetofte Strand og Rødvig. Bemærk de mange sten vasket ud af morænen. Den knap 8 m tykke moræne, der synlig i skrænten, hviler på kalkoverfladen tæt under havniveau. De største sten er krystallinske blokke fra det østsvenske grundfjeldsområde, men hovedparten af strandsten udgøres her af flint. Foto M. Houmark-Nielsen (2011). G: Musestenen på stranden ud for Vemmetofte. Foto M. Houmark-Nielsen (2011).

Randmorænerne

Halvøens vestlige afgrænsning består af en række lave men tydeligt markerede bakker, der i bueformede bånd strækker sig fra Herfølge forbi Algestrup til området syd for Haslev (Fig. 3) Boringer omkring bakkerne, hvor lag af kridt og kalk ligger ovenpå is-

tidsaflejringer, viser at deres indre er forskubbet og stablet sammen af gletsjeris. Bakkernes indre opbygning, deres buede form, der vender åbningen mod øst, og de smeltevandssletter, der findes umiddelbart vest for bakkerne viser, at der er tale om israndsbakker. De blev dannet af en is der befandt sig øst for bakkerne



Figur 3: Terrænmodel over Stevns Halvøen med landskabsformer skabt under den sidste istid og vores nuværende varmetid. Højdemodel efter Kort- og Matrikelstyrelsen (2009). Landskabsformer og jordartskort efter Milthers (1908) og Smed (1981) og Pedersen (1989).

og hvorfra åsbakker af sand og grus blev aflejret af smeltvand, der søgte ud mod randen. Det er sandsynligvis det yngste af Bælthav fremstødets isstrømme der dækkede Østsjælland (her kaldet Stevns stadiet) og skød sig op gennem Øresund og ind over Vestsåne (Fig. 2 E).

Morænefladen

Øst for israndsbakkerne ligger et fladland (Fig. 4 A), som ved nærmere eftersyn gemmer en række af istidens landskabsformer. Mest fremtrædende er morænefladen, som synes næsten helt uden topografiske forskelle. Terrænmodellen afslører imidlertid, at Stevns Halvøens overflade er præget af langstrakte, få meter høje furer dannet i isstrømmenes flyderetning (Fig. 3). Den mest fremtrædende terrænsribning ligger ofte med den tykke ende mod sydøst og tynder ud for til sidst at forsvinde mod nordvest. Dette viser, at den seneste isstrøm flød fra sydøst ind over Stevns (Fig. 4 B). Morænefladen er næsten udelukkende dækket af moræneler aflejret ved basis af den fremrykkende isstrøm. Måling af langstrakte stens orientering viser at moræneleret blev afsat af en gletsjer, der lokalt flød fra sydøst mod nordvest (Fig. 4 B). Det regionale flydemønster i isstrømmen viser tællinger af ledeblokke fra klinten mellem Vemmetofte Strand og Faxe Ladeplads. Her findes granit fra Dalarna, egnen omkring Stockholm og det østlige Småland i små mængder, mens granitiske bjergarter fra Ålandsøerne er til stede i moderate mængder. Morænenes sten er helt domineret af sedimenter fra Østersøens bund nemlig røde sandsten og brogede kalksten, hvilket viser at isstrømmen, der afsatte de øverste 3-5 m moræneler har fulgt en rute gennem Østersøen over Gotland, Øland og Bornholm (Boks Fig. D).

Et nærmere blik på højdemodellen viser imidlertid, at der findes yderligere to om end svagere retninger (Fig. 3). Den næst yngste ribning, der er tydelig på det centrale og vestlige Stevns, ligger orienteret ØSØ-VNV, en retning som kan genfindes i mere tydeligt form vest for randmorænerne. Den ældste ribning ligger NØ-SV og skæres af begge de to andre terrænsribninger.

