

Foreløbige resultater af boringer ned i skrivekridt ved Bøtø Ringvej, Væggerløse, Falster

Geologisk model baseret på sammenstilling af boringer
i skrivekridtet ved et saltvandspåvirket
vandindvindingsområde omkring
boring DGU nr. 242.231

Stig A. Schack Pedersen & Klaus Hinsby



Foreløbige resultater af boringer ned i skrivekridt ved Bøtø Ringvej, Væggerløse, Falster

Geologisk model baseret på sammenstilling af boringer
i skrivekridtet ved et saltvandspåvirket
vandindvindingsområde omkring
boring DGU nr. 242.212

Stig A. Schack Pedersen & Klaus Hinsby

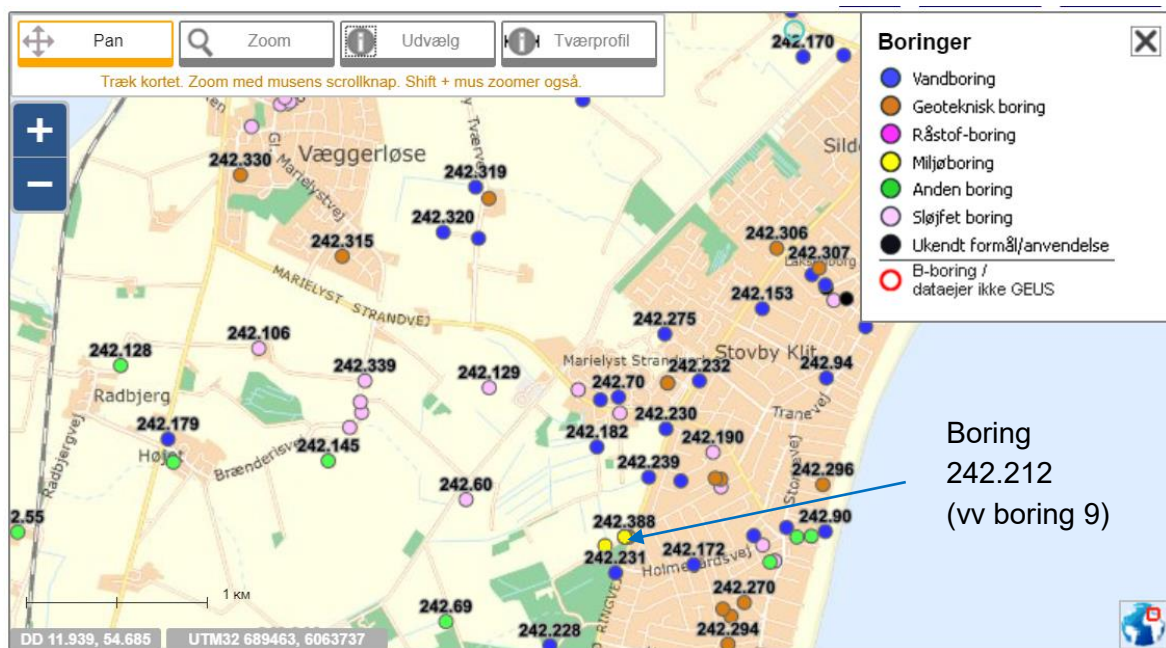
Indledning

De fleste vandindvindingsboringer på Falster trækker vand fra magasiner, der ligger i skrivekridt eller har forbindelse med skrivekridtet. Vandkvaliteten er rimelig god, og der har tidligere ikke været problemer med saltvandsindtrængning. Imidlertid er der inden for de seneste år blevet konstateret stigende indhold af saltvand i vandindvindingsområdet syd for Væggerløse. Fokusområdet for EU projektet "SubSol" (www.subsol.org) og nærværende undersøgelse er området omkring vandindvindingsboring DGU nr. 242.212, der er en af de boringer, hvori problemet med saltvandsindtrængning, har været særlig udtalt.

I SubSol-projektet gøres der en særlig indsats for at finde nye metoder til at løse problemerne omkring saltvandsindtrængning i grundvandmagasiner i kalkbjergarter. Lignende undersøgelser foregår i Marathon regionen i Grækenland og Mexico, men der forekommer kystnære kalkmagasiner med lignende problemer i store dele af verden. Et af projektets testfelter er grundvandsmagasinet ved boringen DGU nr. 242.212 beliggende ved Bøtø Ringvej, Marielyst, Falster. Boringen forsyner Marielyst vandværk, og siden 2016 har nye boringer været udført omkring denne boring i tæt samarbejde med vandværket for at foretage detaljerede undersøgelser af grundvandets strømning omkring indvindingsboringen, og finde nye metoder til at sikre vandforsyningen fra den i fremtiden.

Efter de foreløbige undersøgelser i 2016 blev det besluttet at supplere de tidligere boringerne med to nye boringer, som havde særligt fokus på at udrede de geologiske forhold i skrivekridtet, der viste sig at være mere kompliceret end først antaget pga. isfremstød i sidste istid. Ved boringerne i 2016 blev der observeret grus med krystallinske småsten, som omfatter forskellige grundfjeldsbjergarter og gamle sedimentære bjergarter, som ikke hører hjemme i en skrivekridts sekvens. Det var derfor ønskeligt at få mere information om kridt-lagserien, hvor disse "fremmedlegemer" optræder, for hermed at øge forståelsen af is-deformationens påvirkning på de hydrauliske forhold og grundvandets strømningsveje.

