



NATIONALPARK
KONGERNES NORDSJÆLLAND

GEOLOGI OG LANDSKABER I NATIONALPARK KONGERNES NORDSJÆLLAND

Zone D: Øresundskysten og Helsingør opland

FORFATTER

Michael Houmark-Nielsen

GEOLOGI OG LANDSKABER I NATIONALPARK KONGERNES NORDSJÆLLAND

ZONE D: ØRESUNDSKYSTEN OG HELSINGØR OPLAND

Forfatter: Michael Houmark-Nielsen

Udgivelsesår: 2023

ISBN: 978-87-94316-20-0

Forsidefoto: Dronefoto af området omkring Gurre Sø set mod nordvest, med slotsruinen nederst til venstre, Horserød Hegn over vandfladen og Øresund i horisonten.

Foto: Peter Lassen/Naturstyrelsen

Rapporten er publiceret på www.nationalparkkongernesnordsjaelland.dk

Udarbejdet for Nationalpark Kongernes Nordsjælland

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse.

Bedes citeret: Houmark-Nielsen, M. (2023). Geologi og landskaber i Nationalpark Kongernes Nordsjælland. Zone D: Øresundskysten og Helsingør opland

Indhold

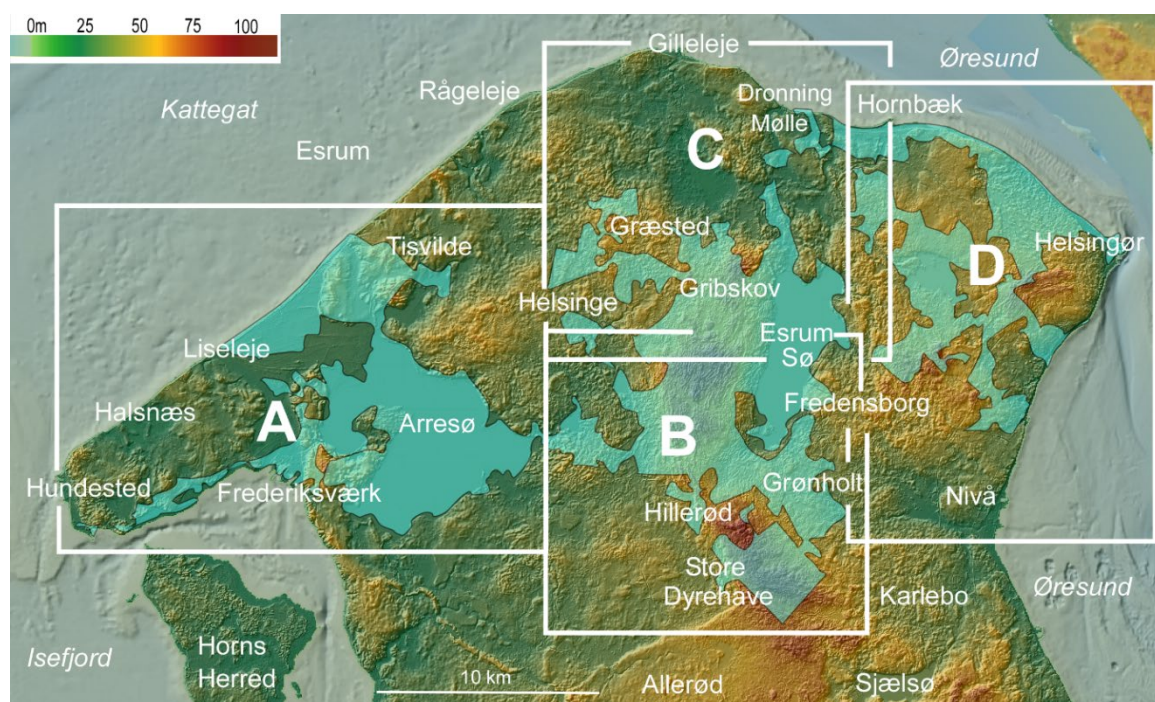
Indledning og opbygning	2
Zone D: Øresundskysten og Helsingør opland	4
De regionale landskabstræk	6
Område 12: Hornbækegnen	10
Landskabet	11
Nedslag: Flyvesandsområdet i Hornbæk Plantage	13
Område 13: Helsingør og opland	16
Landskabet	17
Nedslag: Israndsbakker på langs og i snit	20
Nedslag: Hellebæk Kohave og Teglstrup Hegn	22
Område 14: Gurte Sø – Danstrup Hegn	26
Landskabet	27
Nedslag: Slotsholmen i Gurte Sø	30
Område 15: Espergærde – Humlebæk - Nivå	31
Landskabet	32
Tema: Glimt af Øresundsområdet naturhistorie fra istiden til i dag	35
Landhævning, havstigning og klima	35
Isdæmmede sø og arktisk fjord	36
Klinter og hævet kystland	39
Litteratur	43

Indledning og opbygning

Viden og formidling af naturskabte herligheder som geologi og landskaber i nationalparken ligger som et fundament for og spiller sammen med nationalparkens øvrige emneområder og værdier.

Geografisk kan nationalparken opdeles i fire zoner – et i hvert verdenshjørne. Med udgangspunkt i det notat, der blev udgivet i Nationalparkens regi i 2019 ¹, der behandler de overordnede geologiske og landskabsmæssige forhold i det meste af Nordøstsjælland, er udarbejdet detaljerede redegørelser for hver zone. Til grund for denne fremstilling er anvendt et omfattende volumen af faglitteratur, videnskabelig så vel som populær med skelen til, at emnet også er behandlet i kortfattede oversigter i andre sammenhænge, f.eks. i Trap Danmark (<https://trap.lex.dk>).

Vigtige redskaber til forståelsen af Nordøstsjællands geologi og landskaber har også været den digitale terrænmodel udgivet af *Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur* samt de geologiske jordartskort udarbejdet af *GEUS* under *Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet*. En beskrivelse af hver af nationalparkens **fire zoner** A, B, C og D (Fig. 1) begynder i helikopterperspektiv, som byder på en overordnet beskrivelse af geologi og landskaber. Her behandles også særlige temaer knyttet til området, f.eks. tydelige og velbevarede dødislandskaber, klit- og sandflugtsområder, smeltevandsdale, randmoræner osv.



Figur 1: Nationalparkens udbredelse (grøn) og markering af de fire zoner.

Beskrivelsen fordeles på lokale **områder**, hvor der gøres **nedslag**, som med detaljerede beskrivelser af lokaliteter går i dybden med særligt interessante forhold, lokale landskaber, kystklinter m.m., og som viser, hvad man rent faktisk kan eller har kunnet se og opleve lige her på stedet og, hvordan netop denne lokalitet bidrager til helhedsbilledet.

Zone D: Øresundskysten og Helsingør opland

Nationalparkens østlige del dækker området mellem Esrum Sø og Øresund (Fig. D1). I zone D mødes rækker af NV-SØ gående bakkestrøg fra Hornbæk mod Espergærde med en centralt beliggende buet højderyg løbende fra Helsingør mod Asminderød. De to bakkesystemer breder sig vifteformet fra Helsingør mod vest. Flere større lavninger, hvoraf mange i dag huser ferskvandssøer, ligger spredt sammen med mindre bakkerygge og fladtoppedede småbakker. Stejle skrænter med foranliggende hævet kystland findes som en bræmme langs Øresund.

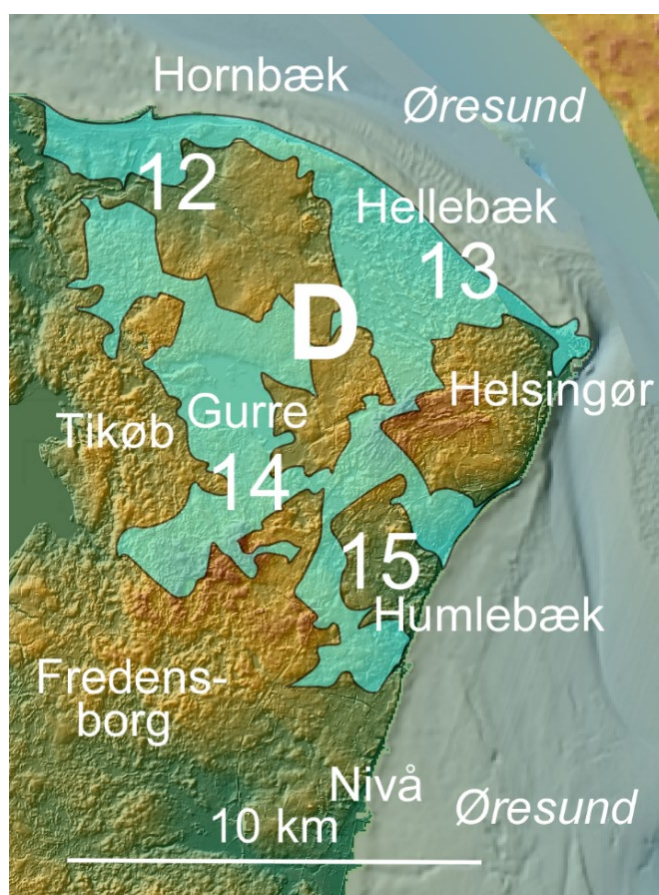


Figur D1 :Topografi og lokalisering i Zone D, Nationalparkens østlige del.

I zone D ligger den østligste del af nationalparken, som naturligt kan deles i fire områder, der fortløbende nummereret følger efter områderne i zone A, B og C (Fig. D2):

12: Hornbækegnen udgør et forholdsvis fladt område mellem Nordkysten og området omkring Gurre Sø med centrum omkring Saunte og Borsholm. Fladen er gennemskåret af et par dale og stedvis belagt med småbakker. Hævede kystskrænter og havstokke ligger fra Øresund ind mod istidslandskabet.

13: I området, der dækker **Helsingør og opland**, dukker ældre rækkelagte bakkestrøg frem under det flade landskab. Umiddelbart vest for Helsingør afskæres dette terræn af en række yngre langstrakte bakkeformer, som fortsætter i retning mod Kvistgård og hvorimellem der ligger talrige småbakker og afløbsløse lavninger.



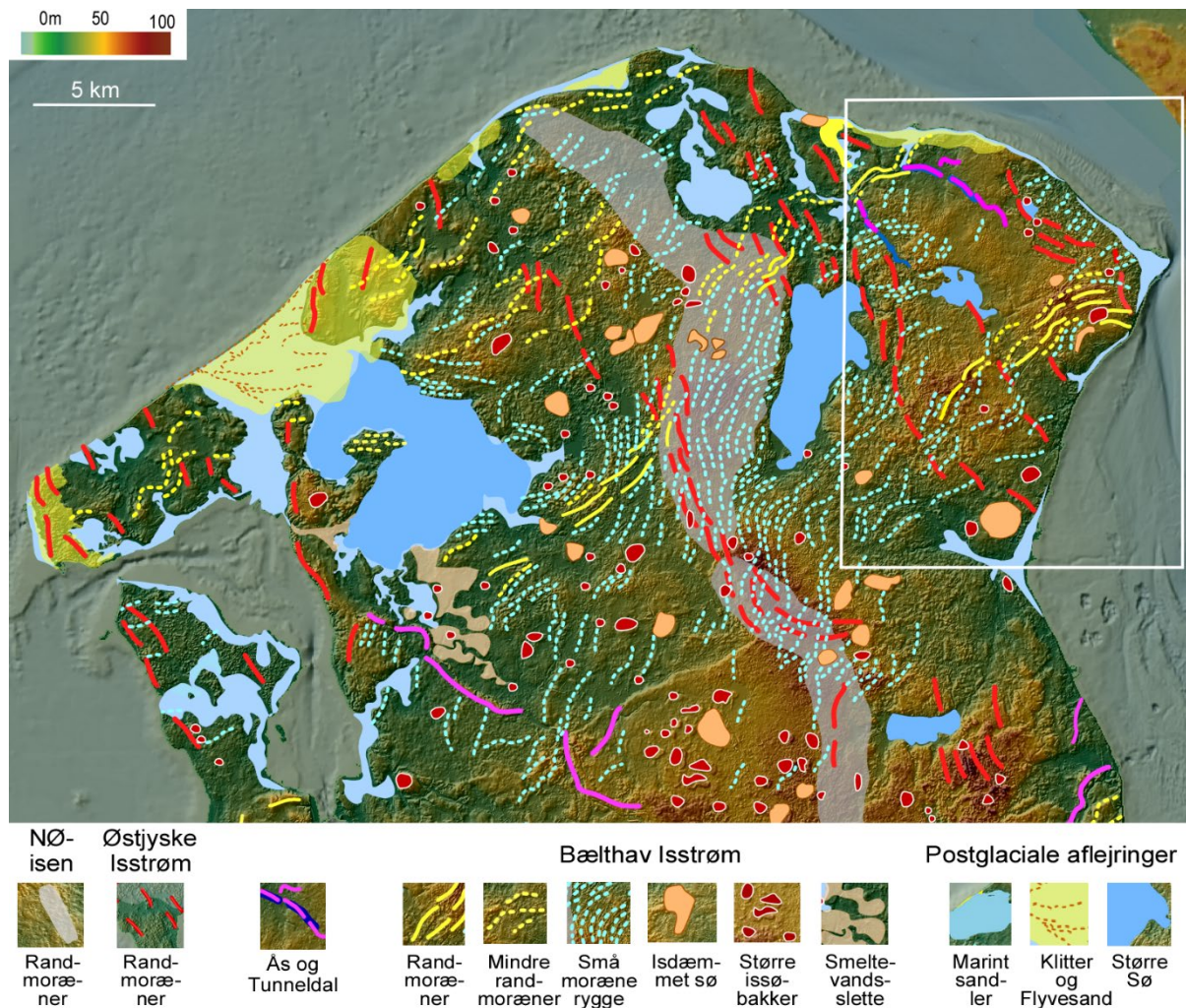
Figur D2: Nationalparkens udbredelse i zone D og områder beskrevet i teksten.

14: Fra **Gurre Sø** og ind over **Danstrup Hegn** ledsages de langsgående bakkerygge af mindre nærmest tilfældigt strøede småbakker, hvor igennem de ældre, mere kuppelformede bakkepartier afsløres. Gurre Sø med omliggende sø og moseområder afspejler udbredelsen af et større nu delvist afdrænet søbassin.

15: Kystlandet mellem **Espergærde, Humlebæk og Nivå** er præget af et uregelmæssigt terræn, hvor et par store fladbakker omkring Nivå er dominerende. Nær den nuværende kyst smyer en smal bræmme af Stenalderhavets kystdannelser sig langs Øresundskysten.

De regionale landskabstræk

Nationalparkens østlige del ligger i krydsfeltet mellem ældre randmorænedannelser fra den Østjyske is' tilbagesmeltning, og et sæt af yngre dannelser fra Bælthav Isstrømmens nedsmeltning inklusive Øresundsgletsjerens israndsbakker (Fig. D3) ^{1,2}. Den Østjyske Isstrøms afsmeltning medførte dannelse af flere bælter af afrundede og kuppelformede langstrakte randmoræner, der strækker sig fra Nordkysten mod området nord for København. Et israndssystem, hvis indre afslører sammenpresning fra nordøstlige retninger, har udgangspunkt omkring Gilleleje og slynger sig øst om Esrum Sø mod lavlandet omkring Nivå. Et senere afsmeltningstadiets randdannelser strækker sig fra egnen omkring Hornbæk gennem Gurre Sø og videre mod sydøst. Den østjyske isstrøms yngste randområde løber langs kysten gennem Teglstrup Hegn og Helsingør og videre mod syd ned i Sundet.



Figur D3: Nordøstsjællands regionale landskabstræk. Zone D er vist med hvid indramning.

En moræneflade stedvis udvisker eller lægger låg over disse ældre israndsdannelser med et slør af moræneler og andre landskabsformer dannet af den afsmeltende Bælthav Isstrøm. Det gælder også de nu næsten bortgravede åse omkring Borsholm og Havreholm, der på visse

strækninger ledsages af tunneldale, begge dannet, mens Bælthavisen dækkede området. Under afsmeltningen afsattes omtrent nordøst – sydvestgående slyngede bundter af mindre morænevolde ind i mellem et landskab overstrøet med isolerede issøbakker og større issøfladbakker. Et genfremstød fra sydøst af Bælthav Isstrømmen – Øresundsgletsjeren – medførte dannelse af et bakkestrøg med større randmorænebakker, der er særligt veludviklede i et bælte fra Helsingør mod sydvest til Asminderød og videre mod Store Dyrehave.

Ved slutningen af Senglaciertiden fandtes flere større delvist isdæmmede søer i lavningerne omkring Esrum Sø og Gurre Sø, hvor vandstanden dengang var adskillige meter højere end i dag. Omtrent samtidig var der i det nordlige Øresund opstået et isdæmet bassin, der voksede i størrelse, mens Øresundsgletsjeren var under tilbagesmeltning. Bassinet stod i forbindelse med det ishav, Yoldia-havet, der ved istidens afslutning havde bredt sig ned gennem Kattegat. Stenalderhavets kystklinter afskærer morænelandet ud mod Øresund; strandaflejringer og havstokke herfra danner sammen med kystdannelser fra Jernalderen en bræmme af marint forland langs nutidens kyster, der er afsat under faldende havniveau. Længst i nord dækker klitter og flyvesand fra nyere tid store kystnære arealer.