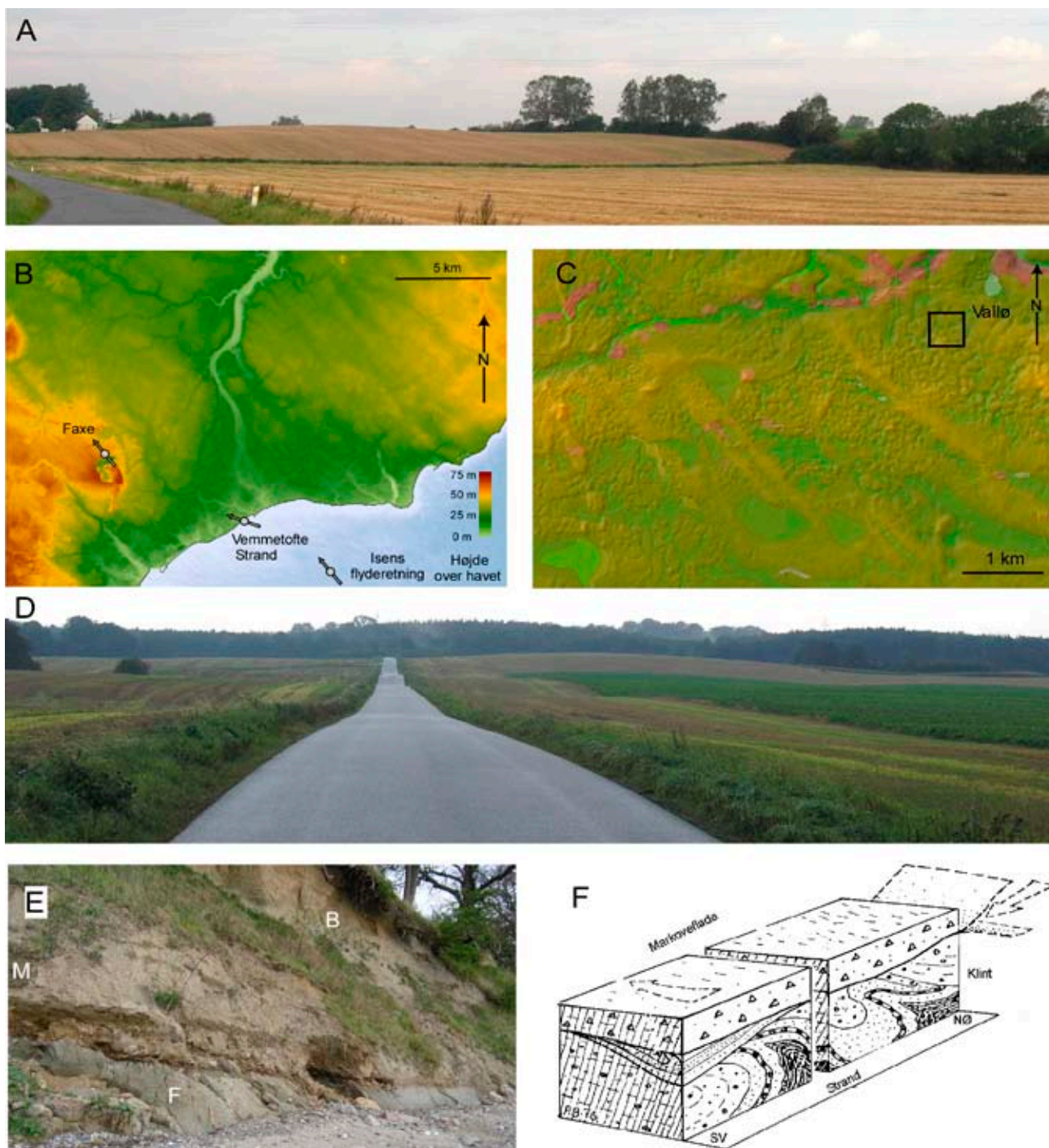
Mens morænefladen på det meste af Stevns overlejrer ældre bundmorænelandskaber skabt af gletsjere fra ØSØ og NØ, dækker fladen i to områder dødisprægede landskaber, skabt i nedsmeltende gletsjeris fra de tidligere isfremstød. I området syd for Herfølge og Vallø dækker bundmorænen et bulet landskab, hvor flersidede småbakker på mellem 100 og 200 meter i diameter afgrænses af lavninger, der ligger blot nogle få meter under bakkernes højde. Dødislandskabet er mest sløret hvor bundmorænen er tykkest, især langs terrænsribberne og hvor enkeltbakker eller åse med sand og grus træder frem i landskabet (Fig. 4 C