Formålet med denne rapport er at beskrive lagserien i de to seneste boringer ved Bøtø Ringvej, udført i projektet i oktober 2017. På baggrund af boringsundersøgelsen er der udfærdiget en model for grundvandsmagasinet geologiske opbygning. Den regionale geologiske ramme er inddraget som støtte for forståelsen af de komplikationer, der optræder i grundvandsmagasinet, der primært er et resultat af glacialtektoniske påvirkninger under istidens gletscherfremstød.



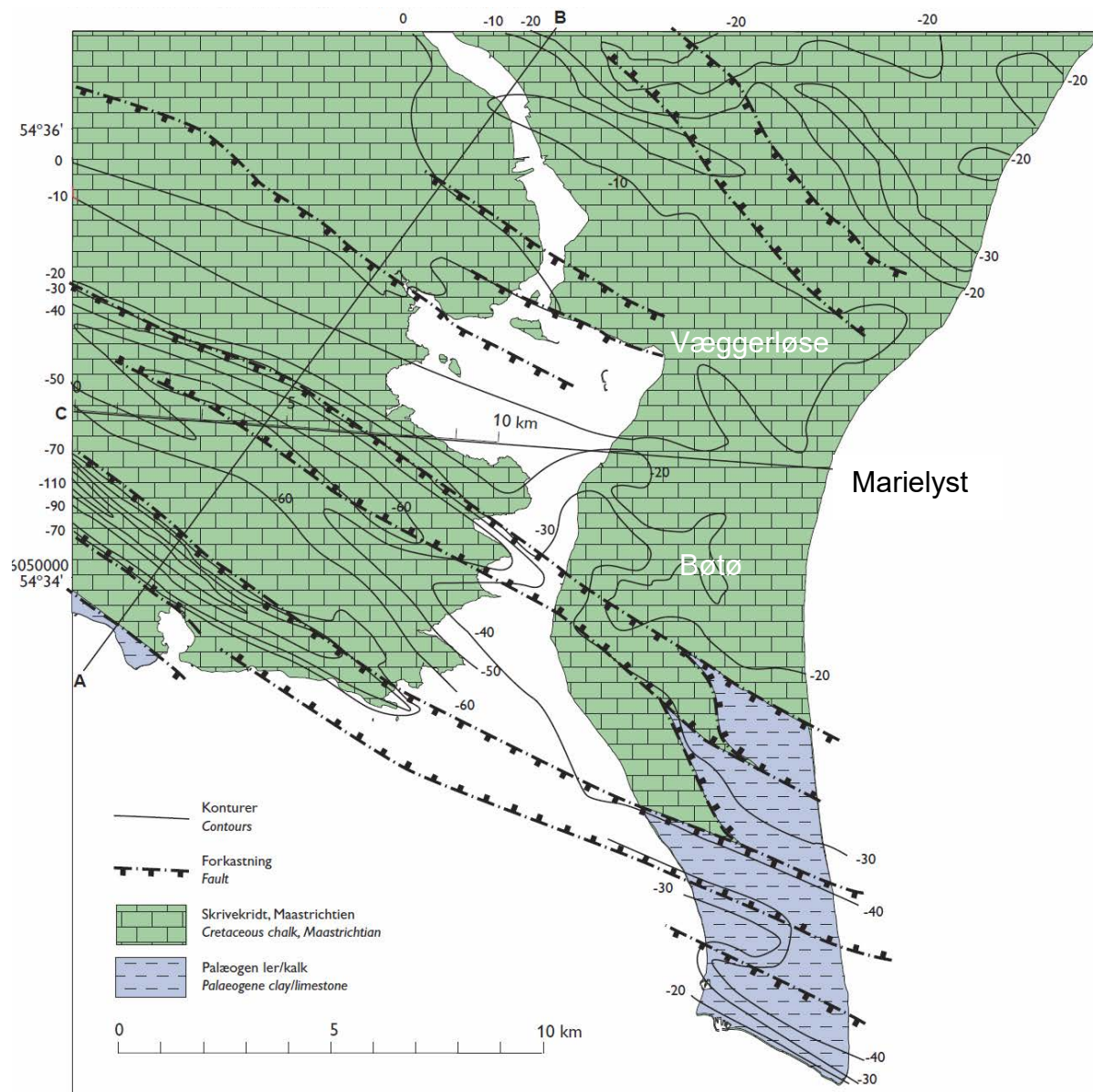
Figur 1. Lokaliseringen af vandmagasinet ved indvindingsboring DGU nr. 242.212. Kortet med boringslokaliseringer er et udtræk fra GEUS' Jupiter database.

Geologisk ramme

Undergrunden under Falster domineres af skrivekridt, der tillige kendes fra de omkringliggende øer Møn, Bogø, Lolland og øerne i Smålandsfarvandet (Fig. 2). Tykkelsen af skrivekridt er omkring 500 m (Pedersen, Rasmussen & Fredericia 2015). Men det er især toppen af skrivekridtet, som i denne sammenhæng er interessant.