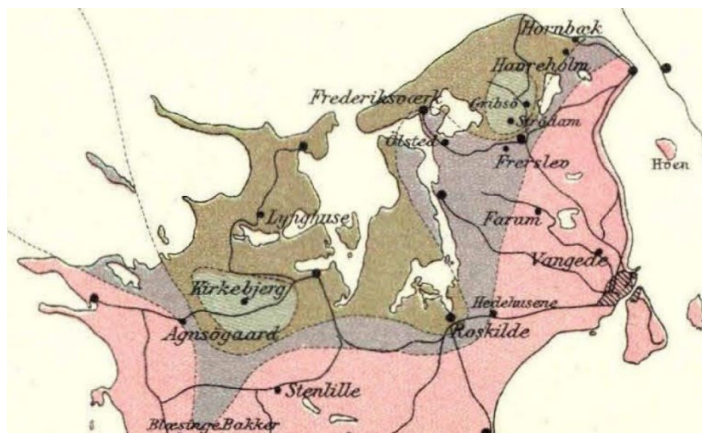
Infoboks: Sten og blokke transporteret af gletsjerne

På et stop langs ”Istidsruten” Hornbæk Plantage³ er der opstillet en række sten og større blokke fra istidsaflejringerne fundet ved udgravning i den gamle stenalderkystskrænt. Af de fire sten, der med sikkerhed har kunnet stedfæstes til bestemte områder i Sydkandinavien og Østersøen, findes blokke fra Oslofeltet i Sydnorge, Dalarna i Mellemsverige og Kinnekulle ved Vänern i Sydsverige samt Bornholm. De fire vandreblokke er hjemmehørende i hver af tre provinser – Sydnorge, Mellem- og Sydsverige og Østersøen og deres tilstedeværelse i Nordsjælland afspejler den rute, gletsjerne har fulgt under den sidste istids slutfase^{1,4}.

Særligt strandstenene med deres glatte og renskurede overflader giver indblik i den mangfoldighed af sten og andre bjergartsfragmenter, der hidrører fra istidslagene. Ældre optællinger af vandreblokke⁵, der viser forholdet mellem Norske og Baltiske blokke (Fig. D4), antyder ikke blot udbredelsen af Øresunds- og Storebælts gletsjerne ind over Nordsjælland, men afslører også områder, hvor dybe snit i overfladen blotlægger lag med moræneler fra Kattegat Isstrømmen og NØ-isen.

Vil man kende transportvejen i større detalje, må flere bjergartstyper medtages og pilles ud af de lag, hvori de er indlejret og ikke fra tilfældige sammenstuvninger som f. eks. strandsten, marksten og grusgrave⁴. Imidlertid ligger optællinger fra den slags ophobninger af sten til grund for den eneste systematiske optegnelse af vandreblokke i NØ-Sjælland⁶. Antallet af sten i hver tælling opfylder ikke pålidelige statistiske betingelser, mængden af tællinger er mindre end 15 og der kun er medtaget et nøje udvalgt og lille selskab bestående af krystallinske blokke fra de

tre provinser i det Skandinaviske grundfjeldsområde. Resultaterne giver ikke desto mindre et fingerpeg om istidsaflejringeres stenindhold og deres udbredelse.



Figur D4: Forholdet mellem baltiske og norske blokke på Sjælland. Rød: $\geq 90\%$ baltiske, grå: 90 – 80%, brun: 80 – 50%, grøn: $\geq 50\%$ norske. Der er i tællingerne ikke skelnet mellem tællinger fra strandsten, marksten eller grusgrave. Kortet antyder udbredelsen af Storebæltsgletsjeren og Øresundsgletsjeren, der begge er isfremstød med udstrømning fra Østersøen. Efter V. Milthers 1909 ⁵.

Strandsten optalt langs kysten fra Hornbæk til Nivå viser ligelig fordeling mellem blokke tilhørende de tre provinser i nord til en total dominans af baltiske blokke langs kysten syd for Helsingør. Strandstenenes sammensætning er dog betydelig mere varieret, idet en række mere lokale bjergarter fra Skåne og den danske undergrund ikke regnes med i de systematiske tællinger. Der er en tydelig aftagen af norske blokke langs nordkysten mod Helsingør og forbi Kronborg mod syd til Nivå er disse helt fraværende. Blokke fra Dalarna følger samme tendens, mens andelen af sten fra Østersøen stiger fra omkring halvdelen til næsten 100% på samme rute.

Det har længe været kendt ⁷, at de to moræneformationer, der er synlige langs Nordøstsjællandss kystklinter, hidrører fra en tidlig isstrøm fra Sydnorge, efterfulgt af fremstød fra Mellemsverige og Østersøen. Strandstenene synes at afspejle fordelingen af moræneaflejringer, hvor aflejringer fra den Norske Isstrøm er udbredt i områdets nordlige del. Aflejringer fra den Mellemsvenske is – NØ-isen – findes over et større område, mens Bælthav Isstrømmens aflejringer og særligt dem fra Øresundsgletsjeren dominerer moræneleret i klinterne syd for Helsingør.

Marksten, der er optalt i stenbunker fra Bælthav-isens morænefladen, er få i zone D. Her findes ingen norske blokke, og de øvrige svinger fra omtrent lige mange mellemsvenske og baltiske blokke i nordvest og til mere end 90% baltiske på markerne ud mod kystlandet i sydøst. Her anes udbredelsen af to generationer af moræneler, en tidlig med indslag af både sydsvensk og baltisk materiale fra Bælthav Isstrømmen og en senere med næsten rent baltisk indhold knyttet til Øresundsgletsjerens udbredelsesområde.

Grusgravene er næsten udelukkende lokaliseret i de tre større åse, der ligger oven på morænefladen. Åsene har deres udspring vest for Øresundsgletsjerens randområde og udmærker sig ved en total mangel på norske blokke og en andel af baltiske blokke på mellem 60 og 75 %. Hertil skal lægges iøjnefaldende mængder af røde Østersøsandsten og lyse kvartsrige *Hardeberga*-sandsten med gravegange (Fig. D5). Det må antages, at åsenes dannelse står i forbindelse med Bælthav Isstrømmens nedsmeltning samt afvanding fra Øresundsgletsjeren ⁸. Det viser sig imidlertid, at bjergartstype og hjemsted for sten og blokke i istidsaflejringerne er langt mere varieret end de her omtalte systematiske tællinger ⁹.

Optællinger *in situ* af sten og gruspartikler fra udvalgte formationer af moræneler viser variationen i bjergartstyper, der er slæbt hertil i forbindelse med de enkelte gletsjerfremstød ¹⁰, ¹¹. Her viser det sig, at moræneler afsat af NØ-isen indeholder næsten ingen østersøbjergarter og få fragmenter af skifer og sandsten fra det centrale Skåne. Den overvejende del er krystalline bjergarter inklusive kinnediabas og granat-amfibolit fra Sydvestsverige plus større mængder flint og kalksten fra den lokale undergrund.

Den Østjyske isstrøms aflejringer er ud over de krystallinske bjergarter rig på både *Hardeberga*-sandsten (Fig. D5), skifre og kulholdige sandsten fra Nordvestskåne, mens Bælthav Isstrømmen og især Øresundsgletsjeren har afleveret store mængder sten fra Østersøens bund som f.eks. Ortoceratit-kalksten og sorte skifre fra området omkring Øland, Gotland og Sydøstskåne samt lyse og røde sandsten fra de Østsvenske kystegne og Bornholms undergrund og i mere sjældne tilfælde den næsten sorte basalt fra det centrale Skåne.

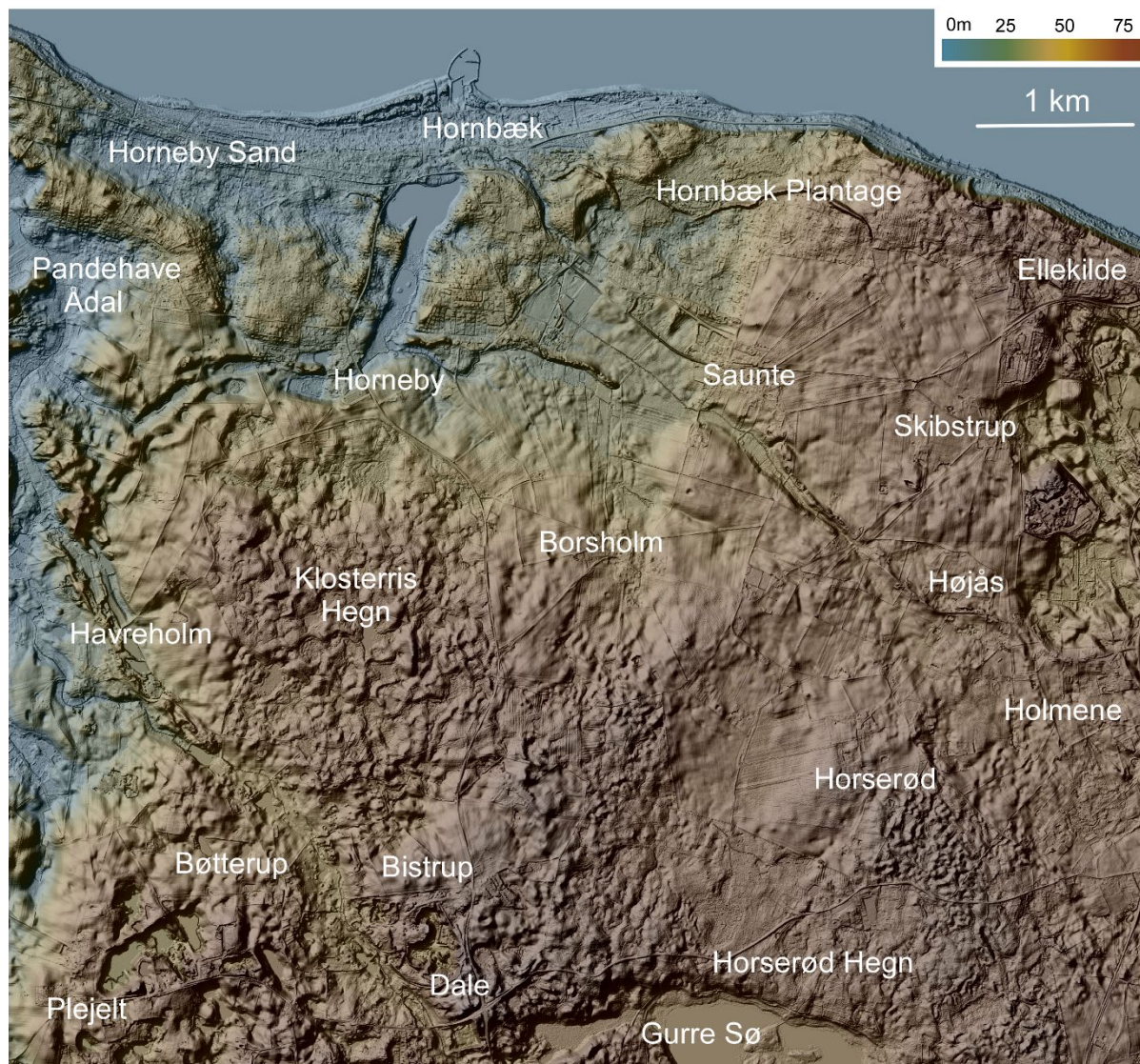


Figur D5: Kæmpesten af Hardeberga Sandsten opstillet i vejekryds ved Dale. Den lidt under to meter høje vandreblok består af stærkt sammenkittet og vandret lagdelt kvartssand med lodrette gravegange – Hardeberga Formationen fra Nedre Kambrium, hjemsted Skåne. Foto K. Tommerup 2013.

Bevæbnet med en håndbog til bestemmelse af stentyper vil en tur langs NØ-Sjællands strande hurtigt afsløre den mangfoldighed af bjergarter fra gletsjernes opland, der er aflejret i de sjællandske istidsaflejringer og udvasket af kystklinerne. Strandstenene ligger i sagens natur ikke, hvor de oprindeligt blev aflejret, men de har den fordel, at de er let tilgængelige, renvaskede af bølgerne og koncentreret i ophobninger langs stranden.

Område 12: Hornbækegnen

Nationalparkens område 12 ligger mellem Nordkysten og lavningen omkring Gurre Sø syd for Horserød Hegn og afgrænses af Pandehave Ådal og det lave område vest for Havreholm i vest til terrænet øst for Ellekilde og Holmene i øst (Fig. D6).



Figur D6: Kort over område 12: Hornbækegnen med lokaliteter nævnt i teksten.

Området domineres af en centralt stærkt småkuperet flade liggende i en højde af 30 – 40 meter over havet med sværme af rækkeagtige og aflange bakkerygge eller strøet med mindre isolerede knoldformede småbakker. Omkring Horneby og Hornbæk falder fladen til en højde af knap 20 meters højde. Området er gennemskåret af et nærmest hesteskoformet dalstrøg fra Holmene over Saunte og Horneby, der løber forbi Havreholm og Bøtterup til Dale, og som på lange stræk er ledsaget af adskillige kilometer lange smalle bakkekamme.

Landskabet

Istidens landskab i Hornbækområdet domineres af en bølget moræneflade, anlagt mens Bælthav Isstrømmen dækkede området (Fig. D7). Fladen hæver sig visse steder op over delvist udglattede bakkerygge, der blev dannet langs randen af den afsmeltende Østjyske Is. I de store grusgravsområder mellem Dale, Bøtterup og Bistrup er bakkeryggenes sand og grusformationer stærkt foldede og sammenpressede fra nordøstlige retninger^{12, 13} og bakkernes indre er bygget op efter samme mønster som det indre af andre større israndsdan nelser i Nordøstsjælland^{1, 8}. Under morænefladen ved Borsholm findes smeltevandsaflejringerne foldet to gange¹², nemlig først fra nordøst siden fra sydøst, hvilket viser, at morænefladen er afsat af en isstrøm, der invaderede området fra sydøst.



Figur D7: Landskabskort over område 12: Hornbækegnen.

I den sydlige del af egnen mellem Klosterris Hegn og Horserød har morænefladen et stærkt præg af døditerræn med en nubret og bulet overflade gennemsat af dødislavninger, mens den nordlige del synes mere udglattet og fattig på variation. Hen over fladen løber slyngede bånd af morænerygge og mindre randmoræner, afsat i forbindelse med Bælthav Isstrømmens gradvise afsmeltning mod Øresundsområdet. Et strøg af større israndsbakker mellem Havreholm, Horneby og Hornbæk Plantage ligger netop på den grænse i terrænet, hvor tunneldalene bliver afløst af smeltevandsdale.

Med udspring omkring Holmene og Gurre Sø har smeltevand fra bunden af Bælthavisen fosset ud mod isranden, hvor det er blevet ledt videre gennem Pandehave Ådal og ad mindre flodløb mod Horneby Sand og Hornbæk. Tunneldalene ledsages af rækkelagte og aflange småbakker, der tilsammen danner Havreholm Ås og Horneby Ås (Fig. D7). I det indre af Havreholm Ås har det kunnet ses, at sten og gruspartikler, ført med af smeltevand, aftager i størrelse mod åsens udløb i Pandehave Ådal⁹. Dette viser at tilstrømning er sket fra området omkring Langesø eller Gurre Sø, og at vandets transportevne aftog, efterhånden som floden nærmede sig israndsområdet. Åsene synes aflejret i åbne flodløb omgivet af inaktiv gletsjeris efter tunneldalenes dannelse, mens smeltevandet stadig løb gennem dødisområdet ud mod isranden.

Horneby Ås er sine steder dækket af morænegrus til tider med store isskurede sten og blokke (Fig. D8) og ikke sjældent med stejlt stillet indre lagordning, hvilket har ført til diskussion om, hvorvidt der er tale om en egentlig ås eller en israndsdannelse^{6,9}. Det er ikke længere muligt at studere åsbakkernes opbygning, men at dømme efter litteraturen og studier af forholdene omkring nutidige gletsjere er det mest sandsynligt, at sand og grus i bakkernes indre blev afsat af smeltevand i floder og søer afgrænset af dødis, for herefter at blive dækket af morænegrus, der flød eller dumpede ud i lavningerne⁸. Som en anden følge af nedsmeltningen skred lagene ud eller sank sammen, efterhånden som de ustabile bundforhold og sider bestående af smeltende dødis forsvandt.

Ligesom dannelsen af åsene betød nedsmeltningen af Bælthavisen også, at huller og lavninger i isen blev opfyldt af smeltevandsmaterialer, hvilket førte til aflæsning af sand og mudder i isdæmmede søer, som efter isens bortsmeltning stod frem som issøbakker og fladbakker på morænefladen. Med den endelige afsmeltning opstod talrige mindre og isolerede småsøer i huller og lavninger i terrænet der, hvor sidste dødisrester havde ligget, mens større lavtliggende områder i Senglaciertid kortvarigt blev omdannet til større søbassiner som f.eks. lavningerne omkring Gurre Sø, Holmene og moseområderne rundt om åsen mellem Saunte og Horneby.

En smal bræmme af kystaflejringer afskiller morænelandet og det nordlige Øresund. Stenalderhavets dyndede aflejringer findes i bunden af de tidligere flod- og ådale, hvor de blev afsat på lavt vand i de mange småbugter og fjorde langs den fligede kyst. Langs mere udsatte kyststrækninger opstod stejle klinter, hvor sten og grus kunne skylles op. Landhævning og klimaforandringer betød afsnøring og isolering af de indre rolige farvande og tiltagende erosion

af fremspringende istidslandskaber. Resultatet blev den udligningskyst, vi kender i dag med strandvolde og barrierer i bølgeslagszonen og vandrede revler og oddedannelse på lavt vand.