& D). Tilsvarende landskabsformer findes mellem Vemmetofte Strand og Faxe Ladeplads og i småskovene vest for Store Heddinge

Et anderledes morænedækket dødislandskab findes i den sydvestlige del af Stevns Halvøen (Fig. 3). Syd for Rønde under morænefladen gemmer sig et storbakket randmorænestrøg, dannet inden de Baltiske isstrømme invaderede landet i forbindelse med et genfremstød fra NØ under den generelle afsmeltning af isen fra Sydsverige, (Fig. 2 B). Undergrundens kridt og kalk findes indlejret i istidsdannelserne i talrige borer langs hele bakkestrøget (Jacobsen 1996), hvilket viser at lagene er forstyrret af ispres. Bakkernes indre, har under dannelsen også for en stor del bestået af dødis. Nordøst for randmorænestrøget findes et morænedækket dødisområde syd for Haslev og østpå mod Faxe. Store lavninger opfyldt af søer og moser veksler med fladtoppede bakker. For begge dødisområder gælder, at efter Bælthav isstrømmen havde dannet morænefladen, er det gamle israndsstrøg og det nordøst for liggende dødisområde så at sige sunket sammen, mens dødisen smeltede. Dette har betydet at bundmoræne, der dækker dødisområdet, kun stedvis har præg af moræneflade.

Det gamle randmorænestrøg har retning NV-SØ og gennemskæres langs kysten ved Delhoved ca. 3 km sydvest for Faxe Ladeplads. I klinten er der fra tid til anden blottet en lagfølge, der rækker længere tilbage i tid end de kvartære aflejringer på det meste af Stevns Halvøen. De opskudte flager og folder hælder mod NØ, dvs. at randmorænen er stablet sammen af en gletsjer der invaderede området fra NØ (Fig. 4 E & F). Flagerne består af mindre partier kridt samt kvartære aflejringer, der kan ses, når klinten er rensat ren efter stormvejr, men oftest er kun brudstykker af lagfølgen synlig. Ældste aflejring er *Cyprinaleret*, afsat i en lavvandet fjord under sidste mellemistid – Eem. Leret indeholder en velbevaret musling og snegle fauna der bl.a. tæller molboøsters (tidl. *Cyprina*), blåmusling, hjertemusling, almindelig strandsnegl, dyndsnegl m. fl. (Ødum 1933). Undersøgelser af kalkskallet dyreplankton (foraminiferer) har vist, at aflejringerne hører til den del af Eem-havet, der fandtes i den vestlige Østersø, Lillebælt og omkring Vadehavet i første halvdel af sidste mellemistid.

Over det marine ler findes moræneler med et højt indhold af baltiske blokke især grå og violette kalksten. Moræneleret er afsat af en isstrøm der for ca. 35.000 år siden invaderede det østlige Danmark. Da isen smeltede, blev der afsat mudder med spredte sten i en større isdæmmed sø (Fig. 4 E: afl. F), der var opstået i den vestlige Østersø foran den afsmeltende gletsjer. Stenene i leret er fra Østersøens bund domineret af skifre og kalksten og næsten intet lokalt materiale, og de er formodentlig transporteret til Østsjælland