Skrivekridtets overflade ligger mellem kote -10 og -20 m under havniveau (u.h.) i området ved Væggerløse, Marielyst og Bøtø (Fig. 2). Mod nord falder kridtoverfladen til under -20 m, og ud mod Hjelm Bugt til -30 m u.h. Kridtoverfladens dybde på -30 m fortsætter videre nordpå mod Møn, hvor overfladen er stærkt forstyrret af glacialtektonik, som det jo er bedst kendt fra Møns Klint. Mod syd forstyrres kridtoverfladen af Central Lolland Forkastningen, som medfører at kridtoverfladen synker drastisk ned til mere end 50 m u.h. Prækvarteroverfladen består her af yngre (Paleocæne) mergellag. I området mod øst, nord for Central Lolland Forkastningszonen, stiger kridtoverfladen ind under Guldborgsund og videre mod den østlige del af Lolland. Her ligger den helt oppe i kote 0 i området vest for Sakskøbing og Våbensted (Merretskov Horsten, Pedersen, Rasmussen & Fredericia (2015)).

Den del af skrivekridtet, der ligger under den centrale del af Falster, tolkes som tilhørende den seneste del af Møns Klint Formation (Surlyk et al. 2013). Denne formation blev aflejret i Kridttidens øverste periode, Maastrichtien. Toppen af skrivekridtet overlejres af Fiskeler og Danien bryozokalk, som det ses på Stevns Klint (Fig. 3). Men disse toplag er ikke påvist ved Bøtø.



Figur 2. Prækvartæroverfladen under den sydlige del af Falster (fra Klint & Rasmussen 2011). Bemærk at skrivekridt overfladen ligger mellem kote -10 og -20 m under havniveau i området ved Væggerløse, Marielyst og Bøtø. Mod nord er den generelle tendens, at kridtoverfladen ligger mere end -20 m u.h., og ud mod Hjelms Bugt og Møn falder kridtoverfladen yderligere til ca. -30 m u.h. Mod syd forstyrres kridtoverfladen af Central Lolland Forkastningen, som medfører at kridtoverfladen synker drastisk ned til mere end 50 m u.h. Prækvartæroverfladen består her af yngre (Paleocæne) mergellag. Nord for forkastningszonen stiger kridtoverfladen ind under Guldborgsund og mod den østlige del af Lolland, hvor den ligger helt oppe i kote 0 (Pedersen, Rasmussen & Fredericia 2015).

Skrivekridt er en porøs, hvid, kalkbjergart, som altovervejende består af kokkolitter eller brudstykker af kokkolitskaller, der er fragmenter af mikroskopiske alger. Kalksedimentets kornstørrelse ligger mellem 0,0001 og 0,01 mm og i vandmættet tilstand optræder det som kalkslam med meget lille permeabilitet. Foruden kokkolitter findes forskellige andre nanno-fossiler, foraminiferer, ostracoder, bryozøer m.fl., som kun udgør mindre end ca. 5% af sedimentet. Makrofossiler, søpindsvin, belemniter, brakiopoder og muslinger udgør mindre end 1% af kalken, men knuste skalfragmenter bidrager til kalkslammets sammensætning (Surlyk & Håkansson 1999). På kridthavets bund fandtes også en del kiselsvampe, som under begravelsen i kalkslammet blev opløst, og siden genudfældede kislene sig i graveganges hulrum og dannede flint. Flintlagene kan være ret gennemgående, som det ses i Højerup Leddet på Stevns Klint (Fig. 3). Flintlagene optræder hyppigst som uregelmæssige konkretioner, knoldeflint. Men den oprindeligt udfældede flint, som udfylder gravegange o.l., kan under tiden være opløst og udfældet igen i sprækker i kalken, hvor de så danner pladeflint (Fig. 4).