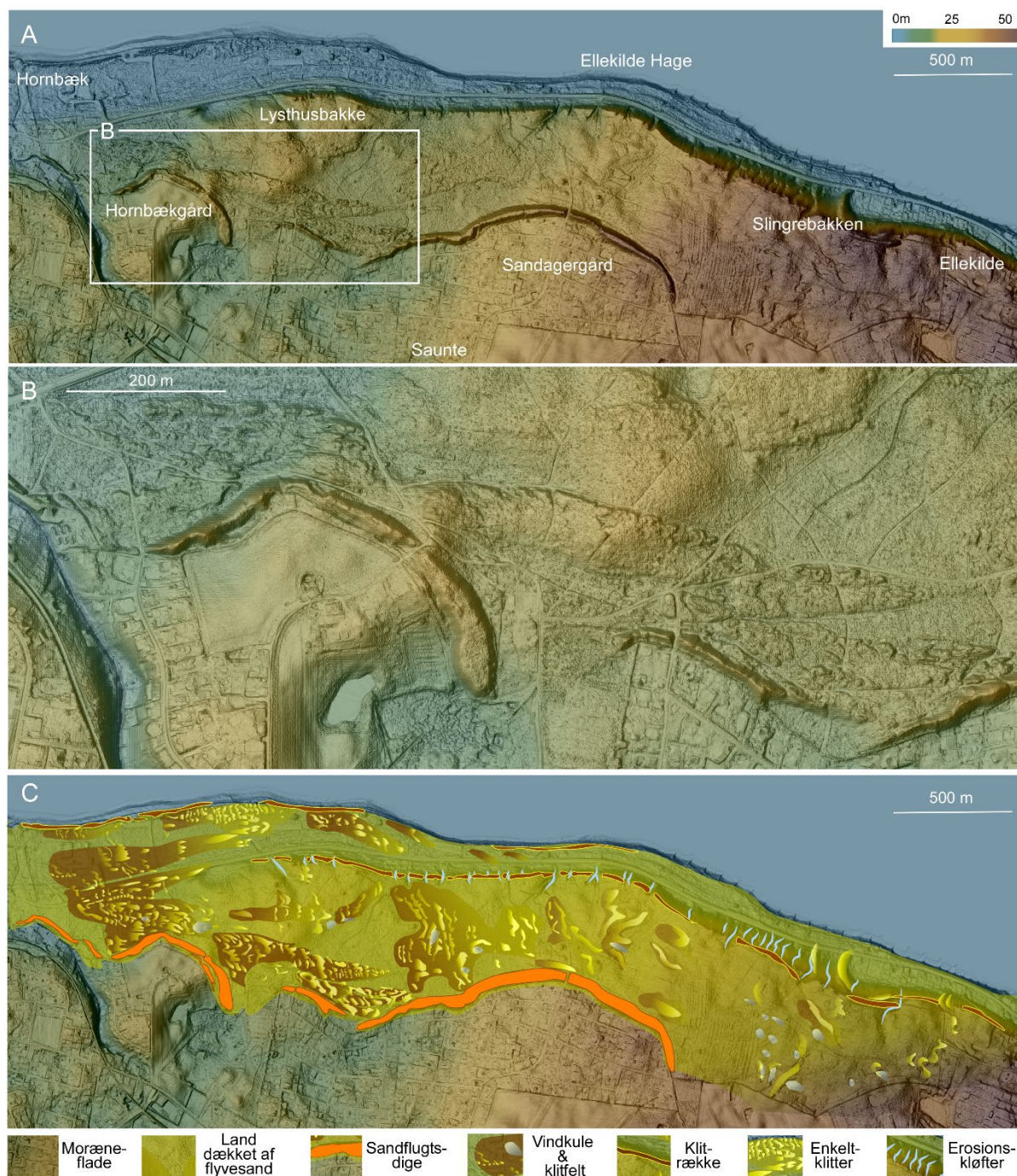
Figur D8: Resterne af Horneby Ås nær udspringet omkring Holmene. Foto: K. Tommerup 2013.

Nedslag: Flyvesandsområdet i Hornbæk Plantage

Hornbæk Plantage er anlagt i et kystnært område dækket af flyvesand langs den nordlige rand af Hornbækegnens moræneflade. Den sene Middelalder og det meste af Nyere tid var en kølig periode kaldet "den lille istid" ¹⁴ med ekspansion af det grønlandske isskjold og gletsjervækst i Skandinavien og Alperne. I Nordvesteuropa havde forandringer af klima og miljø en negativ indflydelse på samfundsudviklingen og den samtidige invasion af flyvesand bl.a. langs Danmarks kyster havde oveni en ødelæggende effekt på de i forvejen forarmede livsbetingelser.

Først for knapt 200 år siden blev systematisk beplantning i Nordsjælland igangsat for at dæmpe og i sidste ende bremse sandets vandring ind over land. Sandflugt i kystområderne havde været almindeligt forekommende siden begyndelsen af Jernalderen, men slet ikke i samme omfang som under den lille istid. Fremherskende vestenvinde og stærkere storme i et fugtigt og køligt klima kombineret med overgræsning og rovdrift på ressourcer førte til ødelæggelse af den sparsomme vegetation, hvilket for alvor satte gang i sandflugten. I den godt en km brede bræmme langs Hornbækbugten, der blev invaderet af flyvesandet, skjuler sanddækket visse steder helt for de underliggende landskabsformer, men mod syd, hvor dækket tynder ud, anes disse gennem sløret af sand (Fig. D7).

Fladen mellem Ellekilde og Hornbæk falder jævnt mod vest og er skarpt afskåret langs Stenalderhavets stejle kystskrænt, der er furet af erosionskløfter og hvorfra kun meget få har forbindelse via små vandløb til terrænet bag klinten (Fig. D9). Kløfterne er udskåret af regnvand, hjulpet på vej af kildevæld, der har udspring i skræntens sandlag. Neden for skrænten ligger en 100 m – 300 m bred strandvoldsslette ud mod Øresund, hvor kløfterne sløres og udviskes, dog uden helt at forsvinde ved mødet med den hævede forstrand.



Figur D9: Sandflugtens landskabsformer i Hornbæk Plantage. Øverst: Terrænmodel. Midt: Detalje af klitlandskab mellem Saunte og Øresund. C: Lange tungeformede klitfelter bestående af mindre bundter af lave enkeltklitter er blæst fra vest ind over morænelandet og det marine forland. Sandflugtsdiger opstået bag risgærder har sat en stopper for flyvesandets videre fremfærd.

Den oprindelige kilde til det mobile sand skal findes i kystklinternes mægtige sandformationer, hvor den stærke nedbrydning havde frilagt sandet langs stranden. Sammen med tilskud fra den generelle transport af sand langs den nordsjællandske kyst blev den åbne forstrand sårbar over for sandflugt. Det hævede strandplan vest for Hornbæk ved Horneby Sand har været en vigtig kilde til dannelsen af klitområderne mod øst. Fygesandet krøb, rullede og hoppede langsomt, men vedvarende, fra forstranden forbi Stenalderhavets kystklinter og ind over morænefladen nord for Saunte. Smalle, op til 100 meter brede tæpper af sand ledsaget af mindre klitformer, har bredt sig mod øst i kilometerlange og tungeformede formationer, som opbygger de større klitfelter særligt i den vestlige del af området, nemlig de arealer der ligger tættest på kildeområderne.

Mere lokalt har stranden mellem Hornbæk og Ellekilde Hage også været leverandør, klitter blev dannet på den hævede forstrand, og sand er blæst videre op af den gamle kystskrænt, hvor enkelte større klinter er standset på deres vandring mod den højtliggende moræneflade. I læ bag skrænten opstod et tyndt bælte med lange og smalle klitter på langs af klinten (Fig. D10), mens et slør af fygesand lagde sig over store dele af det kystnære morænelandskab.

Hvor langt mod øst sandet nåede, er svært at sige, men udbredelsen er noget større end vist på det geologiske kort med terrænoverfladens jordarter ¹⁴. Det kan skyldes, at et sandlag på mindre end 1 – 0,5 meters tykkelse ikke registreres, da kortet viser jordlagene i en meters dybde under overfladen. Sandets sydlige grænse ligger langs de flere meter høje sandflugtsdiger mellem Hornbækgård og Sandagergårds jorde (Fig. D9), hvor sandet har lagt sig til hvile langs de risgærder, der jævnligt blev fornyet, efterhånden som digerne voksede i højden.



Figur D10: Enkeltklit, set i længderetningen, aflejret i læ bag toppen af Stenalderhavets kystskrænt, hvor sandet stedvis dækker et stendige, der sandsynligvis blev opsat inden sandflugten for alvor tog fat. Slingrebakken nær Ellekilde Hage. Foto M. Houmark-Nielsen 2023.

Område 13: Helsingør og opland

Området, der dækker Helsingør med opland, løber langs Øresundskysten fra Ellekilde forbi Kronborg til Espergærde og omfatter de skovklædte bakker omkring Teglstrup Hegn og Nyrup Hegn. Området afskæres mod vest af Gurre Sø og Skindersø ved Hellebæk Kohave (Fig. D11).



Figur D11: Område 13, Helsingør og omegn der viser terrænmodel og steder nævnt i teksten.

Landskabet danner et plateau, der ligger i ca. 50 – 30 meters højde, og som skråner jævnt fra den centrale højderyg omkring Spidsbjerg mod Hammermølle og Hellebæk i nord og med mere hældning mod Espergærde og Snekkersten i syd. Den højtliggende flade er overstrøet med isolerede småbakker og talrige mindre lavninger, mens en større højderyg, skåret i mindre langstrakte stykker, løber gennem Nyrup Hegn mod Montebello i Helsingør, hvor Hestens Bakke som det højeste punkt når omtrent 60 meter over havet. I et bælte fra Skindersø og Ellekilde gennem Teglstrup Hegn mod Helsingør gennemskæres det højtliggende terræn af talrige, flere kilometerlange sø- og mosefyldte lavninger. Et bånd af hævede havaflejringer, der når op til 8 meters over nuværende havniveau, løber langs Øresundskysten.

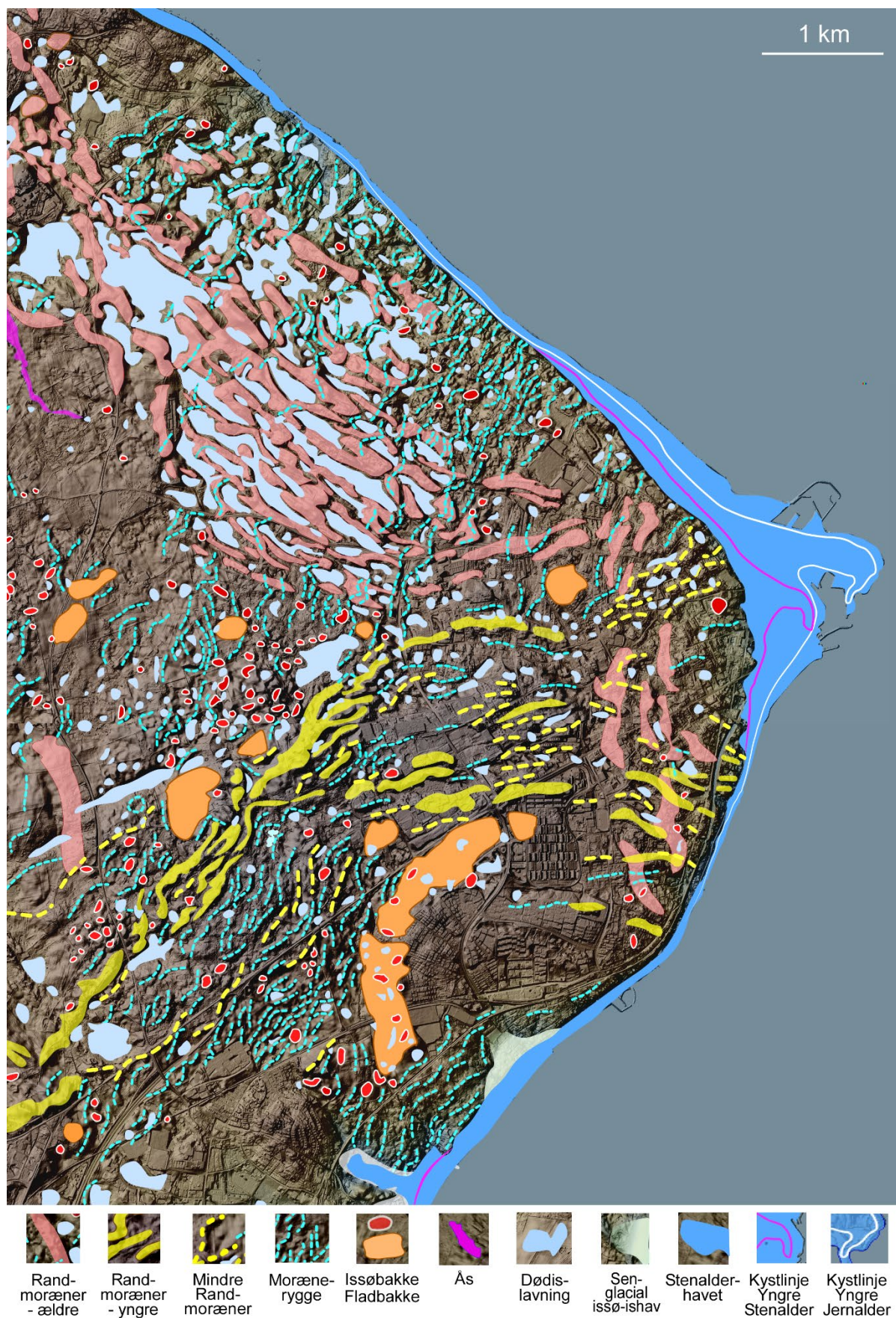
Landskabet

Istidslandskabet breder sig vifteformet fra Helsingør mod vest flankeret af Øresund (Fig. D12). Morænefladen fortsætter fra Hornbækengen ind over Holmene og Øerne til Montebello og Spidsbjerg, hvor dets videre forløb mod øst overpræges af israndsdannelser og dødisterræn.

Gennem Hellebæk Kohave brydes fladen af langstrakte dødislavninger opfyldt af postglaciale ferskvandsaflejringer, der løber fra egnen omkring Ellekilde forbi Skindersø og Nygård mod sydøst gennem Teglstrup Hegn, Mellem lavningerne ligger lave bakkerygge med forskellige istidsaflejringer, og denne vekslen mellem lavninger og rygge tyder på, at der er tale om et strøg af randmoræner i lighed de øvrige ældre randmoræner, der stedvis buler op gennem morænefladen.

Det bueformede israndsstrøg udviskes ved mødet med et yngre israndslandskab i området mellem Montebello og Lappestens Batteri. Herfra synes de at foretage et knæk for derefter at fortsætte i sydlig retning gennem bakkelandet umiddelbart oven for Helsingør middelalderby mod Meulenburg. Efter alt at dømme består den ældre del af kystlandskabet omkring Helsingør af istidsaflejringer, der sammen med dødis blev skubbet og presset sammen i bueformede randmoræner i mødet mellem to gletsjertunger i Øresund i forbindelse med den Østjyske Isstrøms afsmeltning. Bag de sammenstablede israndsbakker blev isolerede partier af inaktiv gletsjeris efterladt, hvor de senere kom til at udforme en del af det dødislandskab, der præger egnen langs kysten mellem Ellekilde og Julebæk.

Invasion af Bælthav Isstrømmen fra sydøst medførte først nedhøvling af de opstablede israndsdannelser og derefter dannelse af morænefladen, der blev lagt oven på et underlag bestående af de tidligere isstrømmes aflejringer og dødis. Da Bælthav Isstrømmen trin for trin smeltede tilbage, afsattes rækker af slyngede morænerygge på fladen foruden de mange issøbakker og issøfladbakker, opstået ved aflejring af sorterede gletsjersedimenter i søer og lavninger på den stagnerende gletsjeris. Afsmeltningen foregik i flere tempi, afbrudt af ophold og midlertidig fremrykning. Flere strøg af lave randmorænebakker blev stablet sammen, mens mindre randdannelser og morænerygge blev klistret på morænefladen langs den vigende isrand.



Figur D12: Landskabskort over område 13: Helsingør og omegn.

Under denne fase i afsmeltningen nåede Øresundsgletsjeren sin nordligste udbredelse i kystlandet omkring Helsingør, hvor et bueformet israndsstrøg kronet af Spidsbjerg og Hestens Bakke blev stablet sammen i et kilometer bredt bælte, der strækker sig fra Nyrup gennem Nyrup Hegn til Montebello. Nogle af israndsbakkerne fortsætter nord om Helsingør ud mod Kronborg. Andre, der måske tilhører en lidt yngre fase fortsætter syd om byen til bakkerne ved Skanseøre og Meulenborg.

Da Øresundsgletsjeren begyndte at smelte ned, opstod en lavning langs indersiden af den buede isrand, hvilket gav plads til en større isdæmmet bassin mellem Prøvesten og Rørtang (Fig. D12). Sand og grus danner kernen i de isolerede issøbakker, der allerede var afsat i mindre søer, og efterhånden som nedsmeltningen skred frem, voksede dødishullerne sammen til ét større isdæmmet bassin med vandspejl liggende i ca. 45 meters højde. Heri blev aflejret en vekslen mellem sorteret mudder, moræneler der flød ned fra dødisens sider, og sand afsat af strømmende vand, alt imens store sten blev droppet eller dumpede ned i det bløde vandmættede sand og mudder fra den omgivne dødis (Fig. D13).



Figur D13: Moræneler, lagdelt sand og mudder afsat nær bredden af en større lavning i dødisen umiddelbart bag randmorænen ved Prøvesten nær Hestens Bakke. Spredte sten er ind i mellem faldet, rutsjet og gledet fra dødisen ud i søbassinet. Udgravning ved Prøvestenscenteret. Foto M. Houmark-Nielsen 1985.

I forbindelse med dødisens fremadskridende nedsmeltning i Senglacialtid fremkom de talrige huller og gryder i terrænet, der i dag huser søer og moser. Omtrent samtidig hermed smeltede den dødis bort, der var begravet i de ældre randmorænedannelser i Hellebæk Kohave og Teglstrup Hegn, hvorved de langstrakte lavninger under morænefladen efterhånden dukkede frem i landskabet sammen med det bagved liggende dødislandskab nærmest kysten.

