

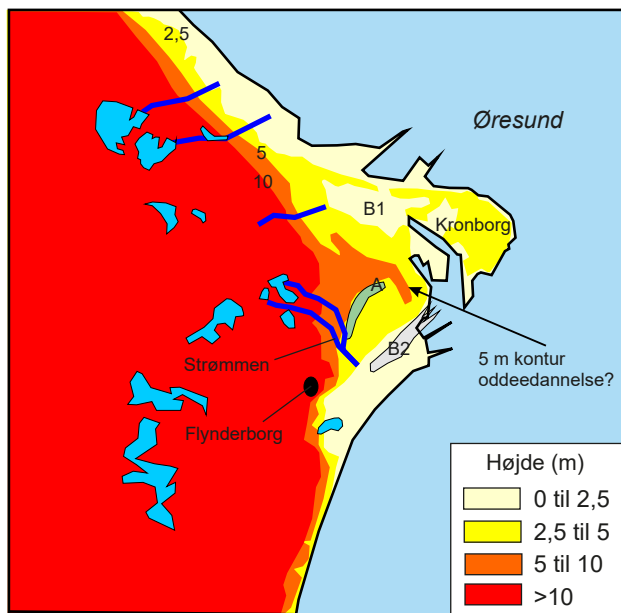
# Den geologiske udvikling af det marine forland ved Helsingør samt nordlige Øresund

AF: NICK B. SVENDSEN

Nick B. Svendsen, Åvej 7, 3500 Værløse (nickbsvendsen@gmail.com)

Svendsen, N.B. 2023: Den geologiske udvikling af det marine forland ved Helsingør samt nordlige Øresund. *Geologisk Tidsskrift* 2023, side 8–20. ISSN 2245-7097, København

Kronborg Slot og Helsingør by ligger på det nordøstlige hjørne af Sjælland, dér, hvor Øresund snævrer ind og slår et knæk. Slottet er en prægtig renaissance bygning opført af kong Frederik II, i 1585, på stedet, hvor borgen Krogen engang lå (Svendsen 2020); sidstnævnte blev opført omkring 1400 og senere ombygget til Kronborg.



**Fig. 1.** Højdekort over Helsingørområdet baseret på GEUS højdemodel af Danmark. Derudover er vist søer og bække. Vådområderne eksisterede før industrialiseringen i 1800-tallet. Bækkene strømmede ned ad Stenalderkrænten, og var vigtige for Helsingørs og Kronborgs vandforsyning i tidligere tider. Baseret på Mertz (1969). A: Stenalderens lagune. B: Jernalderens laguneområder? Lagunesøen B2's udstrækning er ikke endelig fastlagt (Langsted 2016). Mørkeblå streger: recente vandløb, blå polygoner: søer.

Kronborg ligger på en odde omgivet af havet på tre sider (Fig. 1). Helt klart et strategisk sted. Men hvad er fundamentet for borgen? Navnet Helsingør kommer af betegnelsen 'helsingør' dvs. beboerne ved halsen, altså Øresunds smalleste sted. 'Ør' betyder en gruset strandbred. Så her har vi allerede en klar antydning. Helsingør er med andre ord stedet ved den smalleste del af Øresund, med den grusede strand. Formålet med denne artikel er at beskrive det marine forland ved Helsingør. Beskrivelsen er baseret på tilgængelige geologiske data og litteratur fra Helsingør og Øresund områderne.

## Data grundlaget

Til denne redegørelse for den geologiske udvikling har jeg anvendt jordartskortet for Danmark (Fig. 2), havbundskortet (Fig. 3) samt information om boringer i Jupiter databasen. Kort og data findes på hjemmesiden for De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS). I Øresund er der udført korte boringer i forbindelse med råstøfkortlægning og dybere boringer i forbindelse med planlægningen af en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg (Fig. 3). De dybere boringer er beskrevet af Larsen *et al.* (1968) og Mertz (1969). Endelig er de topografiske kort fra Geodatastyrelsen benyttet.

Ved gennemgang af Jupiter databasen opdagede jeg dog hurtigt, at der kun er få data fra Helsingør (Fig. 4). De fleste boringer i databasen rummer ikke information om de gennemborede lag. I mange tilfælde er beskrivelserne af den gennemborede lagserie meget generel, idet der kun skelnes mellem sand, ler eller kalk. Det betyder, at tolkningen boreresultaterne skal tages med forbehold. Nogle af boringerne har dog nyttig information, som kan bruges. Således har Mertz (1969) beskrevet fire boringer i Jupiterdatabasen;

boringer der er vigtige for forståelsen af aflejringsmiljøet for de postglaciale sedimenter (Fig. 5).

Boreresultaterne fra de glacielle områder tyder på, at områdets glacielle sedimenter kan være dislocerede, dvs. forstyrret af gletsjernes aktivitet. Det er således ikke muligt at korrelere bestemte lag fra boring til boring. I områder, hvor lagene ikke er forstyrrede, er det muligt at korrelere den observerede lagserie mellem boringerne. Det gælder især for smeltevandsaflejringer, der ikke er dislocerede (Svendsen 2012). En oversigt over lagene fremgår af Tabel 1.

Helsingør Kommune har i årenes løb foretaget udgravninger i gaderne i forbindelse med rørlægninger, bl.a. fjernvarmerør (Grønnegaard 2009; Langsted 2016). I forbindelse med disse anlægsarbejder er der gennemført arkæologiske undersøgelser. Udgravningerne er sjældent mere end 2 m dybe, men de giver grundlag for at undersøge de menneskelige aktiviteter

i Helsingør siden byens grundlæggelse, idet lagene består af fyld. Hvor fyld-lagene er gennemgravede får vi indblik i landskabet under fyld-lagene.

## Regional geologi

Nordsjælland opbygges af kalk fra Danien tiden og lag fra Kvartærtiden. I Helsingør ligger kalkens overflade i ca. 30 m dybde og øst for byen ligger kalkoverfladen i en dybde af 10 til 20 m (Fig. 5A og 6). Inde i landet, i Esrum–Alnarp dalen ligger overfladen i 70 m dybde eller mere (Svendsen 2008). Esrum–Alnarp dalen løber parallelt med Sorgenfrei–Tornquist Zonen, der adskiller det Baltiske Skjold mod nordøst fra det nordvest-europæiske kraton mod sydvest. Prækvartæret bliver ældre og ældre mod den svenske kyst, hvor der findes lag fra Jura perioden (Fig. 7 og 5A).

## De kvartære lag

Helsingør området kan inddeles i tre topografiske landskabselementer (Fig. 8): 1) Baglandet som er et let bakket morænelandskab, der ligger over kote 20 m. 2) Det marine forland mellem kote 5 og 7,5 m. Den ældste del af Helsingør by blev anlagt i dette område. Grænsen mellem landskabselement 1 og 2 fremstår som en bevokset, ca. 15 m høj skrænt kendt som Littorina-skrænten. 3) Det marine forland mellem havet og kote 2,5 m. Kronborg ligger på dette landskab. Grænsen mellem landskabselement 2 og 3 ses som en skråning på ca. 5 m, her benævnt Jernalderskrænten.

## Det glacielle landskab (landskabselement 1)

Landskabselement 1 består af glacielle og periglacielle lag. Overfladen omkring Helsingør består overvejende af smeltevandsaflejringer, bortset fra området mellem kirkegården og Gl. Hellebækvej, hvor overfladen består af till (moræneler; Fig. 2). De glacielle lag er formodentlig dislocerede, idet der er stor variation mellem boringerne i området. Vestsydvest for Helsingør findes et randmorænestrøg, der blev dannet under istidens sidste gletsjerfremstød, Bælthavsfremstødet, for ca. 17.000 år siden (Houmark-Nielsen 2019).

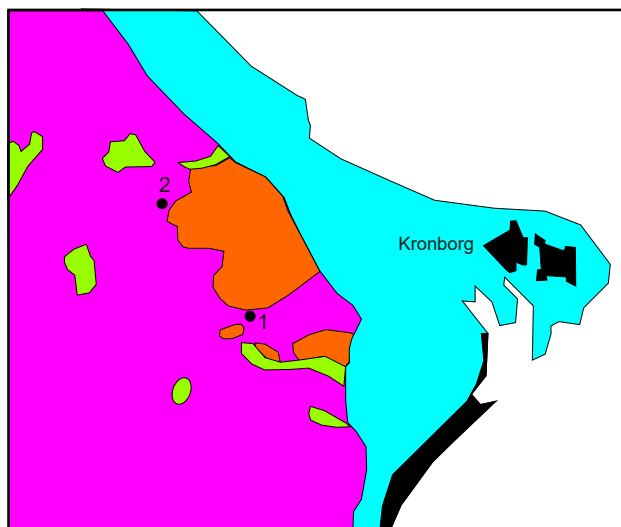


Fig. 2. Jordbundskort over Helsingørområdet. Modifieret efter GEUS. 1: Kirkegården, 2: Gl. Hellebækvej.