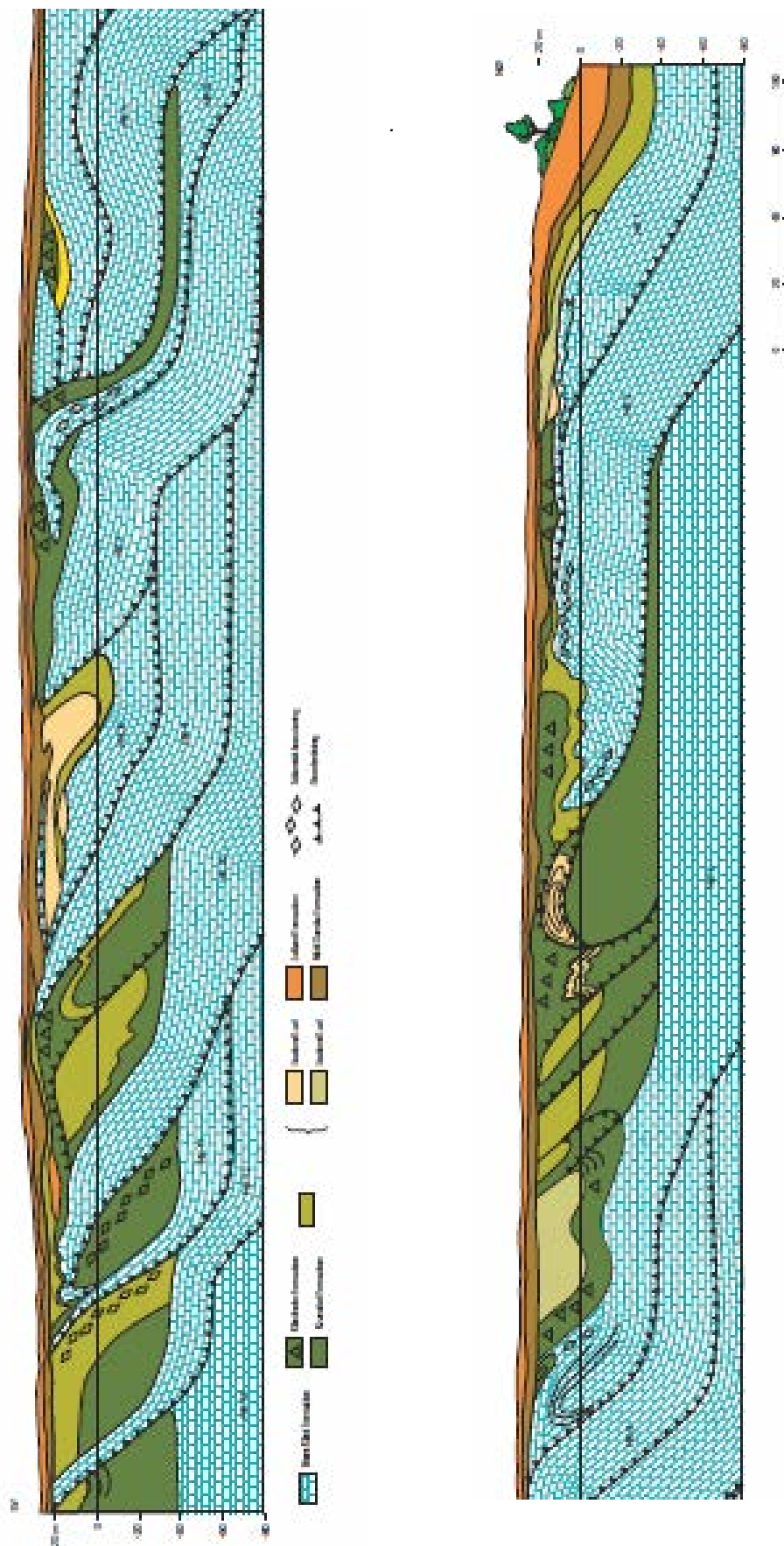
Figur 3. Skrivekridtet neden for Højerup Gl. Kirke på Stevns Klint er stratigrafisk opkaldt efter stedet: Højerup Led (øvre del af Møns Klint Formation). Et meget markant ca. 20 cm tykt lag af knoldet flint kan følges hele klinten igennem. Oven på skrivekridtet ses bryozokalken i Stevns Klint Formation.



Figur 4. Skrivekridt med to typer af flintlag. Nederste ses et ca. 20 cm tykt lag af knoldeflint, som danner uregelmæssige konkretioner. Oven over landmålerstokken, hvis inddelinger er 20 cm, ses et ca. 5 cm tykt lag af sammenhængende pladeflint. Skrivekridtet repræsenterer øvre del af Møns Klint Formationen og er her blottet i Harvig, sydlige del af Stevns Klint.

Selve skrivekridtets overflade på den centrale del af Falster er en erosionsflade (erosiv unconformitet) dannet i sidste istid. Således er toppen af skrivekridtet, Møns Klint Formationens toplag, såvel som Danien kalken og yngre prækvartære lag, eroderet væk under landhævning og ved, at gletschere (isstrømme) har skrabet dem bort. På Møn og i enkelte begravede dale under Falster og Lolland er flere enheder af ældre glacial aflejringer bevaret. Men på den centrale del af Falster er det kun aflejringer fra sidste del af istiden, som er bevaret. Under sidste istids seneste kuldemaksimum for ca. 25–20.000 år siden nåede isen (den Svenske Is) til Hovedopholdslinjen, som i denne del af verden ligger i Nordtyskland, hvor den lige akkurat strejfer Hamburg (den Brandenburgske Linje) (Pedersen 2014). Herefter blev området overskredet af de Baltiske Isfremstød, som medførte, at den øverste del af skrivekridtet med overliggende glacial aflejringer afsat af den Svenske Is blev skubbet op i den markante Væggeløse Randmoræne (Fig. 5) (Klint & Rasmussen 2011).

Såvel i randmorænen som i inderlavningen bagved (øst for) blev lagene glacialtektonisk forstyrret. Et godt eksempel på dette ses på Hvideklint på sydkysten af det vestlig Møn (Fig. 6).



Figur 6. Tværprofil af Hvide Klint på sydkysten af Møn med tolkning af de glacialtektoniske strukturers forløb i undergrunden under strandplanet. Bemærk at kridtskivernes sål trækker glacialt materiale med fra den oprindelige dybtliggende kridtoverflade.

Boringer, oktober 2017

Borearbejdet ved vandindvindingsboring DGU nr. 242.212 blev med noget besvær påbegyndt mandag den 2. oktober 2017 i øsende regnvejr. Opstillingen af boringen fremgår af detalje skitsen Fig. 7. Tirsdag den 3. oktober blev der i boring DGU nr. 242.394 boret igennem de kvartære lag ned i kalken til ca. 28 meters dybde. Onsdag den 4. oktober blev der boret igennem ned til den dybeste del af skivekridtet i 38 meter under terræn. Herefter blev der udført oprensning og nedsætning af filterrør og plomberet med bentonit.