Flere steder mellem Ellekilde Hage og Snekkersten findes afsætninger bestående af moræneler, sand og mudder med dropsten liggende op til 20 m over dagens havniveau. Sedimenternes udseende tyder på aflejring i et bassin med stor tæthed af isbjerge. Tilsvarende aflejringer, der også kendes fra kystlandet omkring Humlebæk forbi Nivå til Klampenborg, har desuden stor udbredelse i det vestlige Skåne (Fig. D27).

Stenalderhavet har sin kystlinje liggende hævet ca. 8 meter højere end dagens havspejl, og gennem en flere tusindårig periode blev den iøjnefaldende kystklint mod morænelandet dannet af bølger og strøm, hvor der under pålandsstorm kunne kaste strandgrus yderligere et par meter op på kysten.

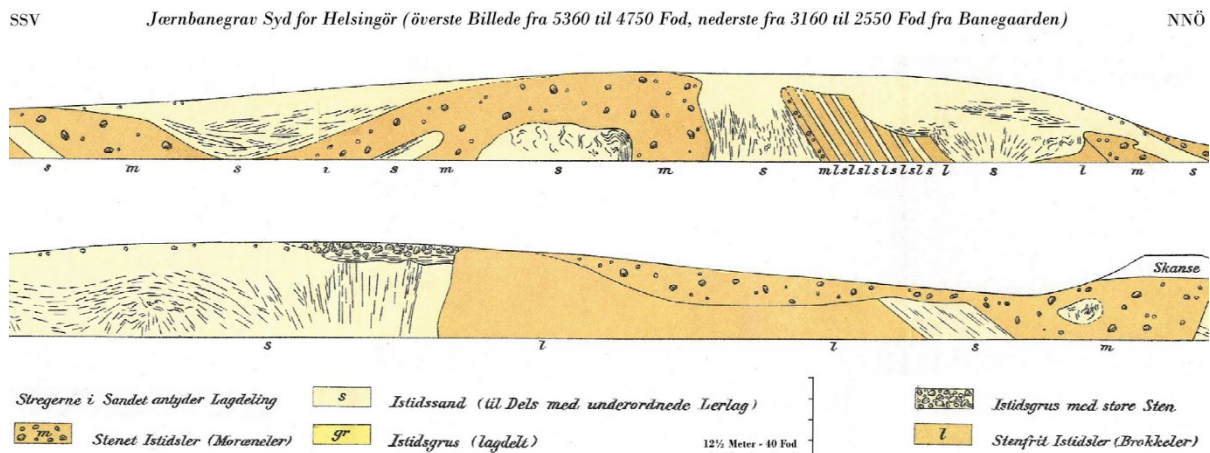
Fra slutningen af Stenalderen resulterede erosion og kraftig østgående sedimenttransport, at det smalle strandplan langs kysten var vokset i bredden. Efter at have passeret Julebæk var en større gruset barriere vandret ind mod Sundets smalleste sted og svejset sammen af utallige strandvolde opstod en større odde, hvorpå det middelalderlige Helsingør senere opstod. Odden blev gang på gang angrebet af havet, men vedblev at vokse og nåede i Middelalderen omtrent sin nuværende størrelse. På denne odde blev Kronborgs fundament senere lagt samtidig med, at den naturlige ankerplads i lagunen bag odden kunne udbygges til et moderne havneanlæg.

Nedslag: Israndsbakker på langs og i snit

I landskabet mellem Helsingør og Snekkersten mødes de ældre og yngre randmorænebakker i et krydsende mønster (Fig. D12). Selvom Bælthav Isstrømmens randdannelser en del steder synes at ride over de ældre, er det ikke muligt ud fra terrænanalyser med sikkerhed at knytte alle bakkestrøg til den ene eller anden generation af israndsdannelser. Dette skyldes for en stor dels vedkommende, at den digitale terrænmodel har svært ved at gengive de oprindelige landskabstræk i det tæt bebyggede byområde. Kurveplaner fra topografisk kortlægning i første halvdel af 1800-tallet har været til nogen hjælp, men en nærmere udredning af disse forhold ville i bedste fald kun være mulig gennem studier af bakkernes indre arkitektur, hvilket dog har vist sig at føre til et noget tvetydigt resultat.

To af de formodede israndsbakkers indre opbygning blev gjort tilgængelig i forbindelse med anlægget af kystbanen ved Helsingør, hvor der langs banegraven, der løber gennem bakkestrøget bag Skanseøre, opmålte et par geologiske profiler (Fig. D14). Her fandtes aflejringer fra tidligere isstrømme liggende i store, tætte og kippede folder dækket af yngre

gletsjerafsætninger. Den indre arkitektur viser former, der minder om den type folder, der opstår, når man glider i et tæppe. De to profiler (Fig. D14) viser sammenpresning af lagene vinkelret på bakkeretningen. Mens det foldede moræneler i midten af det øvre profil viser, at lagpakken er trukket ud mod nord, viser strukturerne i det nedre profil ikke nogen foretrukken retning af sammenpresning.



Figur D14: Udsnit af to feltskitser fra slutningen af 1800-tallet der viser de geologiske forhold i det indre af israndsbakkerne langs udgravning til jernbanen tæt på kysten ved Skanseøre syd for Helsingør. Lag af sand, ler og moræneler er presset sammen og foldet og efterfølgende dækket af stenet grus og moræneler. Bakkerne kan være opstået i randen af Øresundsgletsjeren og de kan følges fra kysten op i bakkelandet gennem Hestens Bakke mod sydvest. Hvert snit har en længde på ca. 200 meter. Efter Ussing 1904¹⁵.

De gennemgravede bakkers foldede lagpakke er skåret af i toppen, og dækket af både moræneler, smeltevandssand og grus med store sten (morænegrus) afsat efter deformation. Aflejring af et tæppe af gletsjer-sedimenter oven på bakkernes kerne er sandsynligvis foregået i et israndsmiljø på samme måde som det er tilfældet i terrænet omkring Hestens Bakke og Montebello. Her er randmorænerne og lavningerne imellem også udstyret med en kappe af sedimenter, der er skyllet, gledet eller dumpet ned langs isens rand (Fig. D13). Ydermere har bakkerne også her et stærkt deformeret indre, hvor lagdelingen er sat op i stejlt stillede skiver og foldet på grund af istryk fra sydlige retninger⁹. Tilmed har flere teglværker i nærheden har udnyttet den samme type brokkeler, som findes ved Skanseøre, og som derfor, når de optræder i overfladen, må være løsrevet fra deres oprindelige leje og skubbet sammen langs isranden.

Bakkeryggene i jernbanegennemskæringen er helt klart randmoræner, der er foldet sammen og skudt op langs randen af en gletsjer. Foldning af lagene er sandsynligvis sket ved ispres fra syd, selvom kun en af de to skitser ikke med sikkerhed afslører dette. De gennemgravede bakker ligger for enden af den perlerække af randmoræner, der i bueform fortsætter fra kysten op i højlandet til området omkring Hestens Bakke og Montebello. Derfor er det mest sandsynligt, at bakkerne ved Skanseøre og deres forlængelse ind i baglandet er opstået langs med Øresundsgletsjerens yderste rand, som vist i figur D12.

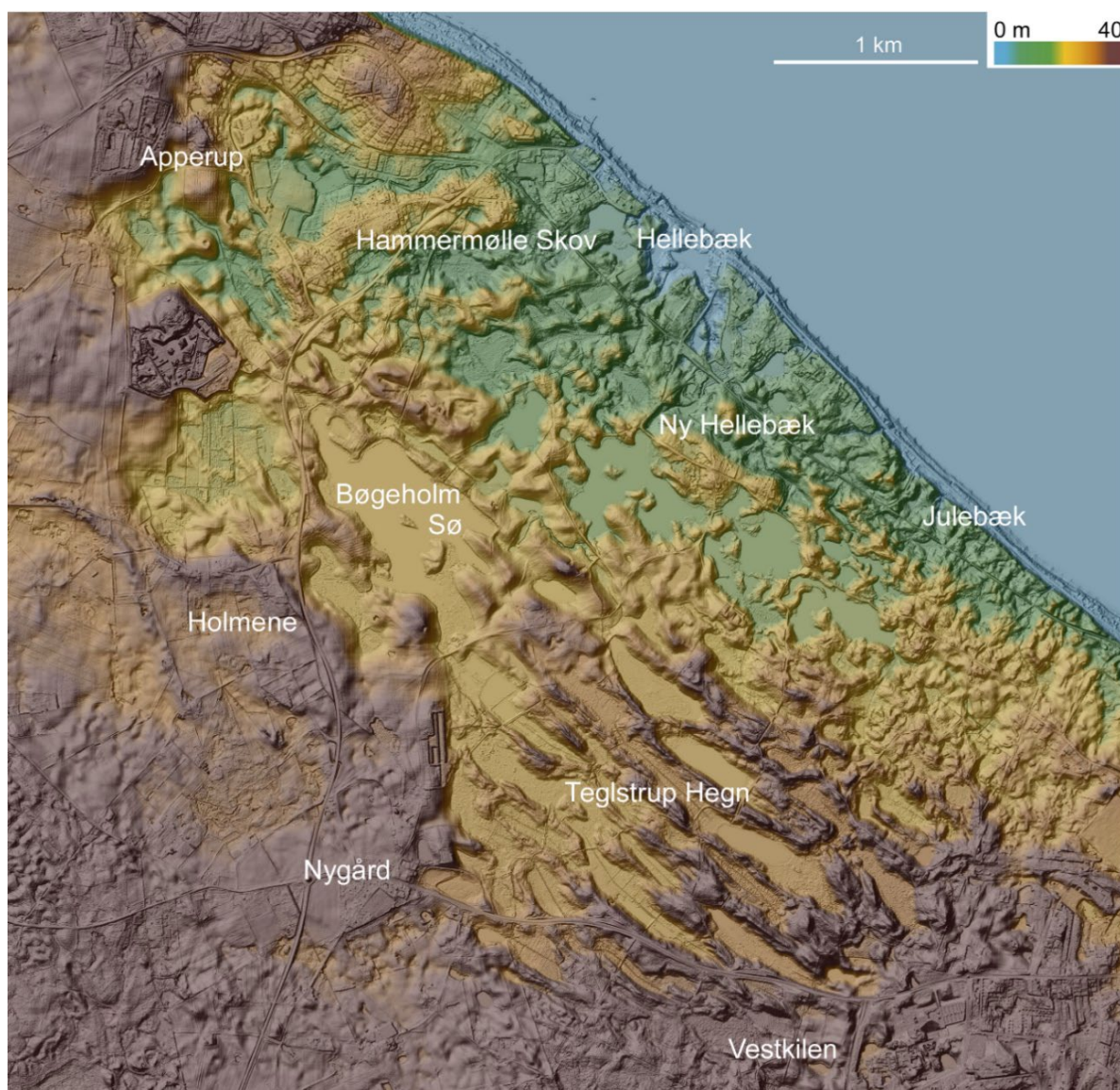
Nedslag: Hellebæk Kohave og Teglstrup Hegn

Hellebæk Kohave findes i en afgrænset del af istidslandskabet mellem Hellebæk og Teglstrup Hegn, hvor den Østjyske Isstrøms aflange israndsbakker og de mellemliggende lavninger dukker frem af Bælthav Isstrømmens moræneflade (Fig. D11). Morænefladen ligger i ca. 40 meters højde med et jævnt fald til ca. 20 meter ud mod Øresundskysten. Fladen ligger i vest som et ubrudt dække frem mod Apperup sydover forbi Nygård og Vestkilen, mens den brydes af mose og søfyldte lavninger i det stærkt kuperede terræn i Teglstrup Hegn og Hammermølle Skov (Fig. D15).

Mellem lavningerne findes rækkevis af voldformede rygge af tilsvarende dimensioner som de, der kendes fra Gribskov ^{2, 8}. I Teglstrup Hegn ligger ryggene omtrent i nordvest-sydøstlige retninger i åbne og let buede guirlander, der kan være adskillige kilometer lange og 5 – 10 meter høje, mellem 100 og 200 meter brede og med tilsvarende indbyrdes afstand. Ryggene har et forholdsvis bredt fundament, der ofte er kronet af et par meter høje, smalle og spidse volde, nærmest formet som en tagryg, der både følger ryggenes buede form, men også afviger lidt fra denne. Omkring Hammermølle Skov og Ny Hellebæk er bakkeryggene langt kortere og synes belagt med mindre nordøst-sydvestlige morænerygge. Fordelingen mellem bakkerygge og lavninger er også mere kaotisk her, og lavningerne synes afrundede eller uden den foretrukne orientering, i modsætning længere inde i land.

Mens ryggene i Gribskov næsten udelukkende består af en kerne sand og grus afsat af smeltevand ofte dækket af et flere meter tykt dække af morænegrus, består overfladens jordarter i Kohaven for det meste af moræneler i nord og smeltevandsdannelser af grus, sand og ler i syd. Ligesom i Gribskov ligger postglaciale ferskvandsaflejringer i lavninger mellem ryggene, heriblandt også talrige søer, hvoraf mange er opdæmmede tidligere mosestrøg (Fig. D16). Dybden er imidlertid ikke kendt, da der ikke som i Gribskov er boringer gennem lavningerne.

Hvor moræneler og andre istidsdannelser er fundet nær jordoverfladen ⁹, er den indre opbygning af de lange bakkerækker i Teglstrup Hegn ikke særligt godt kendt. Boringer i Kohavens bakkepartier viser visse steder et tyndt dække af moræneler, hvor under der flere steder stikker ældre aflejringer igennem ¹⁷. Her gælder det forekomster af stor tykkelse (> 20 – 30 meter) bestående af smeltevandssand og smeltevandsler inklusive brokkeler, hvilket tyder på, at der her er tale om tidligere isstrømmes aflejringer flyttet fra deres oprindelige plads. Mens terrænet i syd har bevaret udseende af et næsten uspoleret, bueformet israndsområde, er formerne tættere på kysten smeltet sammen med yngre terrænelementer til et nærmest netmønstret, dødispræget landskab.

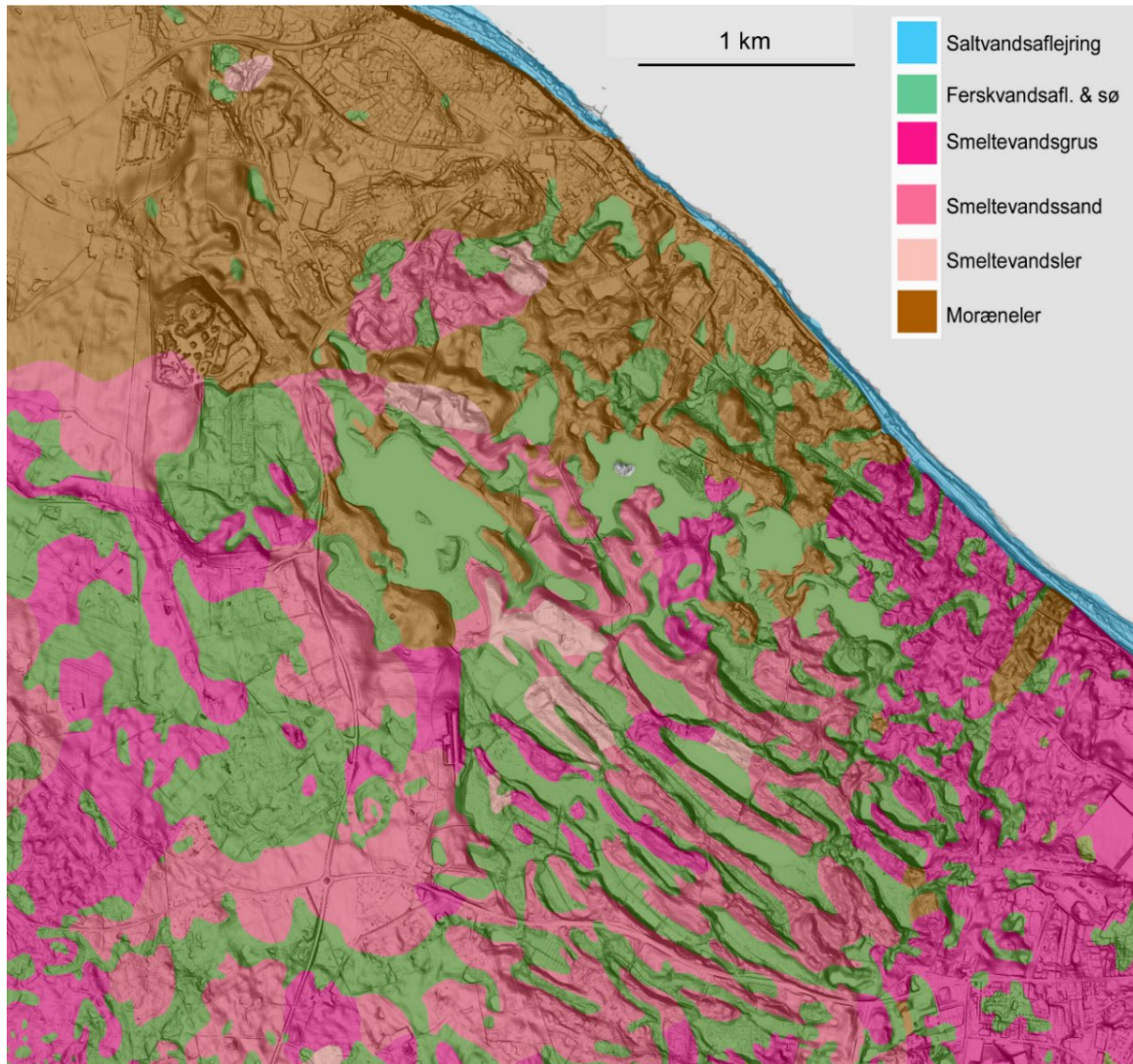


Figur D15: Landskaberne omkring Hellebæk Kohave. Digital terrænmodel.