Figur 4. A: Morænefladen på Stevns afgrænses af nord-sydgående randmorænebakker (Ringsbjerg mellem Herfølge og Algestrup set mod vest). Foto M. Houmark-Nielsen (2011). B: Terrænstribning på bundmorænen og angivelse af isens flyderetning målt på langstrakte stens orientering i det yngste moræneler på det sydlige Stevns. Data fra Krüger (1969). C: S dødislandskab omkring Vallø delvist skjult under moræneflade med terrænstriber. Brun: moræneler, Rød og orange: Smeltevandsaflejringer, Grøn: Postglaciale ferskvandsaflejringer. Bemærk huller i åsen vest for Vallø efter grusgravning. Jordarter efter Pedersen (1989). Højdemodeller efter Kort- og Matrikelstyrelsen (2009). D: Det småbakkede dødislandskab der præger morænefladen omkring Vallø set mod syd. Foto M. Houmark-Nielsen (2011). E: Opskudte lag af havaflejringer fra sidste mellemistid (Eem) overlejret af moræneler og stenet issøler fra Mellem Weichsel (F), Delhoved sydvest for Faxe Ladeplads. Flagerne er foldet og sammenskudt fra NØ og dækkes af moræneler afsat af Hovedfremstødet fra Mellem- og Sydsverige (M) og Bælthav Isstrømmen (B). Klinten er ca. 10 m høj. Foto M. Houmark-Nielsen (1992). F: Blokdigram ved Asger Berthelsen der illustrerer Delhoveds indre opbygning. Det NØ-SV gående klintprofil viser hvorledes en ældre randmoræne, bestående af lag der er foldede og sammenskudt fra NØ, er hølvet ned og dækket af moræneler fra et yngre isfremstød fra SØ. Efter Petersen (1978).

land indefrosset i mindre isbjerge og vinteris. Floder og åer aflejrede sand i søens randområder, bl.a. i det sydøstlige Sjælland og Møn (Houmark-Nielsen m. fl. 2005).

Da Hovedfremstødet overskred området blev lagene foldet og sammenskudt fra NØ (Fig. 4 F) og der aflejredes moræneler under isdækket (Fig. 4 E: afl. M) og med et stenindhold, der viser at gletsjeren har fulgt en rute over det mellemste og sydlige Sverige over Småland og Skåne (Boks Fig. C). Efter Hovedfremstødets afsmeltning invaderede de Ungbaltiske isstrømme fra SØ og under den sidste fase – Bælthav isstrømmen, aflejredes den moræneler, der udgør morænefladen på Stevns (Fig. 4 Fig. 4 E: afl. B).

Isens afsmeltning

Den yngste isstrøm, der dannede randmorænerne vest, gik i stå for knap 16.000 år siden. I forbindelse med isens bortsmeltning fra Stevns gik isfronten formentlig gennem den sydlige del af halvøen lænede sig op ad det sydlige dødissområde og Faxe Banke, mens en mindre tunge løb nordpå langs den sænkning i terrænet, hvor Stevns Å i dag løber. Mod øst kan randen have stået langs de højeste dele af Stevns Klint (Fig. 3). Afdræningen ledte smeltevandet ud mod lavningen i Køge Bugt og på grund af den hurtige landhævning, gravede afløbet den smalle rende, der i dag huser Stevns Å og Tryggevejle Å, og som sine steder når helt ned i kalkoverfladen. Alle lavninger og tidligere smeltevandsløb er i dag fyldt op af ferskvandsaflejringer (Fig. 3). Igennem Senglacial tid afsattes sand og ler som har været udnyttet i forbindelse med teglværksdrift.

I lavninger på morænefladen opstod isdæmmede søer med afvanding mod vest. Men efterhånden som afsmeltningen skred frem, blev de lavvandede søer forbundet af et dræningssystem af lange næsten lige dale, hvis forløb delvis er bestemt af terrænsribningen. Søerne havde afløb til Tryggevejle Ådal midt gennem Stevns og videre til den store ferskvandssø i Østersøen.