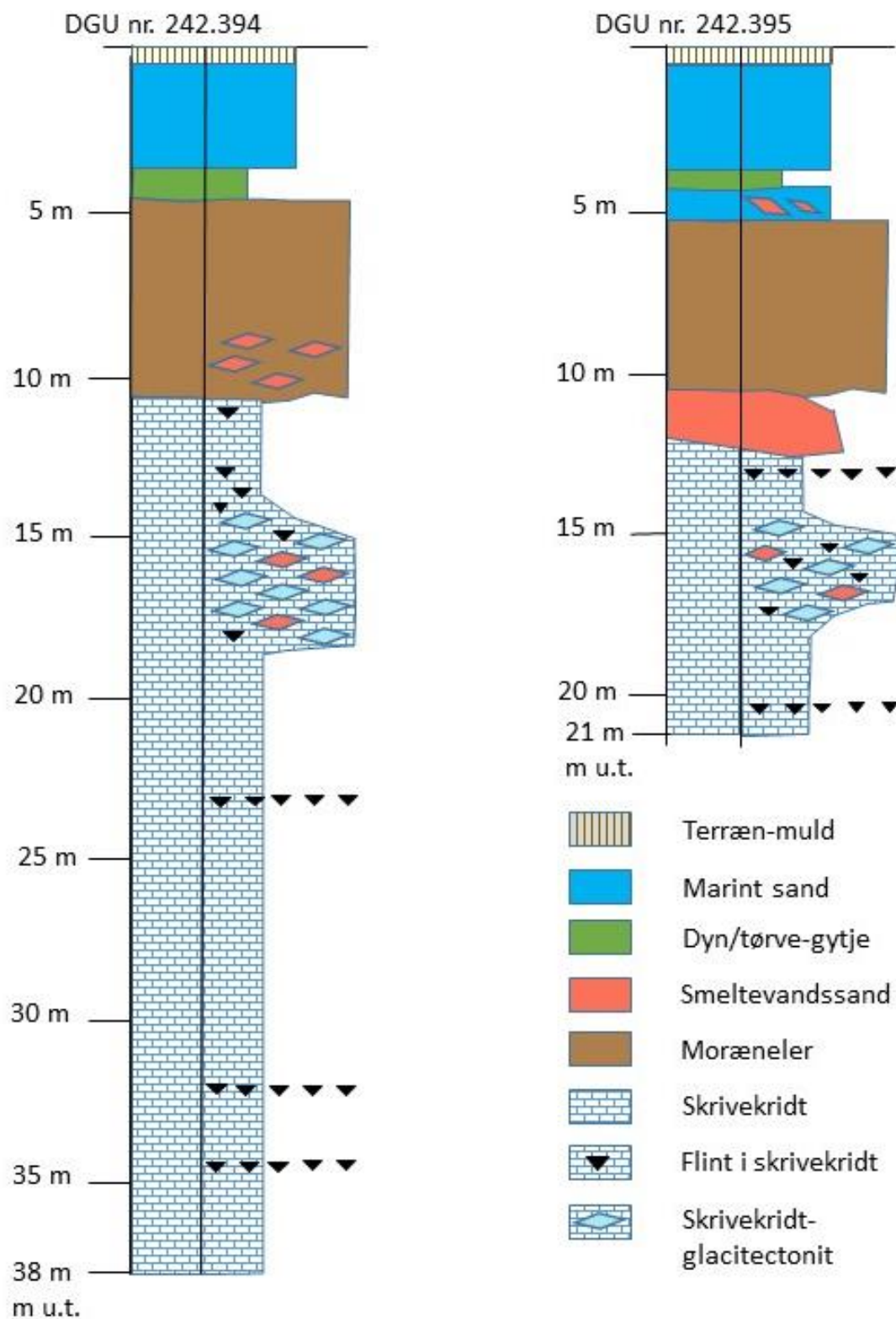
Boringen DGU nr. 242.395 ligger ca. 10 m SØ for DGU nr. 242.394 (se Fig. 7). Den blev påbegyndt torsdag den 5. oktober og gennemført fredag den 6. oktober til en dybde af 21 m under terræn. Herefter blev borearbejdet afsluttet med oprensning og filtersætning m.m.



Figur 7. Omtrentlig lokalisering af boring 242.394 og 242.395 (gule cirkler) i forhold til Marielyst Vandværks boring nr. 9 (DGU nr. 242.212) og tidligere boringer udført i testfeltet (gule pinde). Boringerne er placeret hhv. nord og syd for stikvejen mellem Bøtø Ringvej og Marielyst golfbane. Boring 242.394 står i skel mod nordliggende mark ligesom boring UB2 og CMT-1-2 boringerne.

Beskrivelse af boring 242.394

Boring 242.394 blev placeret tæt ved skellet mod marken nord for golfbanen (Fig. 7). Boringen blev 38 m dyb og startede ved terræn i ca. kote 0 m o.h (Fig. 8). Boringen blev udført med snegl indtil toppen af kridtet blev nået. Herefter blev der boret med sandspand. De øverste ca. 50–80 cm består af sandet muld. Herefter følger brunligt finsand ned til 3,25 m u.t. dette sand svarer til det marine sand i det inddæmmede område på østsiden af Falster (se Fig. 5).



Figur 8. Geologisk log af boringerne DGU nr. 242.394 og 242.395. Korrelationen fra den ene boring til den anden er tydelig, men på trods af den korte afstand mellem boringer optræder der alligevel nogen variationer. Således fandtes der øverst i boring 242.395 omlejret smeltevandssand over morænelerets overflade. Desuden hviler moræneleret i denne boring på smeltevandssand, der i boring 242.394 kan spores ved sandlinser indarbejdet i morænesålen. Omlejret smeltevandssand er angivet med røde romber. Disse markerer tillige glaciale litologier i kridt-glacitectoniten.