**Tabel 1.** Oversigt over lag der er observeret i boringerne i Helsingørområdet

Beskrivelse	Tolkning
Sandede og lerede lag over kote 7,5 m	Smeltevandssand og till horisonter
Sandede lag i det marine forland, der er klassificeret som marint sand af boremesteren	Marint sand
Sandede lag i det marine forland under kote 7,5 m	Tolkning afhængig af nærliggende boringer
Sandede og lerede lag under kote 7,5 m i det marine forland	Smeltevandssand og till horisonter (glacielle lag)
Kalk	Danien kalk

Det er dette gletsjerfremstød, der er ansvarlig for den sidste deformation. Kanten mellem landskabelement 1 og 2 udgøres af Littorina-skrænten, som er en fossil kystklint, der blev dannet i Stenalderen for omkring 6000 år siden. Denne skrænt kan man finde langs store dele af Nordsjællands kyst (Fig. 3).

De glaciære sedimenter mangler i området mellem Helsingør og Sverige (Fig. 5 A–E), hvilket må skyldes at de er eroderet bort. Ved Helsingør er kalken overljet af 30 m postglaciært sand. Hvis vi dertil lægger, at Littorina-skrænten ved Helsingør er 30 m høj, så har den postglaciære erosion fjernet op til 50 m glaciære sedimenter. Spørgsmålet er, hvornår denne erosion er foregået?

### Det marine forland (landskabelement 2 og 3)

Det marine forland (Fig. 1, 2) består af stranddannelser, der ligger direkte på kalken eller på glaciært ler. Stranddannelserne er aflejrede efter sidste istid. Landskabelement 2 ligger i kote 5 til 7,5 m og Landskabelement 3 ligger i kote 0 til 2,5 m. De tre landskaber ses meget fint, når man står på Strandvejen mellem Helsingør og Hellebæk (Fig. 9), og de kan stadig ses inde i Helsingør,

selvom 1000 års urbanisering har udvisket grænserne. Grænsen mellem Landskabelement 2 og 3 er udviklet som en stejl skråning, der er dannet ved erosion. Skrænten er helt eller delvist bevokset, hvilket viser, at erosionen ikke længere er aktiv.

For at forstå dannelsen af de postglaciære sandaflejringer er der konstrueret fire tværsnit på basis af information fra Jupiter databasen (Fig. 5). Tre af tværsnittene går vinkelret på kysten og det sidste er parallelt med kysten. Derudover indgår et tværsnit fra Larsen *et al.* (1968; Fig. 5A). Positionen af borerne fremgår af Fig. 4 og Fig. 7.

### Tværsnit 1

Dette tværsnit fra Larsen *et al.* (1968) viser den komplekse geologi på tværs af Sorgenfrei-Tornquist Zonen, og demonstrerer den postglaciære erosion (Fig. 5A). Ved den svenske kyst er de prækvartære jurassiske formationer blottede. Prækvartæret bliver progressivt yngre mod den danske kyst og som nævnt findes der Daniell kalk under de kvartære aflejringer ved Helsingør. I den centrale del af Øresund findes en 300 m bred og 15 m dyb dal i prækvartæret; dalen er muligvis en tunneldal eller en prækvartær erosionsdal, den omfattes som en forlængelse af den skånske dal Lundadalen (Fig. 6).

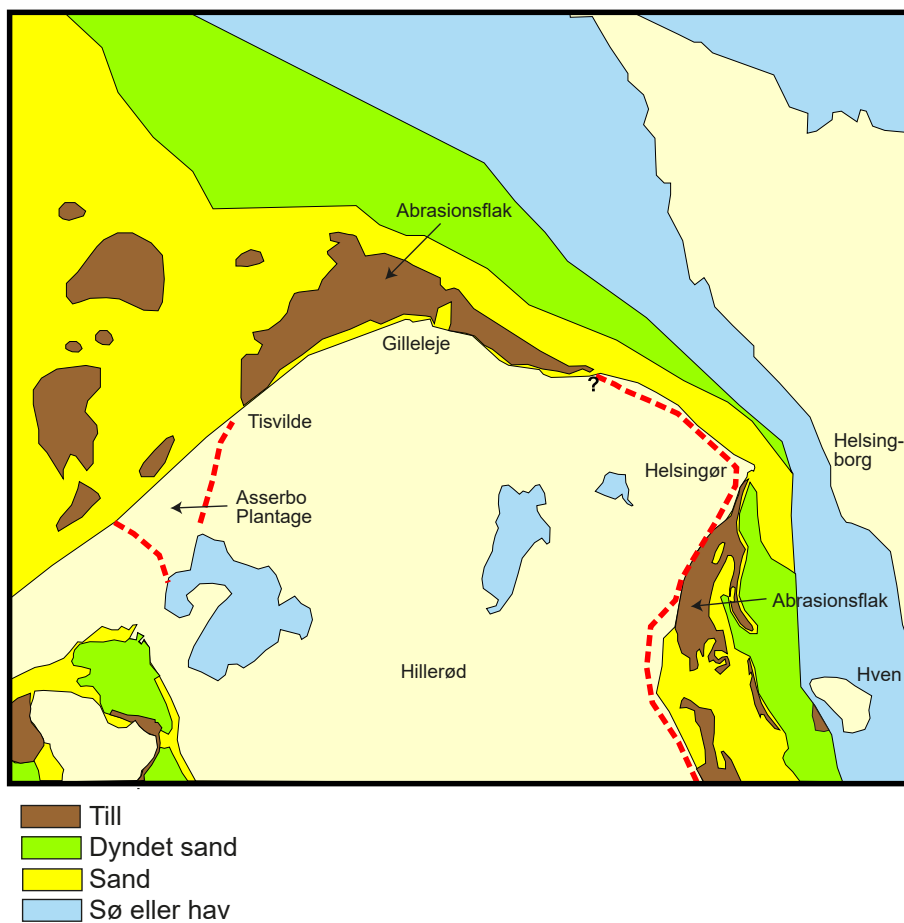


Fig. 3. Havbundssedimenter nord for Sjælland og i Øresund. Nordsjælland er en udligningskyst, hvor havet eroderer kysten, således at bakker, der stikker ud i havet, eroderes, mens fjorde og bugter fyldes op med sediment. Det brune område udfør Gilleleje er et abrasionsflak, dvs. et område ude i havet, som tidligere har været en ø eller halvø, men siden er forsvundet på grund af havets erosion. Havbunden i området består af glaciære sedimenter (till), og på formen kan man se, at det har været en del af Sjælland, der har strakt sig mod nord. Littorinahavet eroderede dette område væk. Syd for Helsingør strækker det brune område sig også ud i havet, hvad der ligeledes vidner om erosion af landet. Den omtrentlige position af Littorinahavskrænten er vist med den stiplede røde linje. Kilde: GEUS' havbundskort.

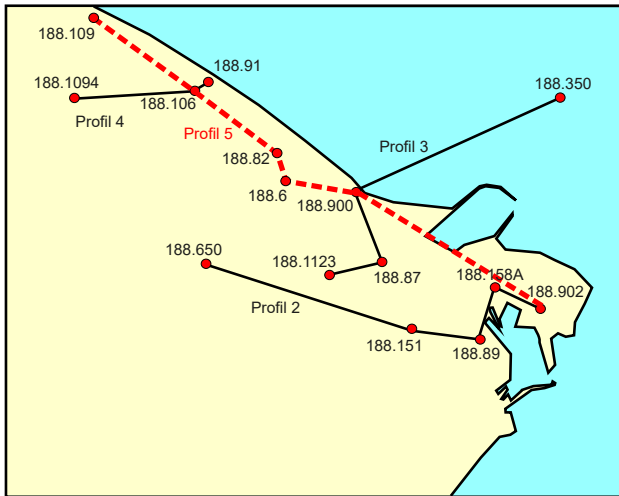


Fig. 4. Kort over Helsingør området med placeringen af boringer vist i Fig. 5. Boring 188.350 svarer til boring 4 i Mertz (1969).

Dalen, Lundadalen og dens forlængelse frem til det nordlige Øresund, indeholder glaciale sedimenter. De postglaciale marine sedimenter ligger i en kystnær 'kile' og en 'banke' struktur ude i Øresund. Den kystnære akkumulation ligger på glaciale sedimenter, mens banken i Øresund ligger direkte på prækvartær-overfladen.

#### Tværsnit 2

Hvis vi ser på de fem boringer i tværsnit 2 (Fig. 5B), så består den gennemborede lagfølge i fire af boringerne overvejende af marint sand med kalk nederst. Kalken er i dette område Danienkalk og kalkoverfladen ligger i en dybde af ca. 27 m under DNN. Den sydlige boring 188.650 ligger i det glaciale område, og den gennemborede lagfølge består øverst af moræneler og derunder smeltevandssand og ler. Kalken er nået i kote 26 m under DNN (56 m under terræn-overfladen). I boringen

188.151 (Fig. 5B) er der et enkelt lerlag 23 m under DNN, og de øverste 16 m er tolket som postglaciale marint sand. Leret er tolket som en rest af glaciale sedimenter. Den nedre del af det marine sand er tolket som lagune-aflejringer, og den øvre halvdel som strandaflejringer (Mertz 1969). Som nævnt er kalken i Nordsjælland gennemskåret af en dal, Esrum-Alnarp dalen. Boring 188.650 ligger på den østlige skråning af denne dal, mens Helsingør ligger på den østlige kant af dalen. Esrum-Alnarp dalen er udfyldt af Kvartære glaciale og glacio-marine aflejringer (Houmark-Nielsen 2019).