Til trods for ligheden mellem morænebakkerne i Gribskov og Teglstrup Hegn og selvom de er dannet i frontzonen af en afsmeltende isrand, må de efter alt at dømme have forskellig oprindelse. Mens ryggen i Gribskov er afsat ved nedstyrtning og afglidning af morænemateriale fra en isrand ledsaget af aflejring fra smeltevandsfloder ², er landskabet i Teglstrup Hegn et resultat af sammenfoldning og opstabling af landskabet foran en gletsjer, som efter fremrykning er gået i stå og herefter udsat for passiv nedsmeltning.

Det har været foreslået ⁹, at hele israndsområdet blev overskredet af en gletsjer fra nordøstlige retninger, den samme gletsjer der var ansvarlig for dannelsen af randmorænerne, og som havde sin rand liggende længere sydpå langs Horneby Ås. Men en opfattelse af åsen som randmoræne er ikke længere gangbar. Derimod er det højst sandsynligt, at de langstrakte israndsbakker i Teglstrup Hegn er dannet ved opstabling fra nordøst af sedimentpakker bestående af forskellige istidsaflejringer vekslende med skiver af dødis langs randen af den Østjyske Isstrøm under dennes afsmeltning. Længere bagved, nordøst for det sammenskubbede israndsområde, findes

et landskab stærkt præget af nedsmeltende dødis. De smalle lavninger i Teglstrup Hegn, der i dag udfyldes af ferskvandsaflejringer, synes opstået dels hvor dødisrester har været klemmt inde mellem flager af istidsaflejringer, dels hvor gletsjeren bag isranden har efterladt dødisrester til senere nedsmeltning.



Figur D16: Landskaberne omkring Hellebæk Kohave. Geologisk jordartskort. Efter GEUS¹⁶.

Den efterfølgende invasion af Bælthav Isstrømmen fra sydøst medførte afhøvling af randmorænerne og dannelse af morænefladen. Som en del af morænefladen indgår både de fladtoppede israndsbakker og de strømlinede mindre bakkeformer, der ligger parallelt med og dækker det øverste af israndsbakkerne uanset hvilke aflejrings typer, der findes i overfladen.

Under tilbagesmeltningen af Bælthavisen blev de små slyngende morænerygge, især omkring Hammermølle Skov og Ny Hellebæk, aflejret. Det er en form for rygge, der kendes fra det meste af Nordøstsjælland, og som er afsat langs en vigende isrand. Dødisen mellem de opskudte bakker må have overlevet invasion af Bælthav Isstrømmen, og da den endelig smeltede bort, begyndte den indsykning i Senglaciertid, der gjorde plads til de mange søbassiner. Samtidig kom de

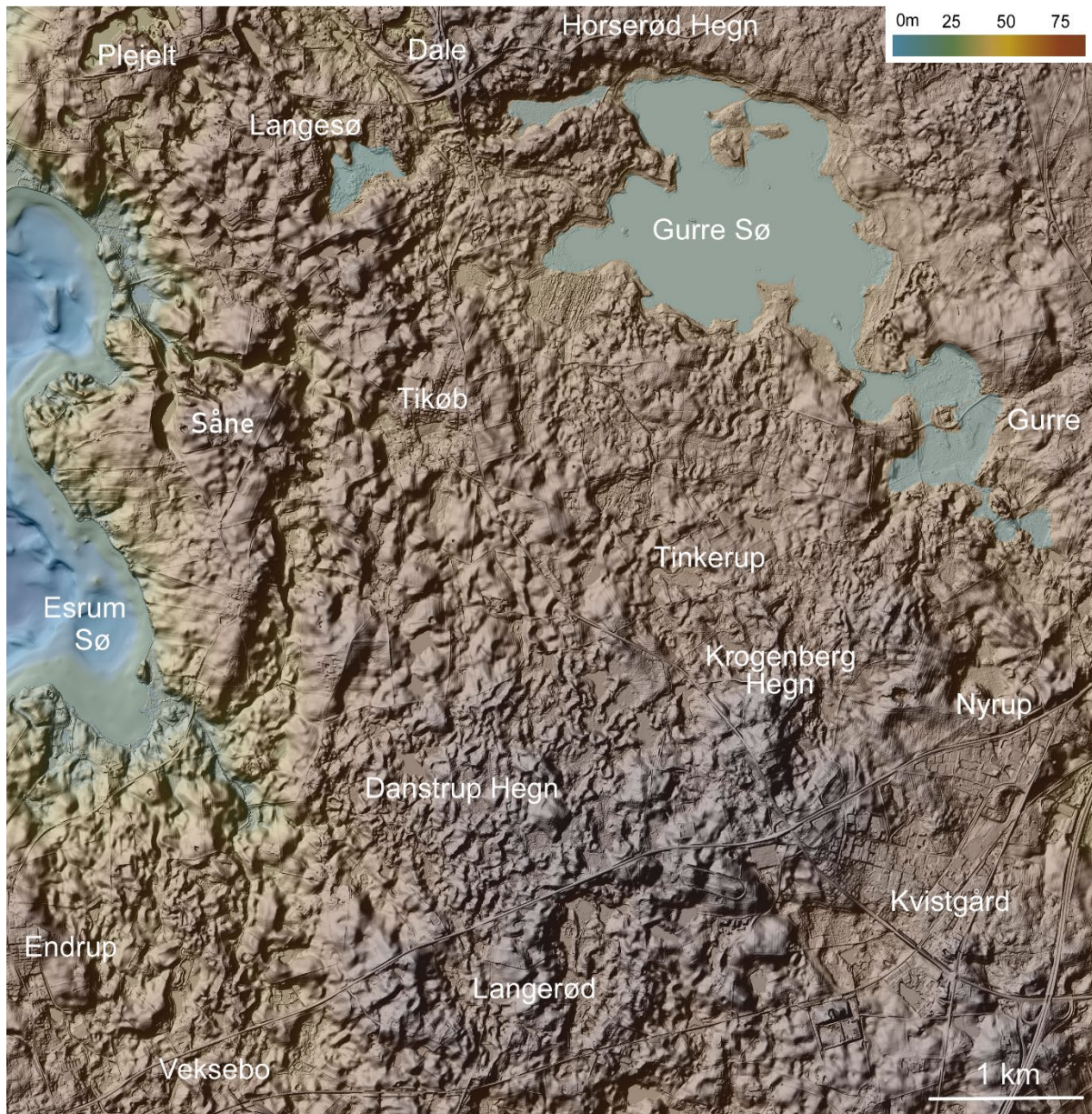
opstablede sedimentpakker mellem dødispartierne til at stå frem som de bakkerygge, vi kender fra i dagens landskab.



Figur D17: Skovbryn set mod syd hvor Vestkilen grænser op mod Teglstrup Hegn. Langstrakte bakkerygge veksler med sø- og mosefyldte lavninger. Foto: Nationalpark Kongernes Nordsjælland 2020.

Område 14: Gurre Sø – Danstrup Hegn

Området omkring Gurre Sø og Danstrup Hegn består af større, rækkelagte og kuppelformede bakkemassiver, hvorimellem er strøet mindre småbakker og langstrakte, slyngede småbakker. Mellem bakkerne findes talrige ofte isolerede og afløbsløse fordybninger foruden de to store lavninger, der huser Esrum Sø og Gurre Sø (Fig. D18).



Figur D18: Terrænmodel fra området omkring Gurre Sø med lokaliteter nævnt i teksten.

De kilometerlange bånd af kuppelformede og let buede bakkemassiver når højder på 30 - 50 meter over havet. De fleste ligger i omtrent nord-sydlig strøg fra Plejelt og Langesø forbi Sane og Tikøb vest om Danstrup Hegn til Veksebo og Langerød. Omtrent vinkelret herpå ligger et andet sæt af aflange og buede bakker, der slynger sig fra Gurre gennem Krogenberg Hegn forbi Langerød og videre mod sydvest. Bakkerne synes anlagt oven på områder, der i forvejen

var optaget af højdedrag, og som i dag udgør områdets højeste punkter, der når tæt på 70 meter over havet.

Mindre bakkerygge med tilsvarende retninger slynger sig gennem de lavere dele af landskabet, mens isolerede småbakker uden foretrukken orientering har lagt sig hen over landskabets storformer. Gurre Sø, hvis overflade ligger i godt 26 meters højde, er et lavvandet bassin højest omkring et par meter og med ca. 5 meter de dybeste steder. Afvanding fra Gurre Sø sker gennem Gurre Å til Pandehave Ådal via tærsklen ved Ålekiste Bro syd for Langesø. Området grænser i vest op til Esrum Sø med vandspejl knap 10 meter over nuværende havniveau.

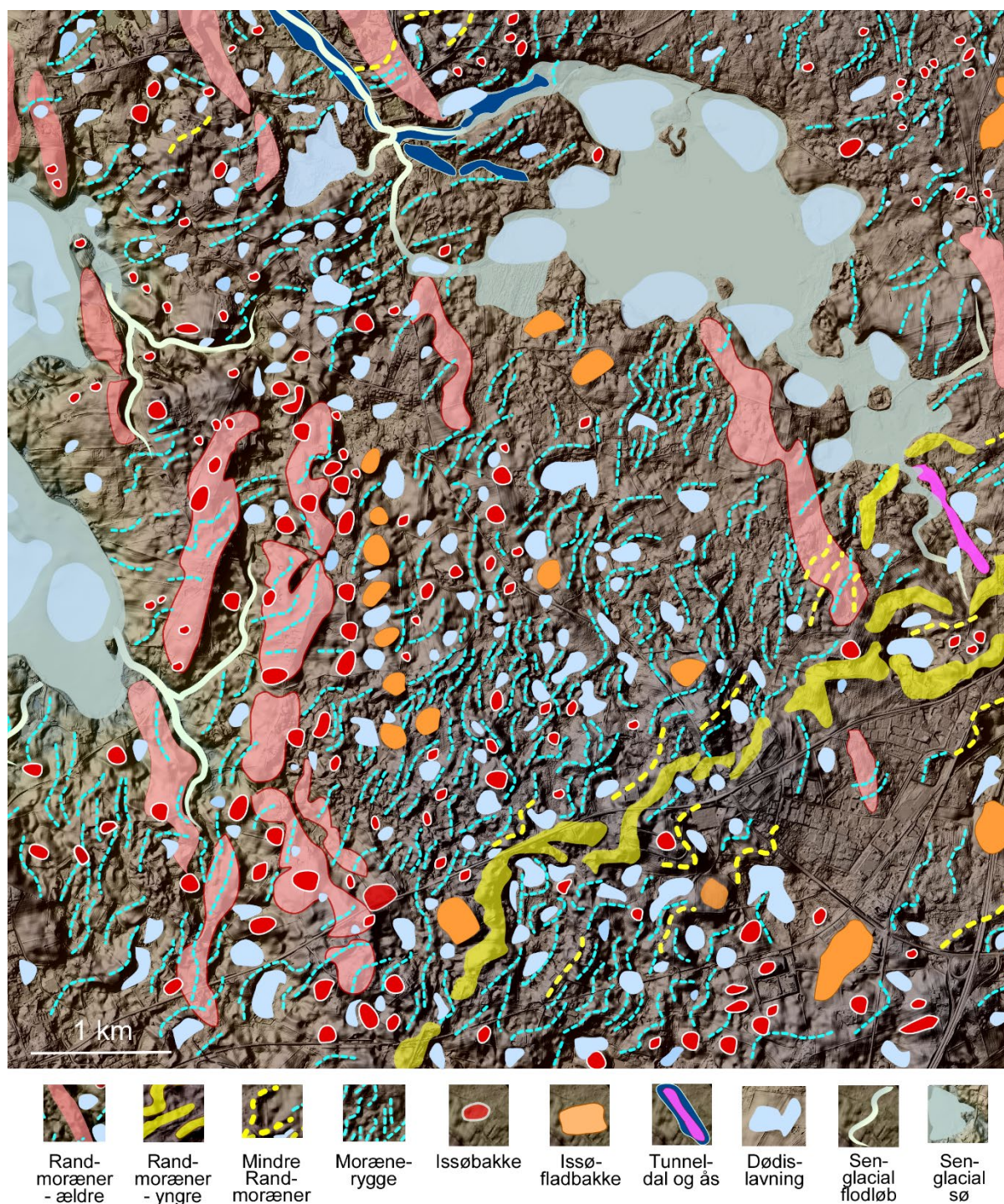
Landskabet

De kuppelformede og aflange storbakker mellem Esrum Sø og Danstrup Hegn er en del af et større system af ældre randmoræner, der slynger sig i nordvest-sydøstlige retninger gennem NØ-Sjælland (Fig. D3). Bakkerne er stejlest på østsiden og sammen med deres let buede form afspejler de randen af flere mindre isfremstød, der stødte frem fra østlige retninger (Fig. D19). Deres indre opbygning, som har kunnet ses i grusgravene omkring Plejelt ⁷ og Dale ¹³ viser, at der er tale om opskudte israndsbakker med store folder og sammenskydning af lagene fra øst og nordøst. Det flere kilometer brede dødislandskab i Danstrup Hegn og omkring Tikøb er en afstøbning af de nedsmeltende ismasser, der blev efterladt bag israndsbakkerne, da den Østjyske Isstrøm var under tilbagesmeltning.

Disse ældre landskaber er dækket af moræneler fra et yngre isfremstød, der overskred området fra en øst-sydøstlig retning, nemlig Bælthav Isstrømmen (Fig. D19). Samme isstrøm er ansvarlig for udgravning af tunneldalene, der udgår fra Gurre Sø og løber mod nordvest til Havreholm. Bælthav Isstrømmens trinvis tilbagesmeltning medførte dannelse af mindre, få meter høje morænerygge, der både kryber hen over de ældre israndsdannelser og slynger sig i tætte bånd mellem issøbakker og dødislavninger.

Under tilbagesmeltningen mod sydøst gjorde isstrømmen en gang imellem ophold i længere tid eller rykkede tilmed lidt frem, hvilket førte til afsætning af uregelmæssige og småbakkede randmorænedannelser, der ligger side om side i et flere kilometer bælte mellem Langerød gennem Krogenberg Hegn forbi Gurre for at knyttes sammen med randmorænerne sydvest for Helsingør. Israndsbæltet synes om ikke at afskære så i hvert fald at sløre de ældre landskabsformer på samme måde som i Helsingørområdet. Indbygget i randmorænerne findes ofte flere hundrede meter brede udbulninger i bakkernes form, der viser, at små lokale tungeformede isfremstød sandsynligvis er flydt ud fra området mod det dødisfyldte forland. Resterne af den udstrømmende is blev efterladt som dødisfyldte lavninger bag randbakkerne. Lavninger, der i dag er omdannet til dybe moser og søer på indersiden af randmorænerne.

Gennem den østligste del af israndsområdet løber den ca. 1 km lange Gurre Ås, der med sine interne strukturer viser, at smelte vandet er løbet ud mod Gurre Sø's lavning⁹. Åsens mere end 90% sten og blokke fra Østersøen⁶ viser efter alt at dømme, at smelte vandet har afdrænet den centrale del af Øresundsgletsjerens randområde. Under afsmeltningen afsattes myriader af mindre issøbakker over det meste af området med tyngdepunkt bag de ældre randmoræner. Sammen med småbakkerne afsattes også flere rækkelagte fladbakker i større søbassiner udsmltet i en dødismasse, efterladt af begge de seneste isstrømme.



Figur D19: Landskabskort over området mellem Gurre Sø og Esrum Sø.

I senglaciertid opstod foruden de talrige mindre dødislavninger to store isdæmmede søer; Esrum Sø, og Gurre Sø. Begge søer har haft deres vandspejl liggende højere end nutidens. De har sandsynligvis kun eksisteret i kort tid og har været fyldt med større dødisklumper, at dømme efter Esrum Søes bundtopografi og de krater-lignende lavninger, der ses langs Gurre Søes bredder. Mens afløb fra Esrum Sø, som tidligere omtalt ⁸, efter alt at dømme har været blokeret af dødis i Esrum Ådal, er afstrømning fra Gurre Sø sandsynligvis sket gennem de tidligere tunneldale i søens nordvestlige ende, forbi Langesø og videre langs Gurre Ås dalføre mod Havreholm.



Figur D20: Terrænmodel fra den nordlige del af Gurre Sø. Langs bredderne ses konturerne langs søens tidligere vandspejl på ca. 30 meter og 27,5 meter, mens det nuværende vandspejl ligger 26,25 meter over havet.