Under sandet findes en ca. 1 m tyk sandet, sort gytje/finkornet tørv. Denne organisk-rige enhed svarer til en periode med ferskvandsvegetation i fastlandstiden frem til havstigningen for ca. 8 000 år siden. Gytje-tørvelaget ligger på overfladen af en bundmoræne, som findes i ca. 4,5 m u.t. (Fig. 8). Moræneleret har en tykkelse på ca. 6 m og består af en grålig, tæt, svagt sandet moræneler, rig på fragmenter af skrivekridt og flint. I de nederste 1½ m optræder slirer og linser af smeltevandssand i moræneleret. Disse indslag af sand ved sålen af moræneleret tolkes som rester af en tynd sandaflejring, der oprindeligt blev afsat på erosionsoverfladen af skrivekridtet, men som af isens forskydningsspænding (shear-bevægelse) blev indarbejdet i moræneleret. Overfladen af skrivekridtet ligger i ca. 10,80 m u.t. Herunder blev der som nævnt boret med sandspand i en fed, ren hvid skrivekridt. I ca. 14,5 m u.t. begynder der at optræde rullesten af kridt (små hvide hårde klumper) sammen med knuste fragmenter af flint. Denne bjergart er en tektonisk breccie, der betegnes en kridt-glacitektonit. Fra en dybde af 15,5 m u.t. blev der i glacitektoniten konstateret krystallinske sten, svarende til at den tektoniske breccie blev forskudt hen over et lag med glaciale aflejringer. Blandt de håndstore krystallinske sten blev en migmatisk, amfibolitbåndet gnejs identificeret. Kridt-glacitektoniten fortsætter til en dybde omkring 18,5 og 19 m u.t. Mellem 17 og 17,5 m fandtes mellem de håndstore sten en grå-sort ledeblok af Kinnekulle diabas. Denne er faststående ved de store søer i Sverige, hvorfor det glaciale materiale bedømmes til at være aflejret af den Svenske Is for ca. 25 000 år siden. I overgangen til den nedre enhed af skrivekridt optræder en del store klumper af flintesten, 10 x 10 x 20 cm i størrelse (Fig. 9).



Figur 9. Klumper af flintesten der under borearbejdet voldte en del besvær. Flintestenene er typisk fra lag med knoldeflint, sammenlign med Fig. 4. Endnu større besvær voldte lag med pladeflint, hvor sandspanden måtte banke sig igennem. Dette resulterede i talrige, skarpkantede flintefragmenter i grovgrus fraktionen.

Fra 19 til 23 m u.t. findes en ler-agtig skrivekridt. Enkelte steder optræder indslag af grå-kridt, som tolkes til at repræsentere gravegangsspor efter sporfossilet *zoophycos*. I ca. 23,2 m u.t. optræder et af de kraftige, gennemgående flintlag (se Figs 4 og 9), og herunder forekommer fortsat en blød skrivekridt med tiltagende tendens til at blive fuldstændig opslæmmet i borevandet. En større tæthed af flint-horisonter forekommer i intervallet 32–35 m u.t. Herunder indeholder kridtet nogle få tynde lag af mergel med enkelte indslag af glauconit-rig laminæ. De dybest par meter af boringen må karakteriseres som kridt-mudder. Formodentligvis er kombinationen af at bore med en bankende sandspand og en boreddybde på mere end 30 meter under grundvandsspejlet, årsag til den gennemgående opslæmning af det bløde skrivekridt. Boringen blev stoppet i skrivekridt i 38 m u.t.

Beskrivelse af boring 242.395

Boring 242.395 blev placeret ca. 10 m øst for boring DGU nr. 242.394 på den anden side af stikvejen ind til golfbanen (Fig. 7). Boringen blev 21 m dyb og startede ved terræn i kote 0 m o.h (Fig. 8). Boringen blev udført med snegl indtil toppen af kridtet blev nået. Herefter blev der boret med sandspand (se Fig. 10). De øverste ca. 50–80 cm består af sandet muld. Herefter følger marint sand ned til ca. 3,5 m u.t. Her blev der påtruffet en knap 1 m tyk horisont med sort gytje. Denne hviler på et ca. 1,2 m tykt lag af omlejret smeltevandssand (Fig. 8).



Figur 10. Såvel i boring 242.394 som 242.395 blev der boret med sandspand i skrivekridtet. På billedet er sandspanden lige blevet trukket op af boring 242.395, og kridtmudderet er parat til at blive hældt ud i slæmmekarret.