#### Tværsnit 3 og 4

Ved tværsnit 3 og 4 står Littorinaskrænten (kanten mellem Landskabelement 1 og det marine forland) meget skarpt. Tværsnit 3 (Fig. 5C) ved Marielyst og Marinaen viser, at overfladen af kalken ligger i en dybde af ca. 20 m under DNN. Kalken er dækket af ca. 5 m glaciale ler. Ovenpå ligger marint postglaciale sand. Grænsen mellem glaciale og postglaciale sedimenter ligger 11,5 m under DNN. Tværsnit 4 (Fig. 5D) på Nordre Strandvej viser, at kalkoverfladen ligger 15 til 20 m under DNN. Kalken er dækket af 20 m glaciale aflejringer og øverst 2 m marint sand.

#### Tværsnit 5

Dette tværsnit (Fig. 5E) er parallelt med kysten og viser, at Stenalderhavets første erosion ved Helsingør skar dybt ned til kalken og helt fjernede de glaciale sedimenter, hvorimod 10 til 20 m glaciale sedimenter er bevaret langs kysten af Nordsjælland.

### Den postglaciale erosion

Den postglaciale erosion har tilsyneladende flere faser, hvor den første fase allerede startede under den sidste afsmeltning af istidens gletsjer. Følgende er et forsøg

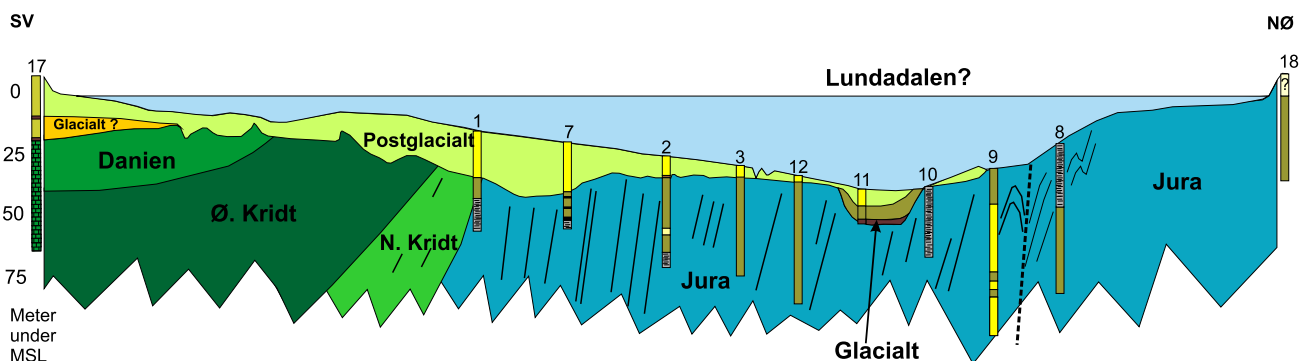


Fig. 5A. Tværsnit over Øresund. Profilet demonstrerer den postglaciale erosion. Baseret på Larsen *et al.* (1968). Boring nr. 17 (i Danmark) ligger på det marine forland, og mangler derfor det meste af de glaciale aflejringer, der kendes fra Nordsjælland. I boringerne i Øresund er der kun få rester af glaciale sedimenter, det meste af de Kvartære aflejringer er postglaciale. Tværsnittet illustrerer den komplekse geologi i den dybe forkastningszone i Øresund. De glaciale aflejringer har strakt sig over til Skåne, inden erosionen fjernede dem. Litologien i boringerne er angivet med farve (grønt: kalk, gult: sand, brunt: ler, gråt: skifer, sort: kul).

på at beskrive de forskellige erosions- og aflejningsfaser i det nordlige Øresund.

### Fase 1

Det sidste store gletsjerfremstød, Bælthavsfrontstødet, nåede frem til Helsingør for ca. 18.000 år siden. Randen af gletsjeren lå ude i Øresund, nord for Helsingør, og drejede derfra sydpå. Vi finder en dyb rende i havbunden af Øresund ud for Kullen, som er en fortsættelse af en rende, skåret ned i de prækvartære lag. Dalen indeholder stadig glaciale lag. Måske er denne dal oprindelig en tunneldal (Larsen *et al.* 1968), og måske er den en forlængelse af Lunda dalen i Skåne som nævnt ovenfor (Fig. 7). For ca. 17.000 år siden stod randen af Øresundsgletsjeren længere sydpå i Øresund, omkring øen Hven. Randen lå som en bue i det nordlige Sjælland. I Skåne drejede isranden nordpå igen, langs den svenske kyst. I dette 'hak' strømmede smeltet vandet nordpå og eroderede en dal ned i de glaciale sedimenter (Fig. 9).

### Fase 2

Efter at isen var smeltet bort fra Danmark og det sydlige Sverige opstod den Baltiske Issø i Østersøen. Vandet fra den Baltiske Issø strømmede ud gennem Storebælt og Øresund og eroderede yderligere i underlaget ved Helsingør (Fig. 9; Houmark 2019). Smeltvands-erosionen, der fjernede de glaciale sedimenter i den centrale del af det nordlige Øresund helt ned til prækvartæret, foregik før den marine transgression satte ind for godt 10.000 år siden. Hurtigt trængte havet ind i denne dal, og herefter aflejredes der marint sand (Bennike *et al.* 2012).

### Fase 3

For ca. 8000 år siden begyndte havet at erodere i kanten af dalen (Fig. 5 B, C, D og E), i de glaciale sedimenter, på grund af havstigningen. Under denne fase nåede erosionen ikke ned til prækvartæret. Vi finder derfor moræneaflejringer under de postglaciale sedimenter, i de områder, der blev oversvømmet af havet, i den

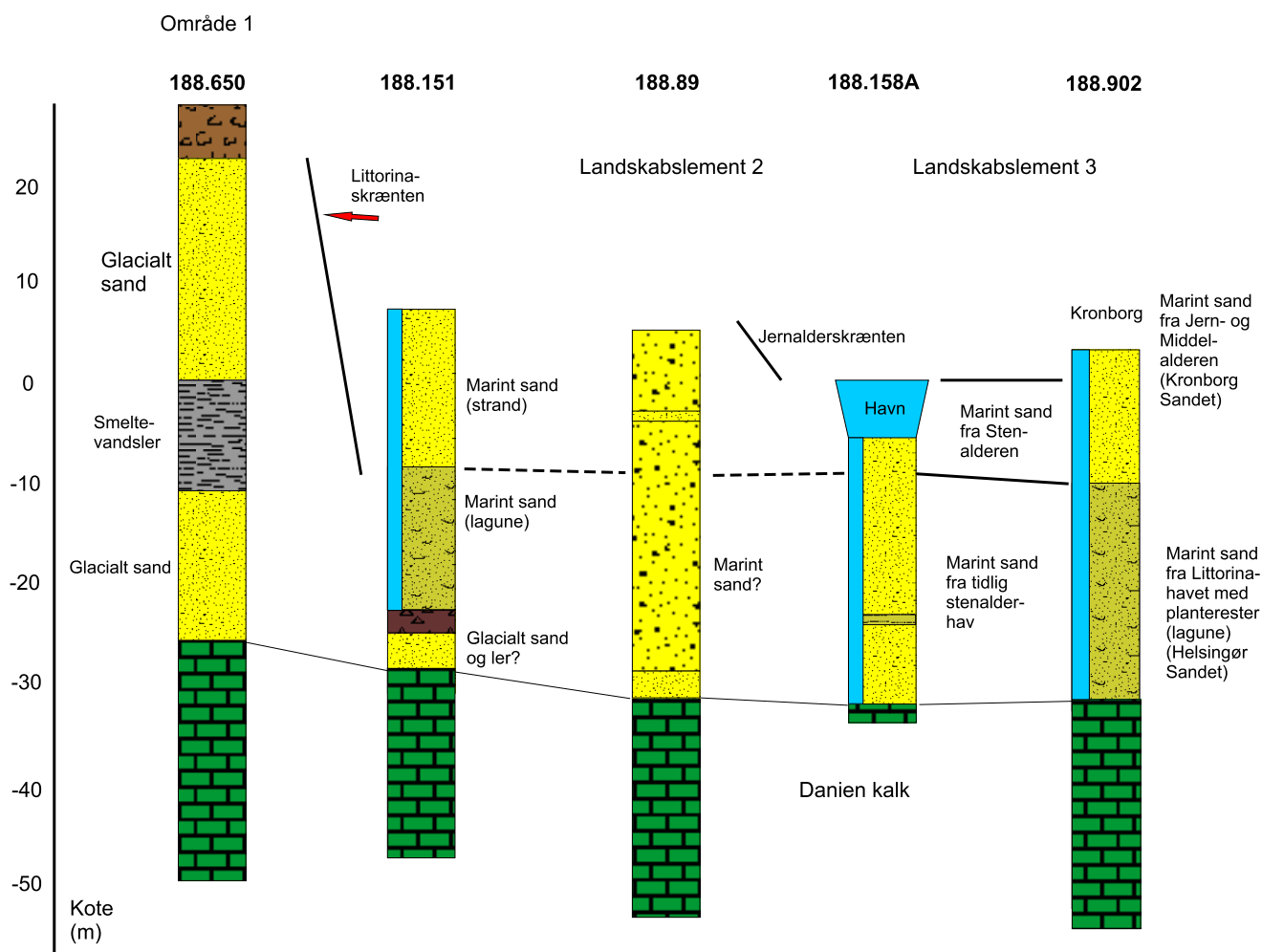


Fig. 5B. Profil 2 gennem Helsingør. Afstanden mellem borerne er konstant. Den blå farve i nogle af borerne, angiver hvor GEUS har markeret sedimenterne som marine.

anden fase af Littorina-transgressionen (for 8000 til 6000 år siden). Man kalder havet for Stenalderhavet eller Littorinahavet. Det var i denne periode, at Littorinaskrænten, mellem Landskabelement 1 og 2 blev dannet. I Fig. 10 har jeg illustreret dateringen af oddedannelsen ved Helsingør.