Sen- og Postglaciertid

Profiler fra søaflejringer fundet i tidligere lergrave og borer har afsløret rester af planter og dyr, der afspejler klimaudviklingen de seneste 13 - 14.000 år. I Senglaciertiden fra ca. 15.000 til 11.700 år siden udfyldtes lavningerne i terrænet med mudrede sedimenter, hvis planterester viser indvandring af den træløse tundra og dværgbusk hede afløst af en periode med åben kratskov med birk og fyr under den såkaldte Allerød varmetid, som blev efterfulgt af en tilbagevenden arktiske forhold. Havniveau lå 30 – 40 meter under det nuværende og åer og andre vandløb gnavede sig ned i istidslandskabet, hvorved det nuvæ-

rende afstrømningsmønster fik sin endelige udformning. De klimatiske svingninger blev for 11.700 år siden afløst af vort nuværende mellemistidsklima med indvandring først af en åben skov med fyr og birk, senere, da den tætte tempererede løvskov indvandrede, var gennemsnitstemperaturen ca. 2-3 grader over den nuværende. Søer og moser groede efterhånden til og ferskvandssand og -ler afløstes af tørv, som op til vor tid har været udnyttet til brændsel..

Boringer i flere lavtliggende, kystnære områder på Stevns viser, at ferskvandsaflejringerne dækkes af havaflejringer med en rig marin fauna domineret af bl.a. hjertemusling, blåmusling og strandsnegl. For ca. 8000 år siden begyndte en voldsom stigning af verdenshavene, og knap 1.500 år senere havde havniveau rejst sig 30 – 40 m. På Stevns steg grundvandsspejlet og lavningerne forsumpede og i den sene del af Jægerstenalderen trængte havet forbi den nuværende kystlinje og op i de større åer. Tryggevejle Ås nedre løb blev omdannet til en smal fjord, der strakte sig mere end 10 km ind i land til området syd for Hårlev hvor Tryggevejle Å løber sammen med Stevns Å. Den høje vandstand kulminerede mellem 7.500 og 5.500 år siden og der afsattes marint sand og mudder i de beskyttede farvande, mens der langs mere udsatte kyster dannedes strandvolde af sand og grus (Fig. 3). Ved bredderne af de fjorde, der lå i læ for de fremherskende vinde og havde et rigt dyreliv, findes en del kystbopladser fra jægerstenalderen.

I løbet af de seneste 6.000 år er landet hævet lidt over 2 meter i den nordlige del af Stevns og knap 1 meter i den sydlige og derfor ligger Stenalderhavets kystklinter i dag hævet mellem 2 og 1 m over nuværende havniveau. For knap 5.000 år siden begyndte en ændring i klimaet. I løbet af de næste par 1000 år faldt den årlige gennemsnitstemperatur med 2 grader og det blev blæsende og mere fugtigt, og samtidig begyndte mennesket at ændre landets udseende gennem skovrydning og svedjebrug. Vestenvinden dominerede og storme blev hyppigere. Dette betød øget erosion langs Stevns kyster og da havet var ophørt med at stige og landhævningen fortsatte om end med formindsket styrke, betød dette at tidligere hav dækkede arealer omdannedes til brakvandsområder. Bølger og strøm nedbrød klinterne mod Østersøen og sand og grus førtes fra Stevns Klint hhv. mod nord og syd. Opbygning af store strandvoldssystemer tog sin begyndelse med afsnøring af den lille fjord ved Tryggevejle Ås munding og nedbrydning af klinterne på det sydlige Stevns. Nedenfor skoven ved Sibirien nordøst for Faxe Ladeplads, hvor morænelerets overflade dykker under havstokken, ses resultatet havets nedbrydende kræfter i form at stenede og sandede strandvolde, der især opbygges af flintesten (Fig. 5). Strandvoldene er dannet da Stenalderhavet begyndte