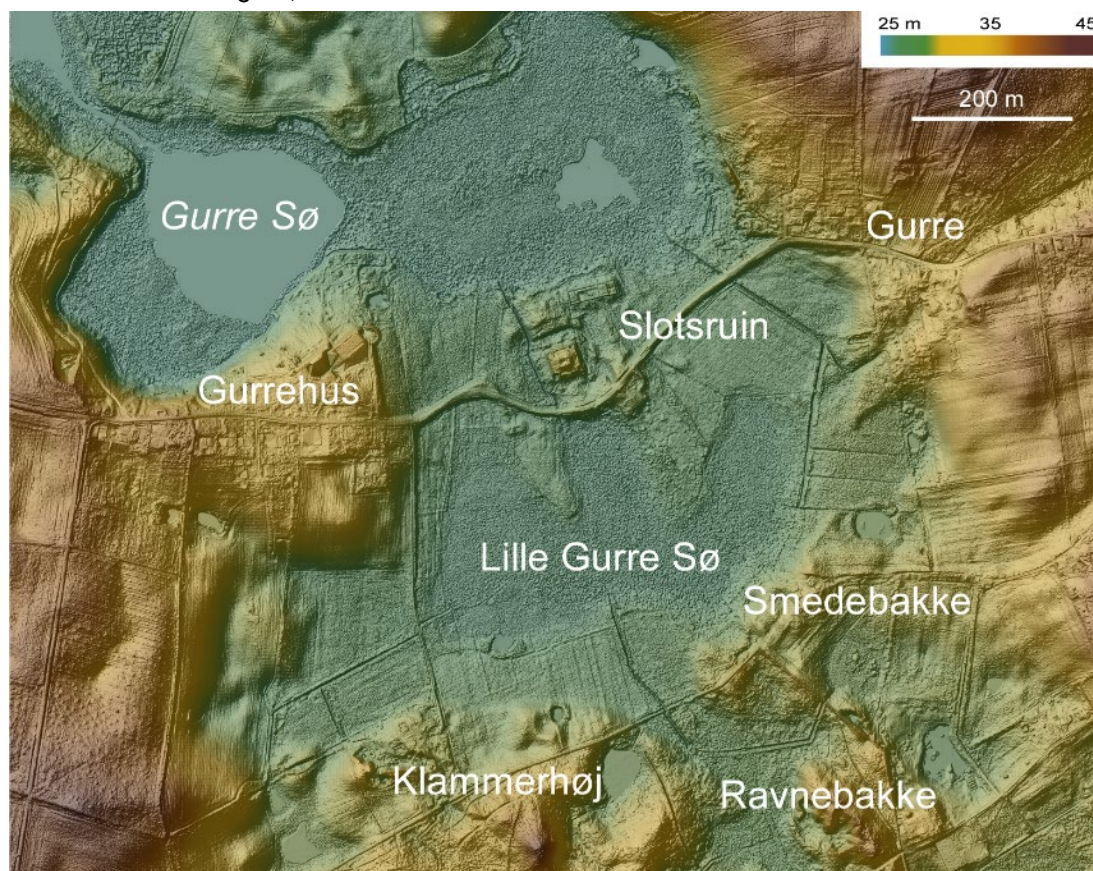
Terrænet langs Gurre Søes bredder er udskåret i flere omgange, hvor flere lave skrænter med tilhørende terrasser, især i den nordlige del af søen vidner om fremadskridende sænkning af søens vandspejl gennem tiden (Fig.D20). Den højeste vandstand, der med sikkerhed har kunnet påvises, ligger knap 30 meter over havet. Hvornår dette vandspejl blev etableret vides ikke, men denne højde synes at have været stabil gennem længere tid. Flere steder træder den tidligere søbreds stejle brinker frem, f.eks. omkring Sømose, Horserød Hegn og Storø.

I denne periode med høj vandstand var Gurre Sø blot det største bassin blandt mange søer, der forbundet af vandløb udgjorde et regionalt afvandingssystem beliggende mellem to af de større NØ-SV liggende højdedrag ¹⁷. Udløb fra det store søområde foregik gennem Gurre Å mod nord og gennem Nyrup Hegn mod syd. Gurre Søes forholdsvis høje vandspejl eksisterede sandsynligvis indtil tidligt i Middelalderen, hvor tærsklen ved Ålekistebro syd for Langesø blev sænket for at

regulere vandstanden. I første omgang blev vandspejlet sænket til lidt under 27,5 meter, hvorved den tidligere tunneldal ved Ellingekær blev isoleret fra søen, samtidig med at tidligere søbund blev lagt til både Storøs og Lilleøs areal mens den holm, hvorpå Gurre Slot blev bygget, dukkede op over vandspejlet. Yderligere sænkning af tærsklen i nyere tid betød, at søens overflade med stigbord ved Ålekistebro blev fastlåst til nuværende ca. 26,25 meter over havet. Området omkring Gurre Slotsruin tømtes stort set for vand, overgik til mosedrag og groede til.

Nedslag: Slotsholmen i Gurre Sø

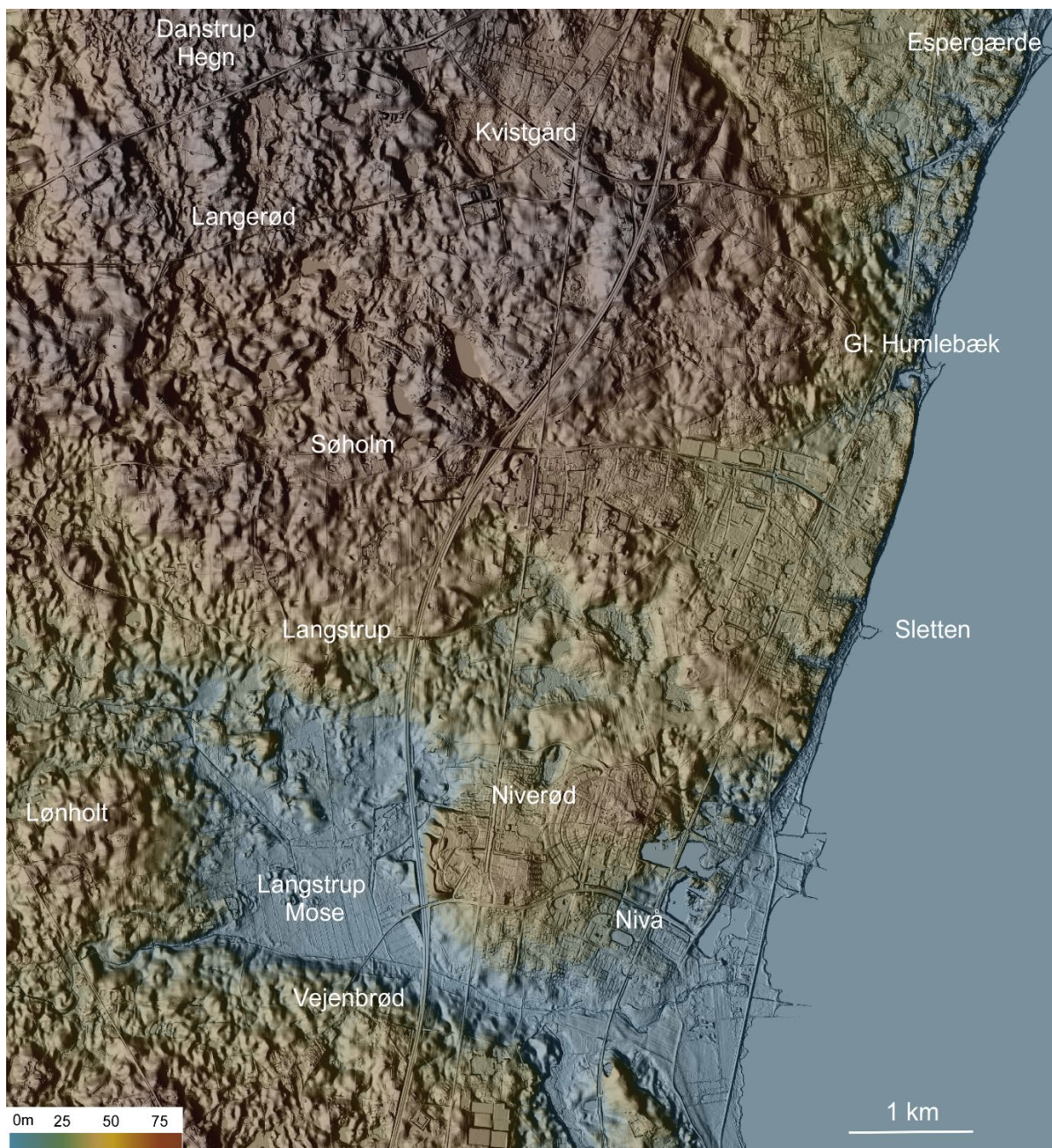
I den sydligste ende af Gurre Sø ligger resterne af Gurre Slot, der blev opført på en holm tidligt i Middelalderen. Det er sandsynligt, at det oprindelige vandspejl har måttet sænkes, for at én af søens lavvandede grunde kunne bringes tilstrækkeligt oven vande og gøres egnet til bebyggelse (Fig. D21). Slottet ligger i den delvist tørlagte sydlige del af søen, hvor omkringliggende bakkepartier med Gurrehus, Smedebakke, Klammerhøj og Ravnebakke som de højeste hæver sig i det dødisprægede landskab. Mellem højene findes større afrundede dødislavninger, hvoraf den dybeste har forbindelse med den tilbageblevne del af Gurre Sø gennem et smalt indløb. Tidligere omfattede søen også mosestrækningerne nord for slotsruinen og den tilgroede Lille Gurre Sø helt til Ravnebakke, som er den nordligste udløber af Gurre Ås. Det oprindelige slot må være bygget på en knap 200 m nærmest rund moræneknold, der blev tørlagt da vandspejlet blev sænket til omkring 27,5 meter.



Figur D21: Terrænet omkring Gurre slotsruin. Søens vandspejl blev sænket i Middelalderen for at skaffe tørt land til opførelse af Gurre Slot.

Område 15: Espergærde – Humlebæk - Nivå

Nationalparkens udbredelse i område 15 dækker arealer mellem Danstrup Hegn og Øresundskysten omkring Humlebæk (Fig. D22), men for helhedens skyld indgår egnen omkring Nivå og Langstrup Mose også i beskrivelsen.



Figur D22: Reliefkort over område 15 mellem Espergærde Nivå Lønholt og Danstrup Hegn med lokaliteter nævnt i teksten.

Et uroligt bølgende højdeområde mellem Danstrup Hegn og Gl. Humlebæk, der når 60 meter over havet eller mere, dominerer i nord, mens en større dal få meter over Øresunds vandspejl breder sig fra Nivå og ind i Langstrup Mose mod Lønholt. Et større næsten 40 meter højt

kuppelformet bakkekompleks stedvis gennemhullet af lavninger ligger længst i syd omkring Nivå og Niverød. Langs Øresundskysten findes fremtrædende hævede kystklinter gennembrudt af lavninger, der åbner sig ind i landet omkring Espergærde og Nivå, og som gemmer skalførende dynd afsat i tidligere fjordarme.

Landskabet

I landskabet omkring Danstrup Hegn og Langerød løber den Østjyske Isstrøms delvist skjulte randmorænedannelser fra nordvest frem til rækken af israndsbakker dannet i forbindelse med Bælthav Isstrømmens tilbagesmeltning, og herfra fortsætter de i udglattet form og under dække af det dødisprægede landskab ud mod Øresundskysten (Fig. D23). Gennem Danstrup Hegn består Bælthav Isstrømmens landskab af slyngede bånd af mindre randmoræner og morænerygge adskilt af et bælte af israndsbakker opstået i forbindelse med Øresundsgletsjerens indtog. I store nedsmeltende dødismasser opstod talrige søer og lavninger, hvor sand og grus blev afsat, for senere at stå frem som mindre og isolerede issøbakker eller større fladbakker med issøler.

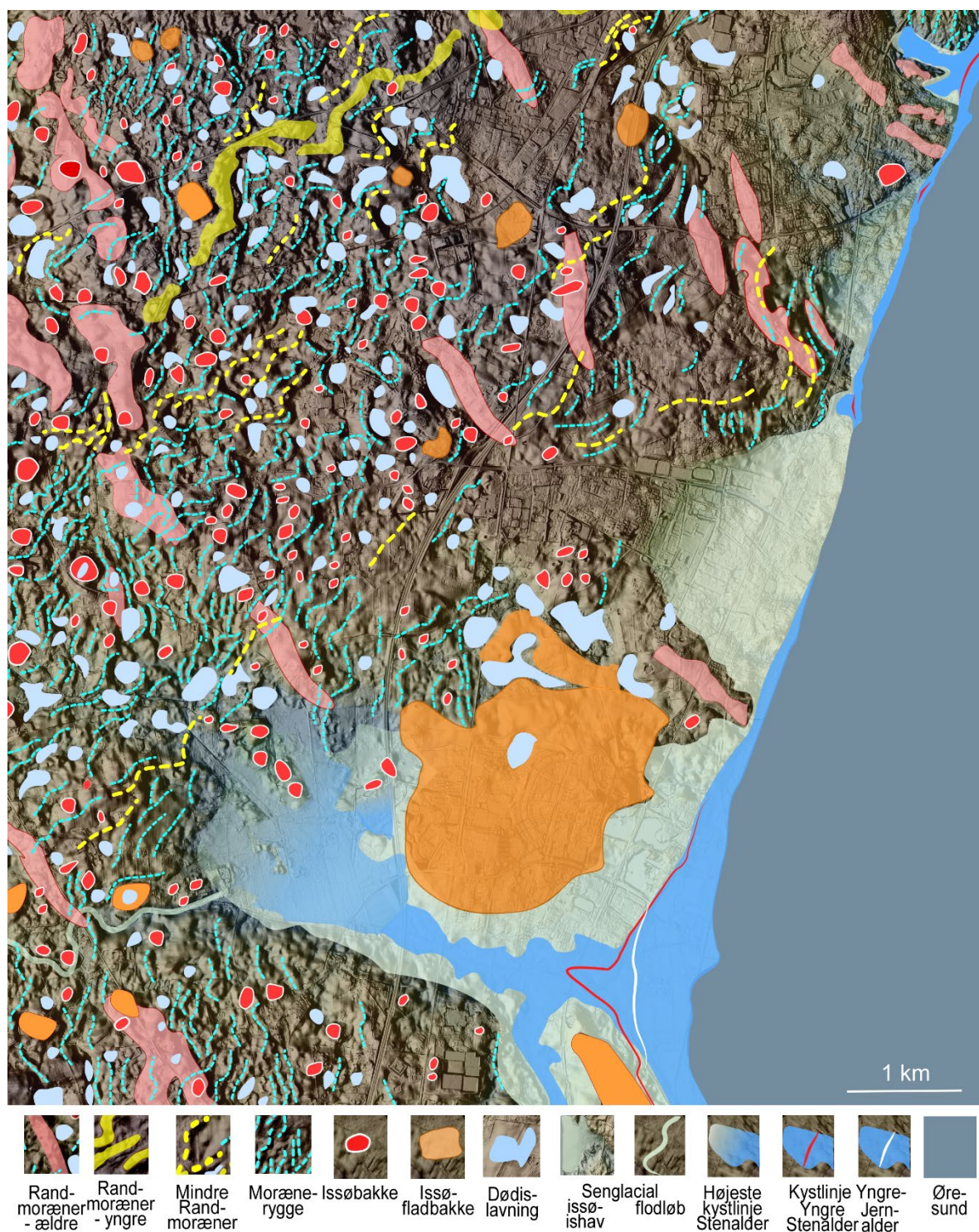
I områdets sydlige del ligger en flere kilometer bred hvælvet issøfladbakke med højder der når omkring 30 meter over havet, og hvis indre består af lagdelt ler og sandet mudder. Issøleret omkring Niverød er for det meste brokket med ringe udviklet lagdeling og visse steder stærkt foldet og forkastet, hvilket skyldes sætning og udglidning i bakken, da søens bredder forsvandt.

Efter de store fladbakker begyndt at dukke frem i det dødisfyldte landskab, blev større isfrie og smeltevandsfyldte bassiner åbnet, hvori issøler kunne aflejres, nu på lavere niveau rundt om en kerne af ældre issøbakker. I disse lavere liggende isdæmmede søer afsattes lag af sandet mudder og ler, kaldet Nivå ler, der adskiller sig fra leret i fladbakkerne ved at være opdelt i bundter af meget vel-lagdelte smålag af finsand, der hver især går jævnt over i mudder og ler mod toppen. De to hovedingredienser i issøaflejringerne, hhv. groft og fint materiale, er aflejret under perioder ved vekslende indstrømning af smeltevand: jo kraftigere vandføring, desto mere sand og omvendt.

Det har været diskuteret heftigt, hvorvidt denne vekslen mellem finsand og ler har været styret af årstidsvariationer, og har givet ophav til en særlig og gradvis lagdeling, de såkaldte *varv*. Når det gælder varv, har man i Østersøens senglaciale leraflejringer kunnet bruge lagdelingen som en slags kalender på samme måde som årringe i træer.

Dette skyldes, at bassinet i Østersøen, der mod nord var opdæmmet ved randen af det smeltende isskjold, har fået stort input af sand under forårsafrsmeltningen og lille eller ingen input under vinterhalvåret, hvor vandspejlet må forventes at have været tilfrosset og kun ler og mudder har kunnet udfældes på søbunden. Men det har imidlertid måttet afvises, at lagdelingen i Nivå-leret repræsenterer årstidsvariation, selvom sedimentationen i issøerne i nogen

udstrækning afspejler en systematisk og tilbagevendende variation i søernes materiale-tilførsel ¹⁸. Hvor lang tid det så har taget at aflejre Nivåleret, er uvist, men med en samlet tykkelse, der sine steder overstiger 10 meter og med en aflejringshastighed på f.eks. 5 cm pr år, betyder det, at Nivå leret har kunnet afsættes på godt 200 år; med 10 cm om året på den halve tid ¹¹.



Figur D23: Landskabskort for området mellem Espergærde og Nivå.

Issøfladbakkerne omkring Niverød og Nivå er for størstedelen dækket af moræneler, der ikke er afsat af en aktiv gletsjer, men snarere som stenholdt og sandet issøler¹¹. Materialet er efter alt at dømme smeltet ud i lavninger og sprækker på dødisens overflade for senere, da dødisen endeligt brød sammen, at blive aflejret via tyngdekraften fra søens bredder. Rundt om fladbakkerne og langs kysten i niveau lidt under ca. 20 meters højde er dette moræneler formentlig afsat både fra lokalt dødis og fra smeltende isbjerge i et større søbassin i det nordlige Øresund (Fig. D24). Sidst i nedsmeltning-rækkefølgen opstod de mange spredte dødislavninger som en følge af optøede isklumper begravet under dødislandskabets overflade.