## Landet hæver sig

Samtidig med at isen begyndte at blive tyndere, begyndte jordskorpen under Skandinavien at hæve sig, og det gør den stadig. I løbet af de sidste 6000 år har Helsingør området hævet sig ca. 6 m.

## Havstrømmene i Øresund

Havstrømmene i Øresund går generelt fra syd mod nord, idet Østersøen modtager store mængder vand fra de store floder, der udmunder i havet. Ved Snekersten og lige syd for Helsingør, har havet gnavet sig tæt ind på kysten, og det eroderede materiale er blevet transporteret af bølgerne mod Helsingør.

Området udfor Hellebæk og Helsingør ligger i læ for den sydfra kommende strøm, og der ser vi en modgående strøm (Skov og Naturstyrelsen 1989), der transporterer det eroderede materiale mod Helsingør. Denne materialetransport har ført til dannelsen af odderne ved Helsingør.

## Helsingørområdet

Landskabelement 2 er aflejringer fra Littorinahavet. På steder, hvor kysten brat skifter retning, og hvor der tilføres sand, dannes der en odde. Ved Helsingør tilføres sand fra nordvest. Fem meter konturen på det topografiske kort (Fig. 1), der markerer grænsen mellem Landskabelementerne 2 og 3, har en form, der peger hen på, at der her i Stenalderen har ligget en odde (Fig. 11).

Efter Littorinahavet havde nået sit maksimale niveau for 7000 til 6000 år siden, er der sket et relativt fald i havniveau på 6 til 7 m. Man kan også beskrive dette som, at havet, da det nåede det maksimale niveau, ikke steg mere. Landet fortsatte med at hæve. Skrænten

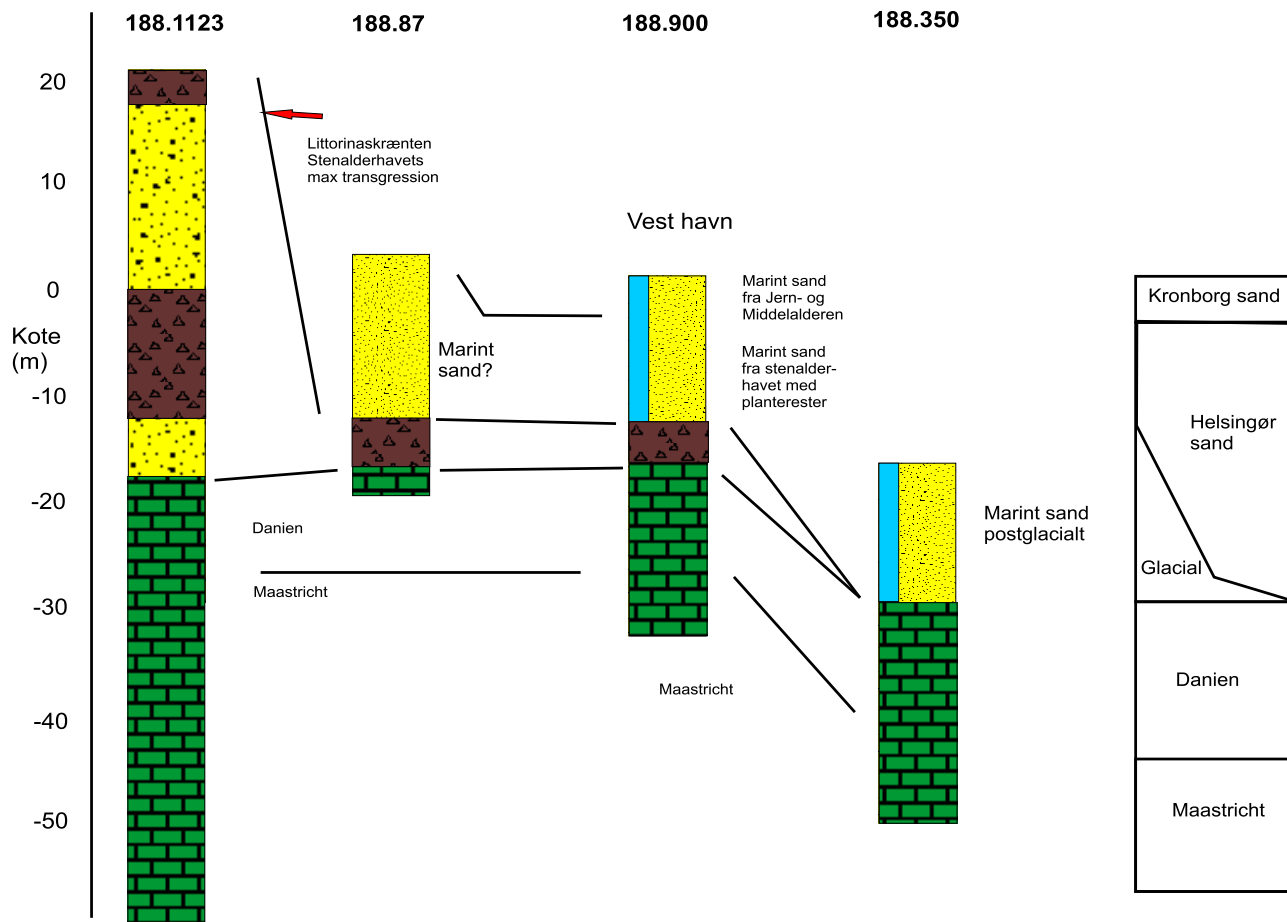


Fig. 5C. Profil 3 ved Marielyst. Boring 188.350 ligger i Øresund.

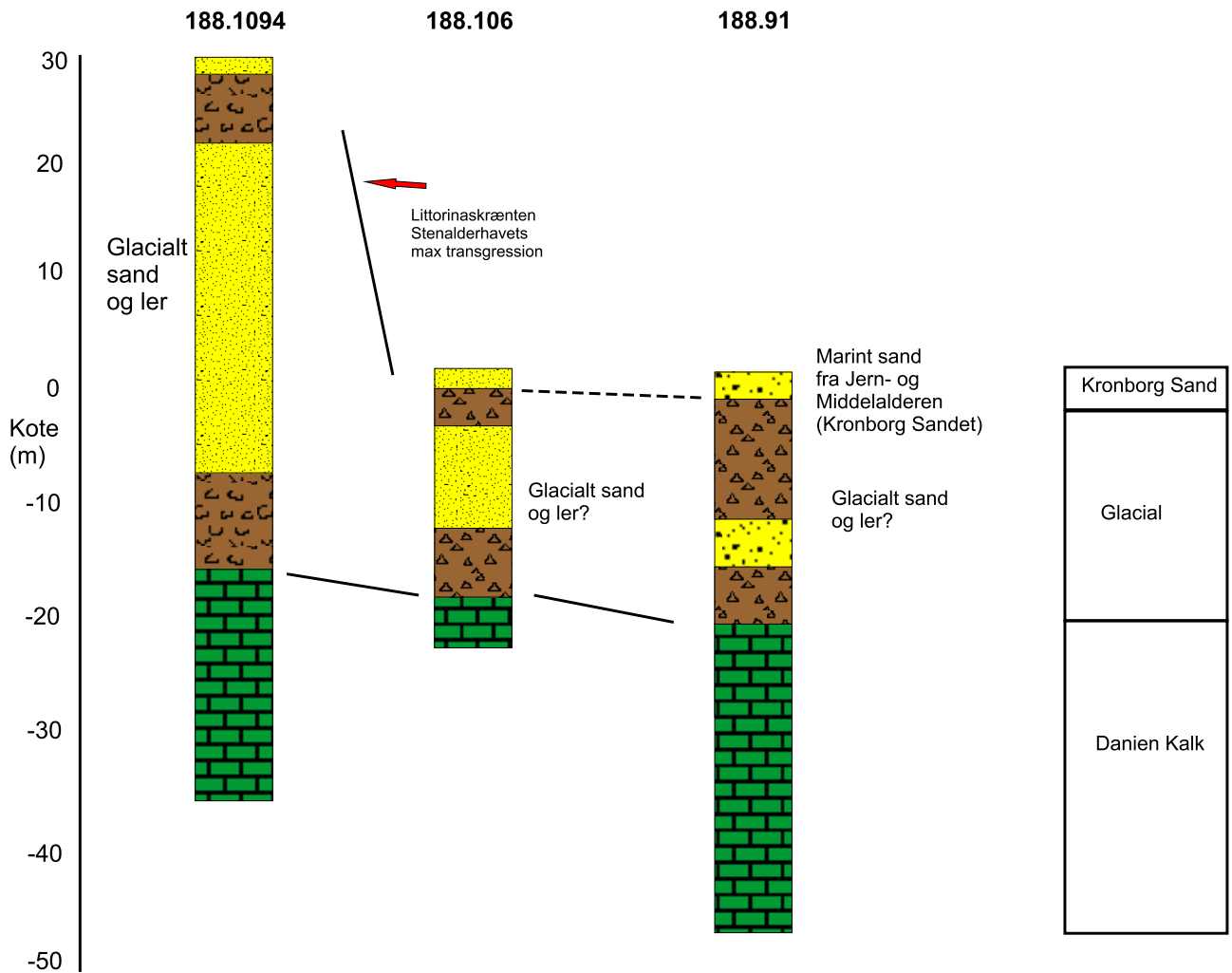


Fig. 5D. Profil 4 ved Nordre Strandvej (Mariavej). De glacielle lag ligger omkring kote 0. De er dækket af ca. 2 m sand, der er tolket som marint sand (Kronborg sandet). Helsingør sandet mangler helt og blev muligvis eroderet, da havet dannede klinten mellem Landskabssementerne 2 og 3.