at "falde" og klimaet blev mere køligt. Materialet er ført fra øst mod vest og strandvoldenes øverste lag når op til 1 m højere end Stenalderhavets største højde på 1 m over havet. Dette skyldes, at strandvoldene er dannet under den højeste vandstand i forbindelse med højvande og storm. Nedbrydningsprodukterne fra morænelerklinerne ligger lagvis med faldende højde mod vest. Stenene er velafrundede, de største er hovedstore og flint er klart blandt de hyppigste. Stenene ligger nogenlunde vandret og støtter sig til hinanden mens mellemrummene er udfyldt af sand. På fladen over de tilgroede strandvolde kan deres langstrakte form langs med kysten følges flere 100 m. Også dannelsen af de store strandvoldssletter syd for Delhoved og Feddet i Præstø Fjord tog sin begyndelse efter Stenalderen. De hævede og vegetationsfattige strandområder blev kilde til sandflugt, der udgør de yngste geologiske dannelser Stevns (Fig. 3). Langs strandene på Stevns ligger så store sten at bølger og strøm ikke har formået at flytte dem. Størst er Musestenen, en

vandre blok der ligger på stranden SV for Vemmetofte Strand (Boks Fig. G). Den er smukt skurestribet på toppen, men da den har flyttet sig siden istidens slutning og både skredet ned af kystklinten og senere puffet nærmere kysten af isskruninger, kan retningen af skurestriberne ikke bruges til at verificere isens flyderetning. Stenen er omkring 5 x 4 x 2,3 m og vejer mere end 65 ton. Der går sang om stenen, at den er kastet af en troldkvinde på Møn. Enten fordi hun ikke brød sig om klokkeklang fra Vemmetofte kloster eller fordi hendes kæreste havde været hende utro (Lidegaard 1994).

Bag de gamle strandvolde ved "Sibirien" findes en boret brønd hvor grundvandet konstant pibler frem. Vandet i kalkundergrunden vælder ud over jordoverfladen, da det her står under tryk. Der er artesiske forhold her fordi grundvandsspejlet i baglandet står højere end strandvoldenes største højde, og når der prikkes hul på magasinet, vil vandet presset op og når netop her op over terrænet.



Figur 5: Tilgroet strandvold fra Stenalderen bestående af stenet grus og sand, der har sin top ca. 2 m over nuværende middelvandstand. Den moderne strandvold, der består af samme type materiale, ligger for foden af over daglig vande. Foto M. Houmark-Nielsen (2011).

Konklusion

Terrænsribning, skurestriber på kalkoverfladen og stenenes orientering i det yngste morænedække er omtrent sammenfaldende, viser at den seneste gletsjer flød over Stevns fra sydøstlige retninger. Bundmorænen hviler visse steder oven på to ældre bundmoræne- og dødislandskaber, dannet af gletsjere fra hhv. ØSØ og NØ. Den næstnyeste skureretning er sammenfaldende med terrænsribningen der ligger ØSØ-VNV. Skurestriberne i den nordlige del af området antyder at isstrømmenes flydning i denne del af Stevns har været mere nordligt rettet. De ældste skurestriber, der er parallelle med den svage NØ-SV liggende terrænsribning, tilhører isdækket, der fra Mellemssverige under Hovednedisningen trængte ind over Stevns Halvøen som det første i Sen Weichsel. Dette isfremstød dannede under sin tilbagesmeltning de gamle randmoræner, der i dag dels skjuler sig under et dødislandskab og dels under morænefladen på Stevns. Det må antages at istidsaflejringer ældre end Hovednedisningen for størstedelen er høvlet af kalkoverfladen, i det omfang de måtte have været til stede, der hvor undergrunden ligger højt. Ændringer i havniveau og klima de seneste 5000 år har ført til nedbrydning af klinger og dannelse af strandvoldssystemer. Herved udvaskes sten fra moræneleret, som kan studeres langs strandene på Stevns.