Figur D24: Lagdelt og stenet mudder med foldede sandlag og klumper af moræneler aflejret oven på Nivåleret. Den midterste del af sedimentpakken er skredet ud eller skubbet i forbindelse med aflejring. Udgravning ved Snekkersten. Foto M. Houmark-Nielsen 1985.

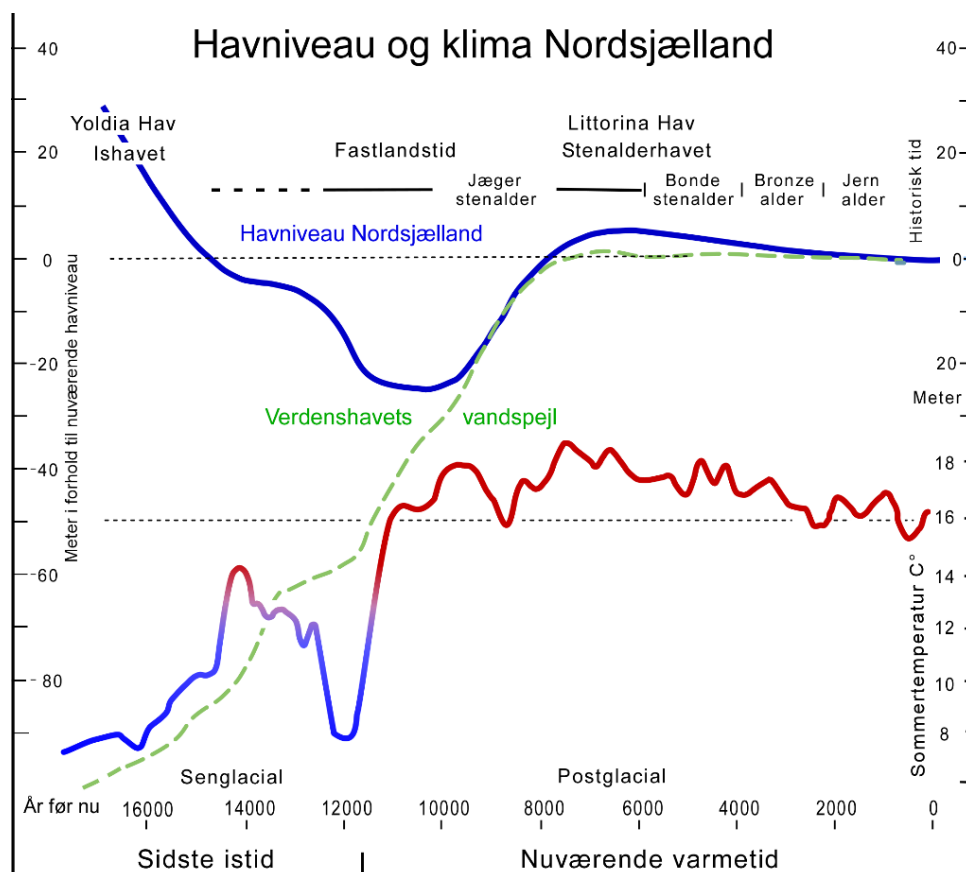
Da Stenalderhavet for ca. 8.000 år siden trængte ned i Øresund, blev de lave klinger, der ligger i omkring 5 – 6 meters højde, dannet af bølger og strøm (Fig. D22). Havet trængte også ind i mindre dale ved Espergærde og Humlebæk, mens en større fjord rakte et stykke ind i Langstrup Moses lavning gennem et smalt sund. I slutningen af Yngre Stenalder medførte ændrede kyststrømme og landhævning, at dette sund lukkedes, og begyndende udligning langs kysten satte yderligere skub i udviklingen, der fortsatte ind i Yngre Jernalder. Herefter synes kysten de fleste steder at have været passiv og udsat for tilgroning i strandenge, som ved Nivå.

Tema: Glimt af Øresundsområdet naturhistorie fra istiden til i dag

Det er klimaforandringer godt hjulpet af svingninger i havspejlet, der gennem de seneste ca. 18.000 år har nedbrudt og omformet det oprindelige gletsjerskabte terræn i Øresundsområdet til det kystdominerede landskab, vi kender i dag. Gammelt land er forsvundet eller har ændret udseende, mens nye landskaber skabt af hav og vind er vokset frem.

Landhævning, havstigning og klima

Vandstanden i verdenshavene er en direkte følge af, hvor meget fordampet havvand, der er opmagasineret i Jordens store iskjolde. Når det globale klima afkøles, vokser mængden af is på kontinenterne og havspejlet falder, men under varmt klima smelter isen og havspejlet stiger atter. Sådan har det været siden de globale temperaturer har skiftet regelmæssigt mellem istider og mellemistider. Mod slutningen af sidste istid tiltog mængden af solstråling, som Jorden modtog, hvilket medførte en relativt hurtig og kraftig opvarmning. Den mængde vand, der var bundet i iskjoldene, da sidste istid var koldest for ca. 20.000 år siden, svarer til en sænkning af det globale havspejl på omkring 120 meter. I de følgende godt 10.000 år smeltede iskjoldene, hvilket betød, at vandspejlet i verdenshavet steg og for ca. 8000 år siden nåede det niveau, vi har i dag (Fig. D25).



Figur D25: Havniveau og klima i det nordlige Øresundsområde. Ændringer i kystlinjens højde i det nordlige Sjælland de seneste 18.000 år (kraftig blå kurve) afspejler hurtig landhævning efter isens bortsmelten der for ca. 10.000 år siden blev indhentet af stigning i verdenshavenes vandspejl (stiplet grøn kurve). Klimaet i Nordvesteuropa (kraftig blå – rød kurve) blev styret af havstrømmene i Nordatlanten, atmosfærens cirkulation og indstrålingen fra solen.

I vore farvande fandt imidlertid et mere varieret mønster end blot en simpel stigning af havniveau. I perioden fra ca. 18.000 år siden til i dag blev højt havspejl afløst af fald, indtil en fornyet stigning indtraf. Verdenshavens vedvarende stigning blev på vore breddegrader forstyrret af landhævning, fordi det Skandinaviske isskjolds enorme vægt var løftet af; jordskorpens ligevægt måtte genfindes, hvilket bl.a. betød, at det danske område måtte løftes til et niveau fra før isdækkets invasion. Denne justering finder med nogen forsinkelse stadig sted og i gradvist langsommere tempo i forhold til den nærmest øjeblikkelige havstigning, der fremkom, da de store isskjolde smeltede.

Kurven over det lokale havspejl i NØ-Sjælland fortæller, at selvom vandspejlet lå omkring 100 meter lavere end i dag, kunne havet trænge ind igennem Kattegat i samme øjeblik isen smeltede bort på grund af den voldsomme nedpresning af jordskorpen. På trods af at verdenshavet steg kraftigt i samme periode, var vores lokale landhævning stærkere, hvilket medførte, at havspejlet i vore farvande sank og nåede et minimum på ca. $\div$ 30 meter i Fastlandstiden. Godt inde i vores nuværende varmetid gik afsmeltningen af de tilbageværende isskjolde hurtigt, og samtidig med aftagende landhævning begyndte havet omkring Danmark at stige, indtil det fandt sit højeste niveau for ca. 7000 år siden. Herefter faldt vores lokale havspejl, fordi landhævningen stadig foregik, uden at havet steg yderligere. Derfor er Stenalderhavets strandaflejringer og kystklinter hævet mellem 8 og 5 m i det nordøstlige Sjælland.

Disse begivenheder var dels betinget af solindstråling, dels af hævnning i jordskorpen i kombination med korterevarende forandringer i klimaet styret af strømningsmønstret i Nordatlanten og luftmassernes bevægelser i atmosfæren. Det medførte, at kølige perioder med flere og kraftigere storme vekslede med lunere og mere rolige forhold. Derfor er temperaturkurven i figur D25 både påvirket af de langsomme indstrålingsbetingede forandringer og de hurtige strømningsbetingede ændringer i ocean og atmosfære. Her ses, hvordan temperaturen i slutningen af sidste istid steg kraftigt, men denne stigning blev afbrudt af et tilbagefald til istidsforhold, fordi den Nordatlantiske strøm blev forstyrret af smeltevand fra isskjoldene.

Siden Stenalderen, hvor temperaturen var på sit højeste, er det med variation ubønhørligt gået mod køligere og mere stormfulde forhold, som har medført stærkere erosion, nedbrydning af morænelandet og dannelsen af den moderne udligningskyst også i Nordøstsjælland. Klimaets udvikling mod køligere tider kulminerede foreløbigt i kuldebølgen ”den lille istid”, der medførte langvarige isvintre, voldsom sandflugt og stærkt forringede livsbetingelser. Vore dages globale klimatiske opvarmning og ændrede vejrforhold synes at sprænge rammerne for den gradvise udvikling mod en ny istid, som afslutningen på tidligere mellemistider har kunnet opvise.

Isdæmmet sø og arktisk fjord

Den sø, der ved sidste istids slutning havde sine bredder liggende rundt om størstedelen af Niverød fladbakken og hvor Nivåleret blev afsat, synes at have udgjort en lille del af et større søsbassin, der befandt sig i det mellemste Øresundsområde. Søen har været dæmmet af

afsmeltende gletsjeris mod syd i området mellem København og Malmø, mens der har været forbindelse til det arktiske Kattegat via et smalt sund mellem Helsingør og Helsingborg i nord.

At det senglaciale ishav har været tæt på den nuværende kyst, viser boringer gennem havbunden, hvor ler og dynd med arktiske, marine fossiler er fundet på ringe dybde umiddelbart uden for kysten flere steder mellem Halsnæs og Gilleleje. Leret omkring Nivå kan imidlertid ikke have været aflejret i "åbent hav", som det er tilfældet i Vendsyssel, farvandet umiddelbart nord for Sjælland eller de tidligere havområder omkring Kullen og Hallandsåsen ²⁰, hvor der i de senglaciale havaflejringer er fundet rester af en rig, kuldetolerant marin fauna. Imidlertid vidner fund af en ryghvirvel fra Ringsæl i lergravene ved Nivå om en tæt forbindelse til havet (Fig. D26).

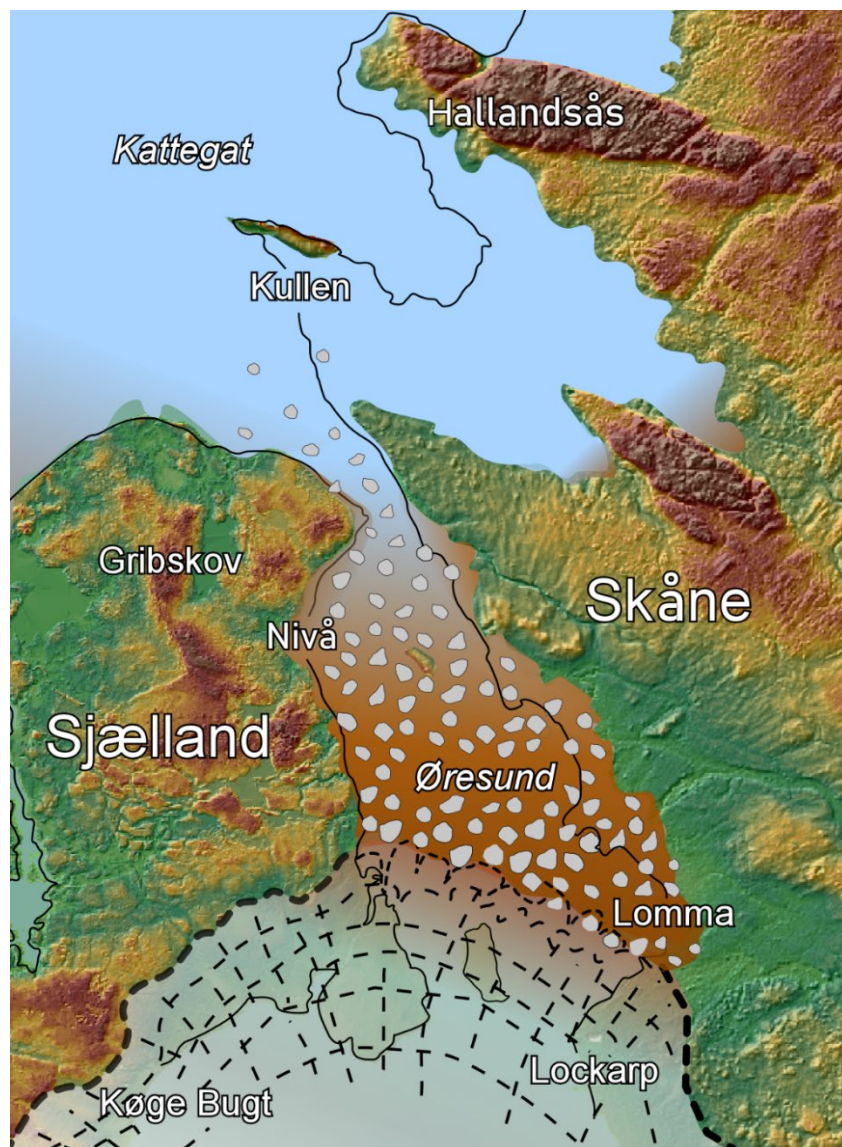


Figur D26: Ryghvirvel af ringsæl fra Nivåleret fundet i lergrav ved Nivå. Knoglens alder er mellem 17.400 år og 16.300 år gammel. Foto: Danmarks Geologiske Undersøgelse 1960.

Nivåleret er afsat i samme bassin som de vidt udbredte lerforekomster i Vestsåne, der findes i kystlandet mellem Helsingborg og Lomma nord for Malmø. Leret ved Lomma er heller ikke fuldt marint, men dog berømt for sine indlejrede knoglerester fra flere polartorsk ^{19,20}. Blandt øvrige fund fra Øresundsområdet kan nævnes en lårbensknogle af isbjørn fra Kullen, en tand af mammut fra Lockarp nær Malmø og en stump af rensdyrtak i Køge Bugt. Aldrene på disse dyrerester ligger stort set inden for samme tidlige del af den senglaciale periode, nemlig i intervallet mellem 17.000 år og 14.000 år med rensdyr og isbjørn som de yngste og ringsæl og polartorsk som de ældste.

Omtrent samtidig med at mammutten i Skåne blev fanget i en dødislavning og dele af den senere bevaret i en issøbakke, smeltede store sten ud af dødisen i NØ-Sjælland ^{1,7}, og der blev afsat rester af den første sparsomme polarvækst sammen med søsedimenter i Gribskov ¹ og på Kullen ²¹. Der tegner sig således om ikke et øjebliksbillede, så et kig ind i en tidslomme på et par

tusind år, hvor et isfyldt sø- og fjordmiljø var omgivet af et delvist isfrit lavland med en plante- og dyreverden, som det kendes fra nutidige arktiske egne (Fig. D27). Polartorsk var føde for ringsæl, som selv blev efterstræbt af isbjørn, mens rendyr og mammut afgræssede landområdernes sparsomme kuldetolerante vegetation.



Figur D27: Rekonstruktion af Øresundsområdet i Senglacialtid. Et arktisk hav i Kattegat stod i forbindelse med et dødisdækket smeltevandsfyldt lavland mellem Sjælland og Skåne. Den afsmeltende Øresundsgletsjer kælvde isbjerge i det mudrede og periodevis brakke søbassin. Rester af en kuldetolerant dyreverden bestående af Mammut (Lockarp), Isbjørn (Kullen), Rensdyr (Køge Bugt), Ringsæl (Nivå) og Polartorsk (Lomma) med aldre mellem 14.000 år og 17.000 år er fundet i området.

Aflejring af lagdelt ler og mudder blev gradvist afløst af en usorteret og sammenrodet blanding af issøler, klumper af moræneler og større enkeltliggende sten¹⁰, der i dag ligger som en kappe ikke blot oven på Nivåleret, men som et dække over issøleret i det meste af det senglaciale bassin i Øresund (Fig. D24). Aflejring foregik i et vandligt miljø, hvor dødisen i Øresund havde slubbet sit greb om bunden. Isen brød op og drev som en armada af isbjerge ud mod Kattegat,

mens Øresundsgletsjeren lå på grund over det højtliggende kalkområde mellem København og Malmø.

Sammen med tilskud fra lokal dødis afgav de drivende isbjerge deres indefrosne materiale, som blev dumpet på bunden af bassinet. Sluttelig rykkede den aktive gletsjeris ud gennem Køge Bugt mod Bornholm, mens landhævningen efterhånden lukkede det arktiske havs tilgang til bassinet i Øresund og sænkede vandstanden i det sydlige Kattegat. På grund af landhævning findes moræneleret aflejret i det senglaciale Øresund i dag i 20 meters højde omkring Nivå og Helsingør, mens ishavets kyst er løftet 30 - 40 meter på Kullen og langs Hallandsåsen²⁰. Det har været foreslået, at visse strandafsætninger i 10 meters højde langs kysten mellem Gilleleje og Helsingør kunne have tilknytning til den høje vandstand i det senglaciale ishav i Kattegat^{15, 23}. Tanken om de mulige senglaciale kystklinter og strandvolde blev imidlertid afvist efter nøje studier af kystlandskabet og gennemgang af data i den geologiske litteratur²⁴, og det har kunnet fastslås, at den nuværende kysts udformning må være begyndt med Stenalderhavets indtrængning og efterfulgt af kystudligning, som er fortsat indtil i dag.