Overfladen af det grå moræneler findes i 5,5 m u.t. Moræneleret i boring 242.395 har stort set samme tykkelse som i boring 242.394. Men i ca. 10,5 m u.t. hviler moræneleret på en 2 m tyk serie smeltevandssand. Kornstørrelsen i denne enhed kan betegnes som finende opad. I bunden, som ligger på erosionskontakten til toppen af skrivekridtet, findes groft, gruset sand, mens der i den øverste del findes finkornet sand med indslag (laminæ) af smeltevandsler. Laget repræsenterer sandsynligvis en mindre sø eller et smalt elv-løb. Enheden blev ikke påtruffet i boring 242.394, men sand-linser og sand-slirer i bunden af denne borings moræneler tolkes som omlejret (eller disloceret) dele af smeltevandsaflejringen. Toppen af skrivekridtet ligger i 12,5 m u.t. Omkring en halv meter under erosionsoverfladen optræder det første bånd af knoldeflint. Herunder findes 2,5 m skrivekridt med få spredte flintkonkretioner. Bundens af den øverste skive af skrivekridt ligger 15 m u.t. Herunder optræder en ca. 3 m tyk enhed af kridt-glacitektonit. I boring 242.395 blev der ikke fundet krystallinske sten i glacitektoniten. Derimod fandtes der talrige sand- og fin-grus korn af grundfjeldsmateriale, mens matrixen domineres af kridt-mudder. Et illustrativt eksempel på kridt-glacitektonit ses på Fig. 11 i en af blotningerne langs Hvide Klint. Bundens af kridt-glacitektoniten ligger ved 18 m u.t., hvorunder toppen af faststående skrivekridt optræder. Fra 18 til 21 m findes skrivekridt kun afbrudt af et 20 cm tykt sammenhængende flintlag ved 20 m u.t. boringen blev indstillet ved 21 m u.t., hvor materialet fra skrivekridtet kun bestod af opslæmmet kridt-mudder.



Figur 11. En kridt-glacitektonit blottet i Hvide Klint på sydkysten af Møn. Bemærk breccie-klasterne af kridt, som optræder i den finkornede matrix af kridt-mudder. I en boring under grundvandsspejlet vil denne litologi komme til at optræde som vist på Fig. 12.



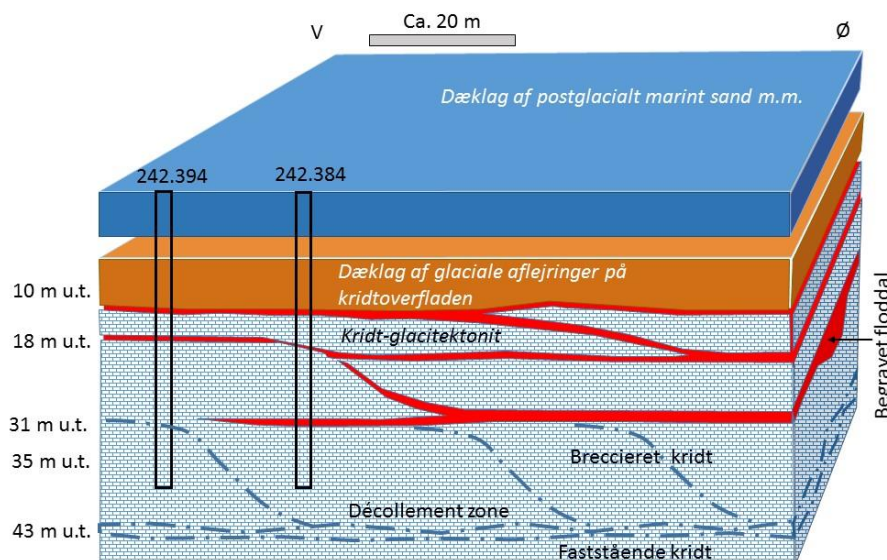
Figur 12. Et eksempel på kridt-mudder taget direkte fra sandspanden ved boringen DGU nr. 242.395. I denne prøve stikker enkelte knuste fragmenter af flint frem som kantede korn.

Reference til boring i omegnen af 242.394 og 242.395

Det generelle billede af området omkring det aktuelle borested viser, at skrivekridts overflade ligger i en dybde af 12 til 17 m u.t. Hyppigt er denne overflade dækket af moræneler, men smeltevandssand og -ler kan dog også forekomme. Enkelte steder er det postglaciale marine erosionsniveau nået ned til kalkoverfladen (se boring 242.189). Det er dog også tydeligt at de øverste ca. 10 m af skrivekridtet er glacialtektonisk deformeret. I enkelte boringer er det deformeret i en sådan grad, at brøndborene har beskrevet det som lokalmoræne (se f.eks. boring 242.239). Dybden af den glacialtektoniske deformation er i de aktuelle boringer ned til 18 m u.t. Men tektonisk deformation kan tilsyneladende følges helt ned til 27 m u.t. Dette er tilfældet i boring 242.375, hvor der er fundet krystallinske sten i både 24 m og 26–27 m u.t. Under terræn (u.t.) er i denne forbindelse mere eller mindre lig med dybden under havniveau. I enkelte boringer når det glacialt erosionsniveau ned i en dybde under 31 m (242.213), hvilket må tolkes som en ældre, begravet dal i erosionsoverfladen. Men det generelle billede er, skrivekridtets overflade er beliggende i ca. 15–23 m før den glacialtektoniske forskydning skubber mere eller mindre knuste skiver af skrivekridt inde over denne overflade. Den maksimale tykkelse af kridtskiverne er 10–15 m, og tilsyneladende er overskydningerne relativt moderat hældende. Retningen af hældningen anslås til at være mod øst, men en nordøstlig hældningsretning er dog også en mulighed. Ud fra petrofysisk logging er det sandsynligt, at det dybeste décollement niveau ligger i skrivekridtet på en dybde af ca. 43 m u.t. Først under denne dybde kan skrivekridtet betragtes som faststående (Fig. 13).