God tur

For at øge udbyttet af en tur langs klinerne kan det anbefales at medbringe den geologiske kortbladsbeskrivelse (Milthers 1906), Landskabskort over Danmark, blad 4 Sjælland, Lolland, Falster og Bornholm (Smed 1981), bogen "Sten i det danske landskab" (Smed 1995) samt en god lup til nærmere studier af strandstenene.

Tak

Projektet er støttet af en bevilling fra Nordea-fonden til Østsjællands Museum.

Litteratur

- Binzer, K. & Stockmarr, J. 1994: Prækvartæroverfladens højdeforhold. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Kortserie 44.
- Damholt, T. & Surlyk, F. 2012: Nomination of Stevns Klint for inclusion in the World Heritage List. Østsjællands Museum.
- Houmark-Nielsen, M., Kjær, K.H. & Krüger, J. 2005: De seneste 150.000 år i Danmark, istidslandskabets og naturens udvikling. Geoviden nr 2, 20 p.
- Houmark-Nielsen, M., Noe-Nygaard, N. & Knudsen, K.L. 2006: Istider og Mellemistider. I G. Larsen (red): Naturen i Danmark, Geologien, kap. 13, s. 255-302.
- Krüger, J. 1969: Landskabsformer i sydlige Sjælland. Studier over glaciallandskabets morfologi, opbygning og dannelse. Geografisk Tidsskrift 68, 105-212.
- Krüger, J. 1970: Till Fabric in Relation to Direction of Ice Movement, A study from Faxe Banke, Denmark. Geografisk Tidsskrift 69, 133-167.
- Krüger, J. 2006: Nutidens landskab. I G. Larsen (red): Naturen i Danmark, Geologien, kap. 16, s. 361-394.
- Lidegaard, M. 1994: Danske sten fra sagn og tro. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck, 273 s.
- Milthers, K. 1942: Ledeblokke og Landskabsformer i Danmark. Danmarks geologiske Undersøgelse II rk, nr 69, 137 s.
- Milthers, V. 1908: Geologisk Kort over Danmark, Kortbladene Faxe og Stevns Klint. Danmarks geologiske Undersøgelse I rk, nr 11.
- Pedersen, S.A.S. 1989: Jordbundskort over Danmark 1: 200.000, blad 4. Sjælland med omliggende øer. Danmarks Geologiske Undersøgelse.
- Petersen, K. S. 1978: Applications of glaciotectionic analysis in the geological mapping of Denmark. Danmarks geologiske Undersøgelse, Årbog 1977, 53-61.
- Petersen, K. S. & Konradi, P. B. 1974: Lithologisk og palæontologisk beskrivelse af profiler i kvartæret på Sjælland. Dansk geologisk Forening, Årsskrift for 1973, 47-56.
- Smed, P. 1981: Landskabskort over Danmark: Sjælland, Lolland, Falster og Bornholm. Geografforlaget.
- Smed, P. 1993. Indicator studies: a critical review and new data-presentation method. Bulletin of the Geological Society of Denmark. nr. 40: 332-340.
- Smed, P. 1995: Sten i det danske landskab. Geograf-forlaget, 3. die udgave, 181 s.
- Ødum, H. 1933: Marint Interglacial paa Sjælland, Hven, Møn og Rügen. Danm. geol. Unders, række 4 (2) 10. 44 pp.

Indhold:

Michael Houmark-Nielsen: Stevns halvøen og kvartærtidens isstrømme	1
Troels F.D. Nielsen: Diamantbærende kimberlit og aillikit i det sydlige Vestgrønland	12
Gunver Krarup Pedersen, Stig Schack Pedersen, Niels Bonde, Claus Heilmann-Clausen, Lotte Melchior Larsen, Bent Lindow, Henrik Madsen, Asger Ken Pedersen, Jes Rust, Bo Pagh Schultz, Michael Storey, Pi Suhr Willumsen: Molerområdet geologi - sedimenter, fossiler, askelag og glacialtektonik	41
Bestyrelsens beretning 2011	136