Klinter og hævet kystland

Da ishavet forsvandt fra det sydlige Kattegat ved udgangen af sidste istid, var de områder, der i dag er overskyldt af vore indre farvande, beklædt med åben og kuldetolerant skov. Perioden kaldes traditionelt for Fastlandstiden og ophørte, da havet i den sene del af Jægerstenalderen nåede nær den nuværende højde. I begyndelsen af vores nuværende varmetid var den tætte, tempererede skov indvandret, og brede floder, der afvandede et stor ferskvandsbassin i Østersøen, gennemskar det lavland, der senere blev til fjorde, sunde og bæltter. Da den tilbageværende del af Jordens isskjolde igen havde opnået en nogenlunde ligevægt i forhold til det varmere klima, ophørte havspejlsstigningen, mens landhævningen fortsatte dog med formindsket styrke på vore breddegrader.

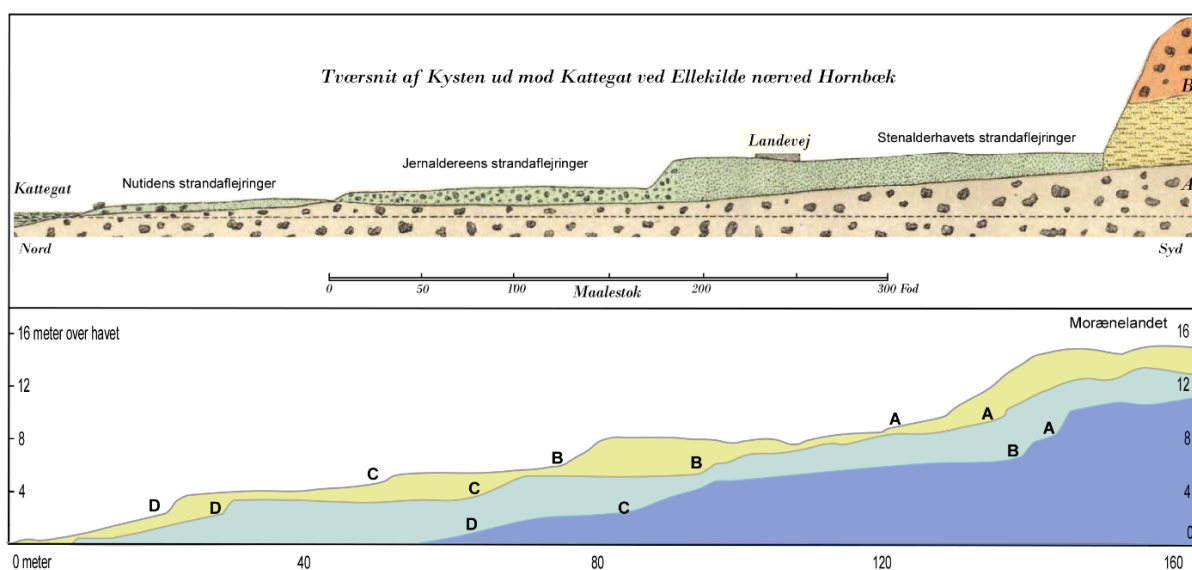
For godt 8000 år siden brød Stenalderhavet (også kaldet Littorinahavet) ned gennem det sydlige Kattegat og ind i Østersøen. Det bølgede morænelandskab i Nordsjælland blev fra første færd udsat for erosion og nedbrydning, havet oversvømmede ådalene, og der opstod lavvandede vige og fjorde, der især åbnede sig mod nord^{7, 23}. Nogle tusind år senere ændredes strømmingen langs kysterne, storme blev hyppigere og kystlandet hævede sig, hvilket førte til kraftigere erosion af morænelandet, øget tilsanding og deraf følgende lukning af fjordmundingerne og forsumpning af de tidligere lavvandede fjorde. Halvøer og andre fremspring blev nedbrudt, og der opstod større kystklinter langs hele Nordkysten, mens sand og grus blev læsset af langs forstranden, der voksede i størrelse efterhånden som landhævningen løftede de gamle strandvolde op over bølgenes rækkevidde.

Stenalderhavets klintfod mellem Hornbæk og Helsingør ligger ca. 8 meter over nuværende havniveau, men denne højde afspejler imidlertid ikke Stenalderhavets middelvandstand, men viser det niveau, hvortil bølger og strøm under højvandsstorme kunne nå op af kystskrænten.

Således må strandvoldene i ca. 10 meters højde visse steder langs Nordkysten være afsat under ekstremt højvande og storm.

På forstranden mellem Hornbæk og Julebæk nær Helsingør findes kystaflejringer i tre etager (Fig. D28). En ældre etage tilhørende Stenalderhavets stranddannelser når op mod 8 meters højde og en yngre noget lavere findes i ca. 6 meters højde, hvor sand og grus blev afsat under et lavere havniveau i begyndelsen af Jernalderen ²⁴. Desuden synes et tredje niveau omkring og lidt under 4 meter at optræde visse steder, sandsynligvis opstået under den sene Jernalder eller tidligt i Middelalderen.

De tre niveauer med stranddannelser afskæres af kystklinter, den ældste og højest beliggende klintfod er fra Stenalderhavets sene periode, den mellemste blev udviklet på grund af faldende havniveau og klimaforandringer i slutningen af Bronzealderen eller begyndelsen af Jernalderen ²⁵, mens en yngre sandsynligvis daterer sig til perioden Sen Jernalder og Tidlig Middelalder. Den nuværende kystklint er dannet under højvandsstorme og når ca. 2 meter over daglig vande og danner den øvre grænse for nutidens stranddannelser.

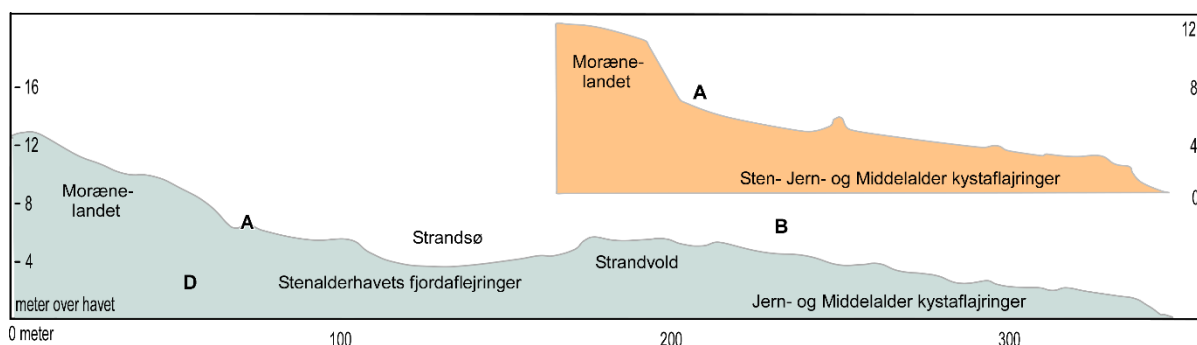


Figur D28: Snit gennem kystlandet mellem Hornbæk og Julebæk. Øverst: Kysten ved Ellekilde Hage (Rørdam 1892 ²³). A og B: Nedre og øvre moræneler adskilt af smeltevandssand. Landevejen (Nordre Strandvej) er anlagt på Stenalderhavets hævede strandvoldsslette. Nederst: Tre optegnede terrænprofiler (turkis: Villingebæk, lysegrøn: Ellekilde Hage, blå: Julebæk). A: Stenalderhavets Kystklint, B: Kystklint Bronzealder – Ældre Jernalder, C: Kystklint Yngre Jernalder, D: Nutidens kystklint.

Havde landhævningen siden Stenalderen været enerådende, ville kysten i dag bestå af blot ét strandplan svagt hældende mod havet. Men under de seneste 6000 år har klimaændringer ført til korte episoder med faldende vandstand grundet trinvis opbygning af gletsjere og isskjalde i polare egne, efterfulgt af perioder med et mere stabilt niveau i verdenshavene. Samtidig med landhævningen blev kraftige højvandsstorme fra vestlige retninger hyppigere, hvilket satte

yderligere skub i dannelsen af kystklinter med tilhørende erosion og materialetransport langs kysten.

Disse ustabile forhold betød også aflejring andre steder langs kysten i form af voksende strandvoldssletter og udbygning af krogede odder med bagved liggende laguner. Mange stednavne i Nordsjælland og Skåne har endelsen -øre, der netop har sin oprindelse i denne særlige kystform. Området omkring Kronborg er et tydeligt eksempel her på²⁵. Siden den sene del af Stenalderen er sten, grus og sand vandret langs nordkysten rundt om Gilleleje og ind i tragten i det nordlige Øresund (Fig. D12). Materialet er læst af ud for Helsingør, hvor strandplanet har bredt sig ud, og en stor krum odde har vokset sig stadigt større ved aflejring af sand og grus via strøm og bølger fra vest samtidig med, at en fladvandet lagune er opstået i læ af odden nemlig der, hvor Helsingør havn er anlagt. Oddens dannelse og strandens udbygning er sandsynligvis sket i flere trin hvor erosion er afløst af perioder, hvor strandvolde en for en er klistret på kysten. Dette foregik samtidig med udformningen af Stenalderens, Jernalderens og Middelalderens kystklinter, som kan erkendes i snit på tværs af kysten helt ind mod Helsingør.



Figur D29: To snit gennem kystlandet omkring Espergærde. Stenalderhavets kystklint ligger ca. 7 meter over nutidens Øresund (A). Øverst: Den hyppigt forekommende smalle forstrand dannet efter Stenalderhavets højeste vandstand, der læner sig op af morænelandet. Nederst: Smal fjord fra Stenalderhavet skåret ind i morænelandet afsnøret af strandvold påklistret yngre kystaflejringer.

Den østgående vandring af sand og grus ebber i dag ud efter at have nået pynten ved Kronborg. Denne opbremsning af materialetransporten ind i Øresund har fundet sted siden det sidste fald Stenalderhavets niveau, selvom kystområdet fra Helsingør og sydover også blev udsat for erosion og opbygning, skete dette under mere rolige betingelser end langs nordkysten.

Syd for Helsingør var den dominerende materialevandring langs kysten rettet mod nord, og hvor Stenalderhavet trængte ind i lavninger i morænelandet, opstod vige og smalle fjorde ligesom langs de øvrige af Nordsjællands kyster. Ved Espergærde fandtes en mindre fjord i lighed med Stenalderfjorden i Langstrup Mose. I slutningen af Stenalderen blev adgangen til Sundet afspærret af strandvolde, og der dannedes strandsøer i de lavest liggende arealer. En lignende udvikling foregik omkring den tidligere fjord nær Vedbæk, der efter grundige arkæologiske undersøgelser er udnævnt til typeområde for bestemmelse af i Stenalderhavets varierende

højde. Fire gange svingede datidens vandspejl i fjorden mellem 4 og 5 meter over det nuværende havniveau i perioden for mellem ca. 8000 år og 4500 år siden²⁶. Disse variationer har også kunnet spores andre steder i Øresundsområdet og f. eks. i Søborg Sø⁸ ved Gilleleje.

Det maksimale niveau for Stenalderhavets middelvandstand ligger omkring 3 meter højere langs Nordkysten end i Vedbæk. Dette skyldes kun i nogen grad de mere rolige forhold med mindre voldsomme højvandsstørme, der hersker i det indre af Øresund. Højdeforskellen kan hovedsageligt tilskrives den forskel i landhævning, der har fundet sted de seneste 5000 år. I Danmark er områder i nordøst løftet højere end mod sydvest, hvilket betyder at Vadehavet og det Sydfynske Øhav har været udsat for oversvømmelse modsat Kattegatområdet, hvor havbunden er hævet; jo længere nordpå desto højere. F.eks. er kystlandet i Vendsyssel og Kullen løftet ca. 12 meter og området omkring Göteborg 20 meter over det nuværende havspejl, mens Nordsjælland må nøjes med 4 – 7 meter (Fig. D30).

I den yngste del af Stenalderen blev de tidligere fjorde og vige afsnøret af odder og strandvolde, der fik deres sten og grus fra tiltagende nedbrydning af kystklinter i det omgivende moræneland. Inddæmmede strandsøer forsumpede og groede efterhånden til, mens det faldende havniveau medførte dannelse af en jævnt skrånende flade af strandaflejringer langs kysten længere inde i Øresund, hvor de to sæt af erosionsskrænter, der kendes fra Nordkysten, ikke synes at være til stede.



Figur D30: Stenalderhavets kystskrænt i Egebæksvang ved Espergærde. Klintfoden er hævet 6 meter over nuværende havniveau. Foto: K. Tommerup 2019.

Litteratur

- ¹ Houmark-Nielsen, M. 2019: Geologi og landskaber i Nationalpark kongernes Nordsjælland, Rapport til Nationalpark Kongernes Nordsjælland, 29 s.
<https://nationalparkkongernesnordsjaelland.dk/bibliotek/rapporter/>
- ² Houmark-Nielsen, M. 2022: Geologi og landskaber i Nationalpark Kongernes Nordsjælland zone B: Sydlige Gribskov, Store Dyrehave og Fredensborg, 36 s.
<https://nationalparkkongernesnordsjaelland.dk/bibliotek/rapporter/>
- ³ Nationalpark Kongernes Nordsjælland 2022: Istids- og sandflugtsruten i Hornbæk Plantage
<https://nationalparkkongernesnordsjaelland.dk/bibliotek/foldere/>
- ⁴ Smed, P. 2016: Sten i det danske landskab. 4. udgave, Højers Forlag, 271 s.
- ⁵ Milthers, V. 1909: Scandinavian Indicator-Boulders in Quaternary Deposits. *Danmarks geologiske Undersøgelse* II rk 23, 153 p.
- ⁶ Milthers, K. 1942: Ledeblokke og Landskabsformer i Danmark. *Danmarks geologiske Undersøgelse* II rk. 69, 137 p.
- ⁷ Rørdam, K. 1899: Kortbladene Helsingør og Hillerød. *Danmarks Geologiske Undersøgelse* I rk. 1, 110 s.
- ⁸ Houmark-Nielsen, M. 2023: Geologi og landskaber i Nationalpark kongernes Nordsjælland zone C - Fra Gribskov til Nordkysten, Rapport til Nationalpark Kongernes Nordsjælland, 47 s. <https://nationalparkkongernesnordsjaelland.dk/bibliotek/rapporter/>
- ⁹ Milthers, V. 1935: Nordøstsjællands Geologi. *Danmarks geologiske Undersøgelse*, V rk. 3.
- ¹⁰ Houmark-Nielsen, M. & Lagerlund, E. 1987: The Helsingør Diamicton. *Bulletin of the geological Society of Denmark* 36, 237-247.
- ¹¹ Richardt, N. 1992: *Isafsmeltning, bassindannelse og transgression*. Cand. scient afhandling, Geologisk Institut, Københavns Universitet, 196 s.
- ¹² Berthelsen, A. 1974: Nogle forekomster af intrusivt moræneler i NØ-Sjælland. *Dansk geologisk Forening, Årsskrift for 1973*, s. 118-131.
- ¹³ Rasmussen, L.Å. 1974: Om morænestratigrafi i det nordlige Øresundsområde. *Dansk Geologisk Forening, Årsskrift for 1973*, 132-139
- ¹⁴ Binderup, M. 2021: Klitter og flyvesand – sandflugtens historie i Nordsjælland. Rapport til Nationalpark Kongernes Nordsjælland, 45 s.
<https://nationalparkkongernesnordsjaelland.dk/bibliotek/rapporter/>
- ¹⁵ Ussing, N.V. 1899: Danmarks Geologi i almenfatteligt Omrids. *Danmarks Geologiske Undersøgelse* III Rk nr. 2.
- ¹⁶ GEUS 2018: *Digitalt jordartskort over Danmark*. 1: 25.000. <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/danske-kort/>
- ¹⁷ GEUS 2023: National Boringsdatabase, Jupiter. <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter>
- ¹⁸ Tommerup, K. 2022: Højtid, træk af Helsingøregnets glemte fortid – Arkæologi og Geologi. Kjeld Damgaards Forlag, 259 s.

- ¹⁹ Hansen, S. 1940: Varvighed i danske og skaanske senglaciale Aflejringer. *Danmarks Geologiske Undersøgelse* II Rk 63, s.267-311.
- ²⁰ Lagerlund, E. & Houmark-Nielsen, M. 1993: Timing and pattern of the last deglaciation in the Kattegat region, southwest Scandinavia. *Boreas*. 22, 337-347.
- ²¹ Richardt, N, Belhage, L. & Funder, S. 1999: *Øresund i 20.000 år*. VARV nr. 3, 1999, s. 66-94.
- ²² Houmark-Nielsen, M. & Kjær K.H. 2003: Southwest Scandinavia 40-15 ka BP: Paleogeography and environmental change. *Journal of Quaternary Science* 18, 769-786.
- ²³ Rørdam, K. 1892: Saltvandsalluviet i det nordostlige Sjælland. *Danmarks Geologiske Undersøgelse* II rk. 2, 151 s.
- ²⁴ Madsen, V. 1942: Strandvoldene ved Hornbæk og Alderen af dem. *Meddelelser Dansk Geologisk Forening* 10, s. 83 – 100.
- ²⁵ Svendsen, N.B. 2023: Den geologiske udvikling af det marine forland ved Helsingør samt nordlige Øresund. *Geologisk Tidsskrift* 2023, s. 8–20. Christensen, C.1981:
- ²⁶ Havniveauændringer 5500-2500 f.Kr. i Vedbækområdet, NØ-Sjælland. *Dansk geologisk Forening, Årsskrift for 1981*, s. 91-107.

NATIONALPARK KONGERNES NORDSJÆLLAND

Klostergade 12, DK 3230 Græsted
nationalparkkongernesnordsjaelland.dk