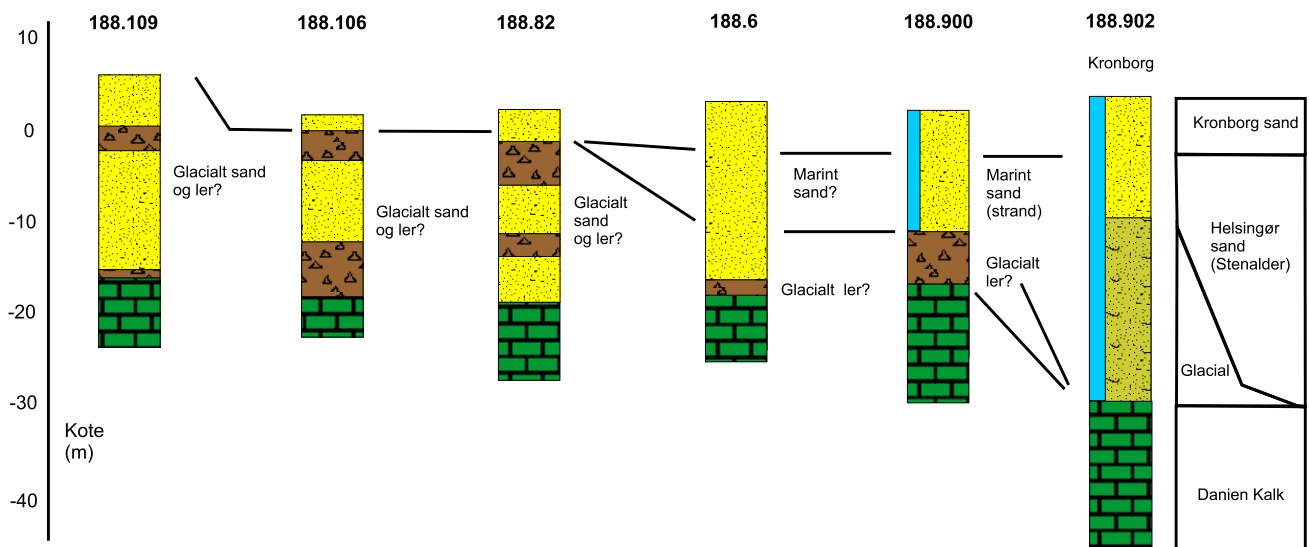


Fig. 5E. Profil 5 langs Nordre Strandvej – parallelt med nordkysten af Nordøstsjælland.

mellem områderne 2 og 3 tyder på erosion. Skrænten er ikke fuldt bevokset i dag og nogle steder eroderer havet derfor stadig i skrænten. Sandet i Stenalderodden har jeg kaldt Helsingør sandet.

Man ved ikke præcist, hvornår skrænten mellem Landskabselementerne 2 og 3 er dannet, men arkæologiske undersøgelser blandt andet ved Vejlebro nær Arresø (Christensen 2014) antyder, at Littorinahavets maksimale niveau blev nået for 7300 år siden, efterfulgt af et fald i havniveauet, hvorefter havet igen steg indtil for 6300 år siden. Herefter stagnerede havniveauet på et lidt lavere niveau (Christensen 2014). Med et stagnerende eller svagt faldende havniveau vil niveaufor-

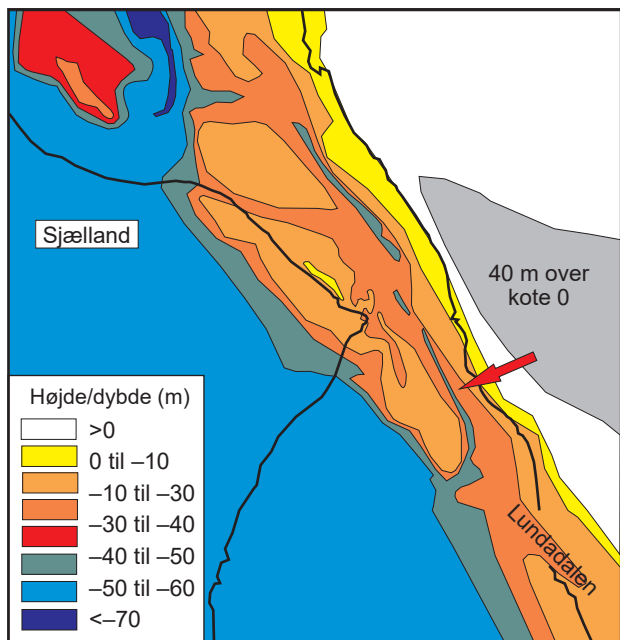


Fig. 6. Dybdekort over prækvartæroverfladen ved Helsingør. Modifieret efter Larsen *et al.* (1968) og Skov og Naturstyrelsen (1989). Den røde pil viser Lundadalens mulige forlængelse.

skellen, på grund af landhævningen øges, indtil det vi ser i dag.

Siden Stenalderen har vi haft to kuldeperioder:

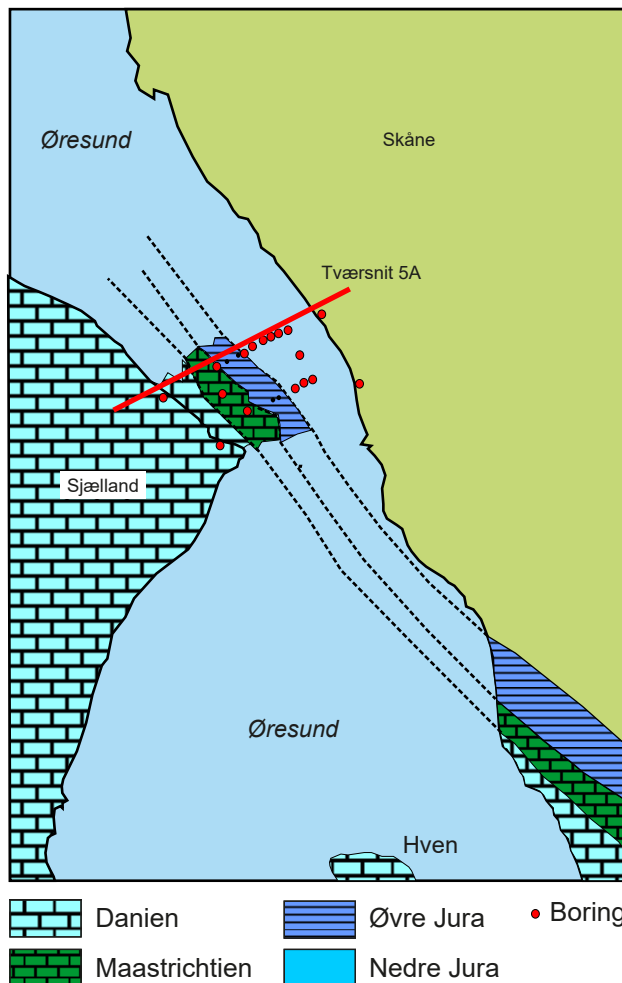
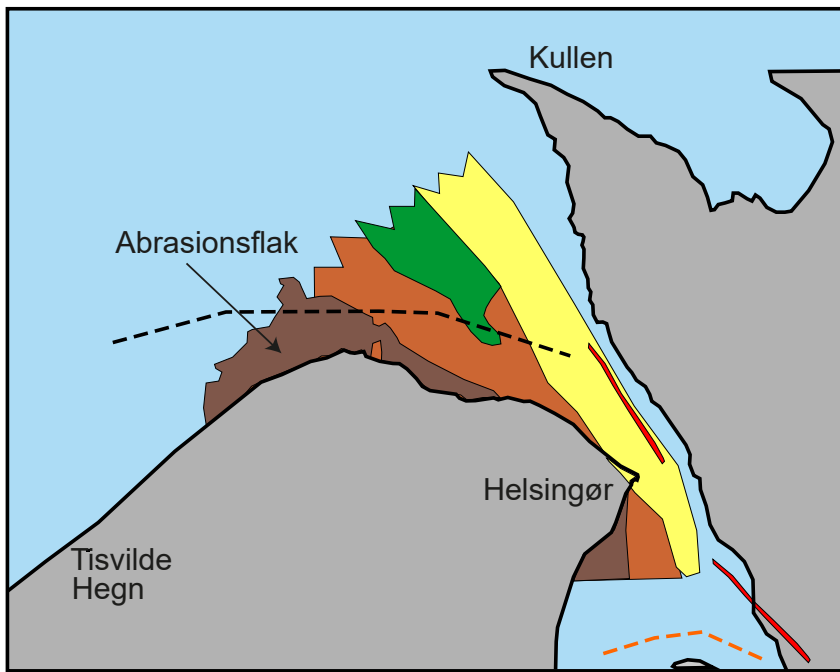


Fig. 7. Kort over prækvartæroverfladen i Helsingør området. Under Helsingør findes Danien kalk og øst for byen findes lag fra Kridt og Jura. Modifieret efter Larsen *et al.* (1968).



Fig. 8. Nordre Strandvej mellem Hellebæk og Helsingør. Til venstre, inde mellem træerne findes Littorinaskrænten, der adskiller det glacielle landskab fra den hævede havbund, som vejen ligger på. Til højre ses den recente strand. Imellem stranden og den hævede havbund findes en 2–3 m høj skrænt.





- Till på havbunden
- Till under postglacialt sand
- Senglacialt smeltevandsler
- Postglacialt marint sand på prækvertæret
- Tunnedal?/Lundadalen
- Bælthavsfremstødets nordlige rand
- Øresundsgletsjeren nordlige rand

Fig. 9. Havbunden i det nordlige Øresund. Modifieret efter Skov- og Naturstyrelsen (1989).

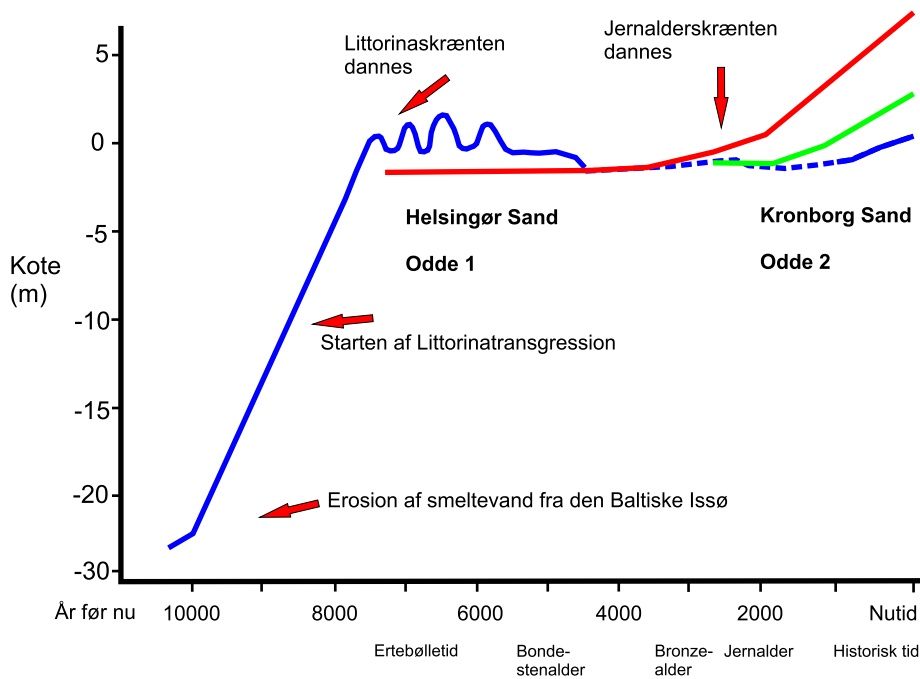


Fig. 10. Strandlinjekurver for området ved Helsingør sammenlignet med den absolutte havniveaukurve, den blå kurve, som er baseret på havniveaukurver fra Læsø (Hansen 2011), Vedbæk (Christensen 2014) og Øresund (Bennike *et al.* 2012). Den **røde** kurve angiver landhævningskurven for Helsingør sandet og den grønne kurve landhævningskurven for Kronborg sandet.

Jernalderen (500 år fvt. til år 0) og Den Lille Istid (år 1200–1800; Fig. 12). Det absolutte havniveau faldt, da de kolde perioder satte ind (Hansen 2011). Selvom det absolutte havniveau ikke faldt ret meget, fortsatte landhævningen. Det er muligt, at skrånten mellem Landskabsselementerne 2 og 3 begyndte at blive dannet for 2500 år siden og at erosionen fortsatte frem til år 0. Hvis vi går ud fra, at landhævningen i de sidste 6000 år er 6 m i Helsingørområdet, betyder det, at hævningsraten i gennemsnit er 1,5 m/1000 år. Ved år 0 (Jernalderen 500 f.Kr. til 800 e.Kr.) havde Helsingør området således hævet sig ca. 3 til 4 m og odden altså hævet tilsvarende.

Med den fortsatte landhævning førte materialetilførsel fra vest til dannelse af en ny krumodde nord for Stenalderens krumodde (Fig. 11). Det er den odde, som Kronborg er bygget på. Jeg har valgt at kalde sandet i Jernalderodden Kronborg sandet. Vi kan konstatere, at odden med Kronborg var etableret år 1400, hvor den totale landhævning siden 6000 år før nu var ca. 5 m. Det er interessant, for dengang, da Flynderborg blev bygget, omkring år 1200, var odden måske endnu ikke helt dannet. Det kan være en del af forklaringen på Flynderborgs placering oppe på bakketoppen. Udviklingen er opsummeret i Fig. 11 og Fig. 12.

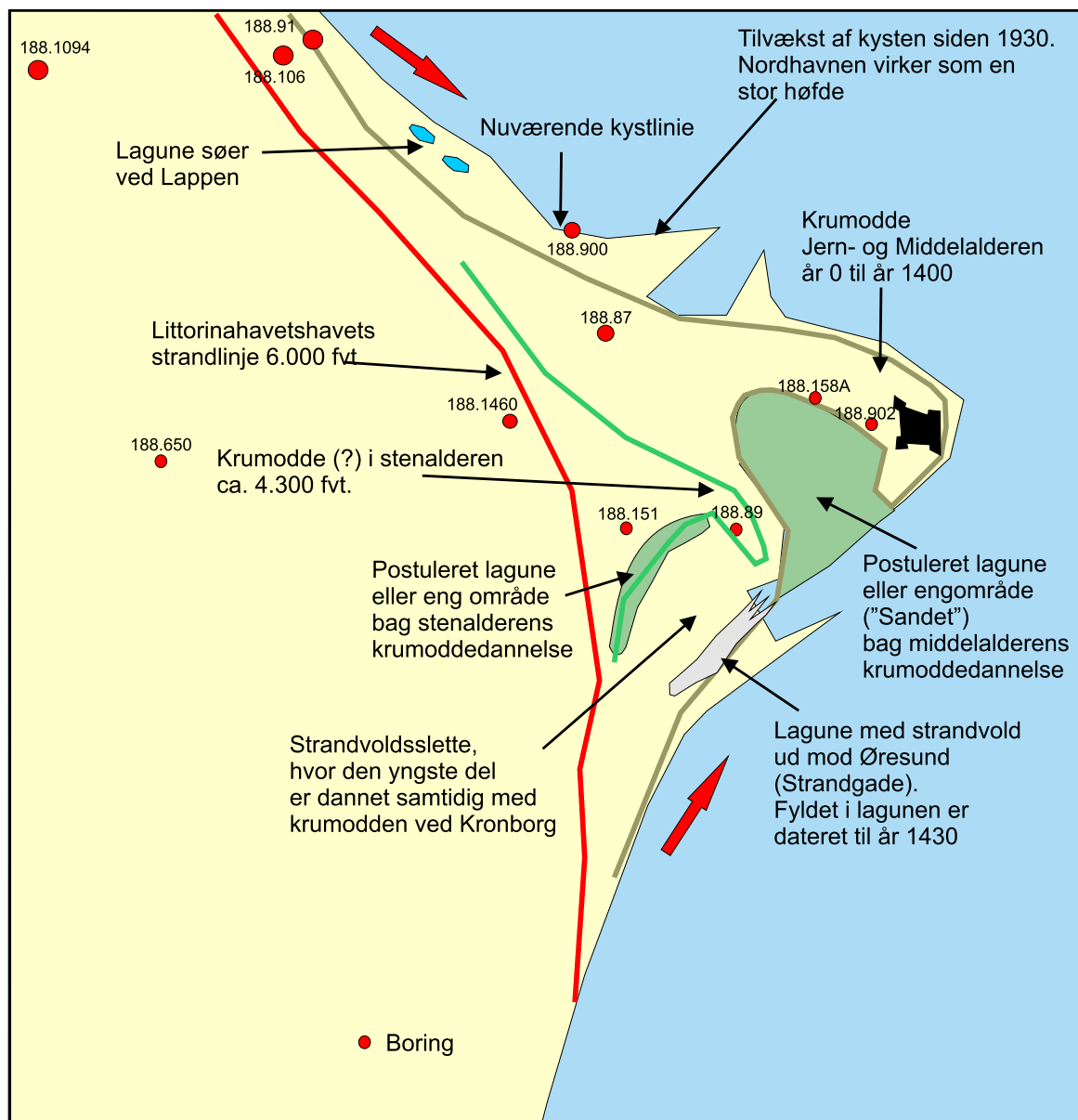


Fig. 11. Kystudviklingen ved Helsingør. De røde pile angiver transportretningen langs kysten. Lagunesøerne ved Lappen er angivet efter ældre topografiske kort. I dag er søerne groet til og fyldt op.

## Området under Helsingør

Området under Helsingør er dækket af et 1,5 til 4 m tykt kulturlag. De arkæologiske undersøgelser, der er ført ned til den oprindelige overflade antyder, at byen er bygget på en strandvoldsslette (Grønnegaard 2009; Langsted 2016). I fire af de arkæologiske profiler ligger bebyggelseslaget på mulig mosejord. Det tolkes som et vådområde mellem strandvolde på en eng, der har ligget for foden af stenalderskrænten. Det kunne være en tidligere lagune, dannet i læ af stenalderkrummodden. En lagune og strandvold er påvist ved Strandgade (Langsted 2016) nær Helsingør havn. Udstrækningen af lagunen og strandvolden er usikker på nuværende tidspunkt. Kulturlaget i lagunen er dateret til år 1430 (Langsted 2016).

Bebyggelseslaget består overvejende af sandede muldlag med indhold af humus og byggeaffald samt husholdningsaffald, som overvejende er fra Renæssancen (Grønnegaard 2009). Måske er de sandede lag under brolægningen flyvesand fra strandvoldssletten. De

arkæologiske udgravninger er ikke jævnt fordelt i den gamle bydel, og fyldets historie er derfor usikker. Det vil blive afklaret ved de kommende års udgravninger.

## Opsummering

Udvikling af det marine forland ved Helsingør kan opsummeres således:

- Under sidste istid var Helsingør-området dækket af det Skandinaviske Isskjold. Lundadalen i Skåne og dens fortsættelse i Øresund blev muligvis dannet som en tunneldal under en sen fase før deglaciationen. For ca. 17.000 år siden var Helsingør området isfri. Alternativt blev dalen dannet som en præglacial erosionsdal.
- Under sen-glacial-tiden havde den Baltiske Issø udløb gennem Øresund. De glacialle sedimenter blev udsat for stor erosion.
- Havet begyndte at trænge ind i de dybe dele af Øresund for ca. 10.300 år siden. For 8500 år siden

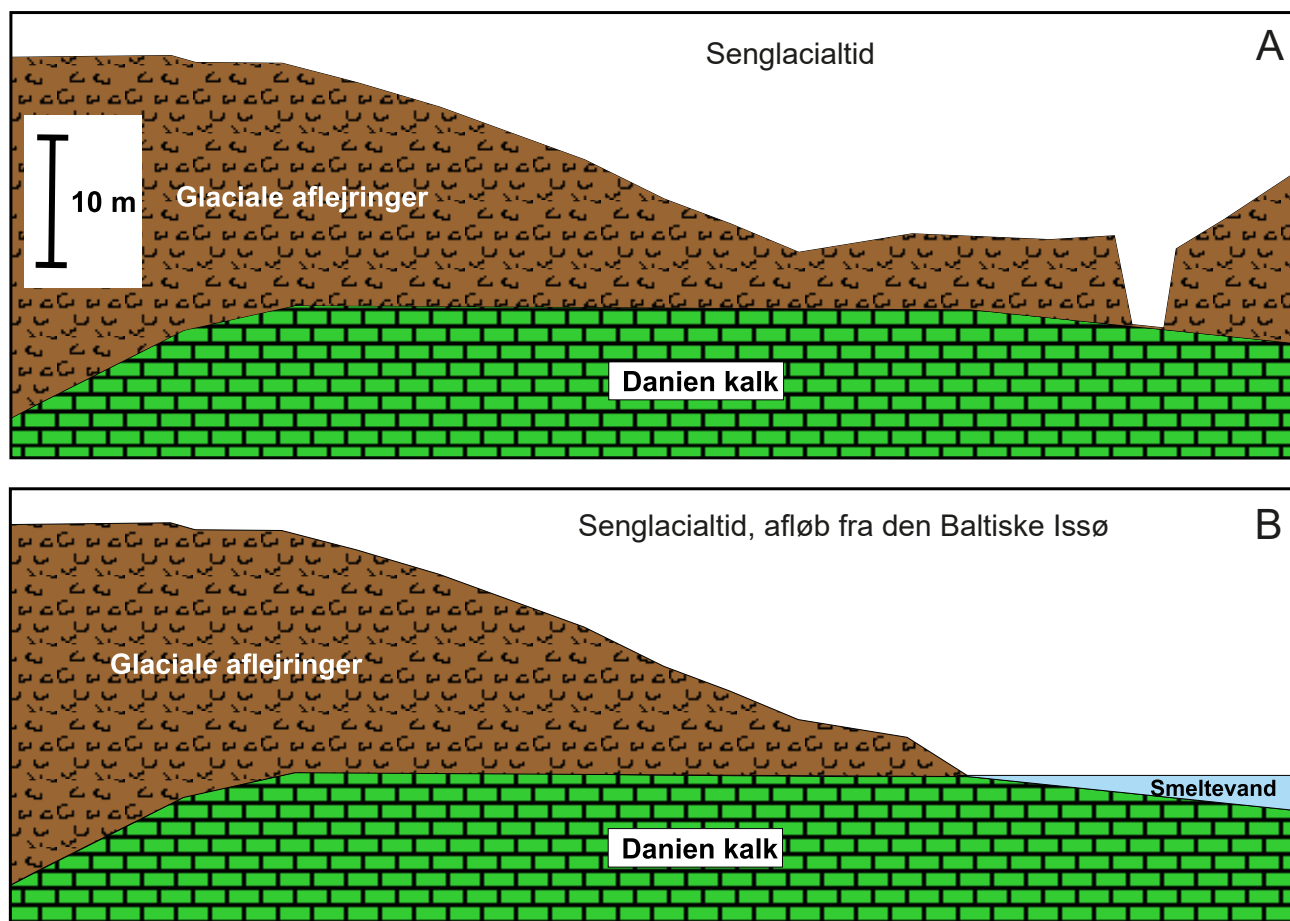


Fig. 12. Opsummering af den geologiske udvikling i Helsingør-området under istiden. Nutiden fremgår af Fig. 11. A: Glaciale sedimenter er aflejret i Øresund. Dalen på tværsnittet danner muligvis en fortsættelse af Lundadalen i Skåne (Fig. 5A; Larsen et al. 1968). B: De glacialle sedimenter i Øresund eroderes af smeltevand fra den Baltiske Issø (Houmark 2019).

blev der aflejret marint sand ud for Helsingør, dette sand ligger på Danien kalk.

- For ca. 6000 år siden nåede Littorinahavet sit maksimale niveau. Der dannedes en kystklint i området – den nuværende Littorinaskrænt.
- I perioden 6000 til 2500 år før nu dannes det første marine forland med en krumodde og en lagune bagved. Sandet i odden er kaldt Helsingør sandet.
- Landet har hævet sig ca. 6 meter i løbet af de sidste 6000 år.
- De hævede marine aflejringer er eroderes og der dannes en ny krumodde i perioden mellem år 500 f.Kr. og år 1400 e.Kr. Sandet i denne odde er kaldt Kronborg sandet
- Krogen og Renæssancens Helsingør bygges på det

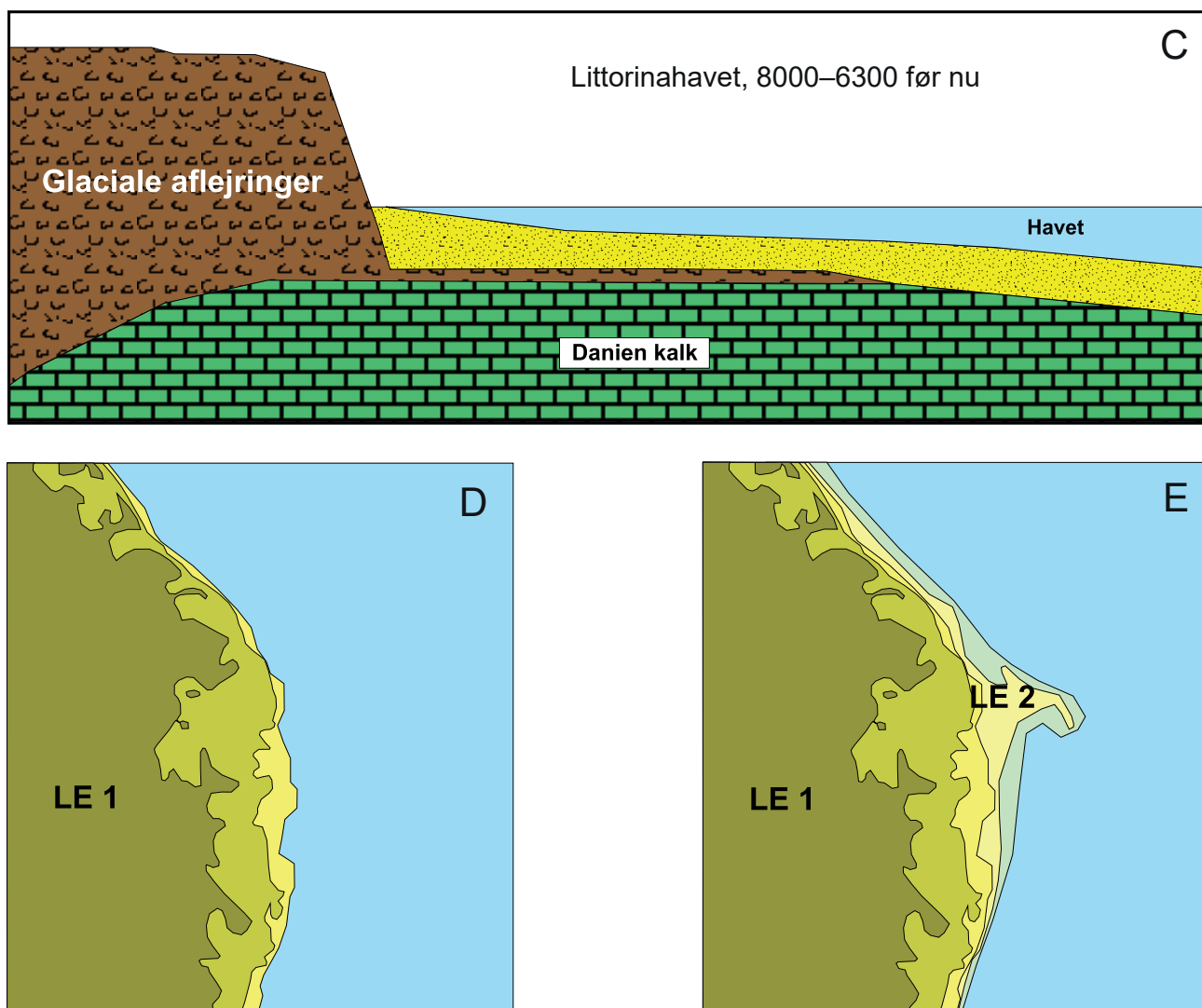
marine forland omkring år 1400 e.Kr. Det første fyld under byen dannes.

- Kronborg bygges år 1574–1585 e.Kr. Det resterende fyld under Helsingør by dannes.

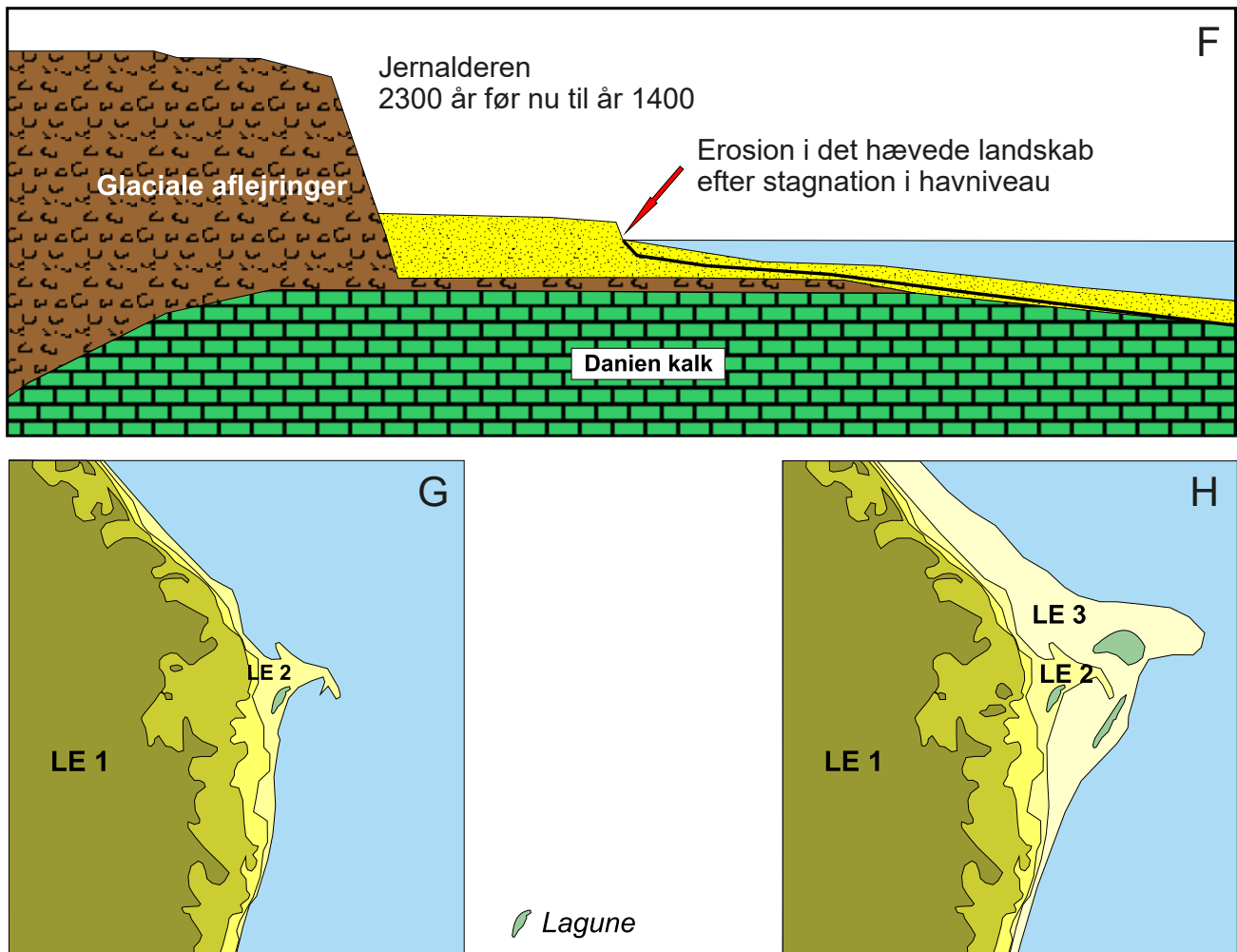
Den geologiske historie af det marine forland ved Helsingør er et klassisk eksempel på oddedannelse samt menneskets påvirkning af kystprocesserne.

## Tak

Tak til Agnete Steinfeldt og en anonym referee for kommentarer til manuskriptet.



**Fig. 12 fortsat.** C: Littorinatransgressionen når sit maksimum (Christensen 2014). Havet eroderer i de glaciale sedimenter og Littorinaskrænten dannes. Efter havstigningen er standset, dannes en odde ved Helsingør. D: Littorinahavet ved den maksimale transgression. Konturinterval 5 m. E: Littorinahavet efter havstigningen er stagneret.



**Fig. 12 fortsat.** F: I den kolde periode i Jernalderen stagnerede havniveauet (Hansen 2011). Landet hævede sig stadig, og der dannes en ny erosionsskrænt, med et nyt marint forland og oddedannelse, her benævnt Landskabslement 3. G: Tidlig Jernalder med erosion. H: Middelalderens krumoddedannelse. LE: Landskabslement.

## Referencer

- Bennike O., Andreasen, M.S., Jensen, J.B. & Noe-Nygaard, N. 2012: Early Holocene sea-level changes in Øresund, southern Scandinavia. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 26, 29–32.
- Christensen, C. 2014: Havniveauændringer 6000-3000 f.Kr. i Vedbæk-området, NØ-Sjælland - fortsatte geobotaniske undersøgelser i årene 1982-1990. Nationalmuseets Naturvidenskabelige Undersøgelser NNU-rapport 2014/15, 42 s.
- Grønnegaard, T. 2009: Helsingør Fjernvarme, GIM 3914, Overvågningsrapport, 13 s. Gilleleje Museum.
- Hansen, J.M. 2011: Hvor meget stiger havet? *Aktuel Videnskab* nr. 5, 14–19.
- Houmark-Nielsen, M. 2019: Geologiske landskaber i Nationalpark Kongernes Nordsjælland. Notat udarbejdet for Nationalparksekretariatet, 29 s.

- Larsen, G., Christensen, O.B., Bang, I., Buch, A. 1968: Øresund. Helsingør-Hälsingborg linien. Geologisk Rapport. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Rapport nr. 1, 90 s.
- Langsted, K. 2016: Svingelport/Strandgade, Helsingør, MNS 50082. Beretning for arkæologisk overvågning og udgravning, 29 s. Hillerød: Museum Nordsjælland.
- Mertz, E.L. 1969: Helsingør og omegns jordbundsforhold. En ingeniør-geologisk beskrivelse. Danmarks Geologiske Undersøgelse. By-geologi nr. 1, 38 s.
- Skov- og Naturstyrelsen 1989: Havbundsundersøgelser Råstoffer og fredningsinteresser, Hornbæk. Rapport. Hørsholm: Skov- og Naturstyrelsen.
- Svendsen, N. 2008: Begravede dale på Sjælland - Sønder-, Alnarp- og Kildebrønde-dalene. *Geologisk Nyt* 6/08, 20–24.
- Svendsen, N. 2012: Furesø Historien, Bind 1, fra Istid til 1660. Værløse-egnens Historiske Forening.
- Svendsen, N. 2020: Landskabet og geologien ved Kronborg. *Skalk* nr. 3, 24–27.