Geologisk model

Ud fra de detaljerede opmålinger af borerne DGU nr. 242.394 og 242.395, samt en gennemgang af områdets borer er der fremstillet en simpel model for den geologiske opbygning af feltet ved Bøtø Ringvej (Fig. 13). I afsnittet om den geologiske ramme er den historiske udvikling skitseret. Men de detaljerede forhold kan dog være mere komplekse. Det er f.eks. svært præcist at vide, hvordan de begravede dale egentlig forløber. Derfor kan det være svært at forudsige, hvordan det glaciale materiale bliver forskudt ind i overskydningszonen mellem kridtflager og den faststående kridt neden under. I de to borer her beskrevet er det tydeligt, at et glacialtektonisk niveau er beliggende mellem 14 og 19 meter under terræn. Oven over dette niveau kan der optræde 3 til 4 meter intakt skrivekridt, der ikke er knust som lagene tæt på overskydningszonen.

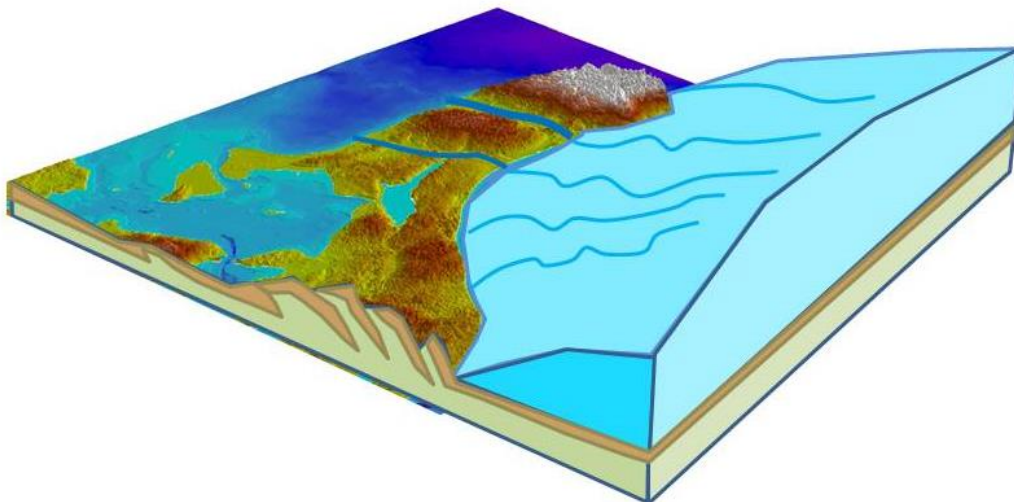


Figur 13. Et forenklet blokdiagram til illustration af de geologiske forhold omkring borestedet ved Bøtø Ringvej, Væggerløse, Falster. Overfladen af dæksandet i det inddæmmede område bag kysten ved Marielyst er omtrent beliggende i kote 0. De glacial aflejringer neden under består mest af moræner, men smeltevandssand og -ler forekommer også. Overskydningsniveauet for den glacial deformation er angivet med rød farve. Kridtet, som er begrænset af den røde zone, består af brokket kridt, kridt-glacitektonit, hvor der imellem kridtklumper og kridtmudder kan optræde grus og sten indarbejdet fra de glacial aflejringer. Forskydningerne fortsætter dog også ned til et dybere niveau i kridtet, hvor décollement¹ niveauet er beliggende. Over denne zone er kridtet breccieret, og først under décollement zonen kan kridtet betragtes som faststående.

¹ Horisontal brudzone (forkastning) mellem to bjergartsblokke

Den knuste og brokkede skrivekridt betegnes kridt-glacitektonit, idet mere end 50 % af bjergarten består af kridt. I det fokuserede område på Falster er det snarere mere end 90 % kridt som indgår i glacitektoniten. Begrebet tektonit betegner en bjergart, som er omdannet ved overskydningsdeformation (forskydningsspænding). Når stavelsen glaci- er sat foran refererer det til, at deformationen skyldes isfremstød og isoverskridelse (Pedersen 1988). Når bjergartens primære struktur brækkes i stykker vil det resultere i en mere porøs bjergart med større mulighed for vandgennemstrømning. En mulig vandindtrængning fra havområdet mod øst kan derfor ikke udelukkes, idet havbundens dybde en kilometer fra kysten når ned til niveauet for glacitektoniten under den sydlige del af Falster.

Overskydningsplanerne og brudene i undergrunden (Figur 6 og 13) opstår ved isens bevægelser henover et område med permafrost. Isens bevægelser bryder undergrunden op i blokke, der skubbes op over hinanden under isens fremstød (Figur 14). De voldsomme kræfter som skubber lagene henover hinanden knuser samtidig bjergarten, ikke mindst de i kridtet forekommende flintlag (Figur 3 og 4).



Figur 14. Model for den fremadskridende iskappes bevægelse, der er årsag til den glacialtektoniske deformation langs isranden, hvor forskydningsspændingen forplanter sig ud i forlandet. Modellen er konstrueret for iskappens position i Hjelm Bugt under fremrykningen mod sydkysten af Møn, men illustrerer også principperne i dannelsen af randmorænen i den vestlige del af Sydfalster (Figur 5), og overskydningerne i Figur 6 og 13, der har knust bjergarten og derved påvirket kridtmagasinet evne til at lede vand til Marielyst Vandværks indvindingsboringer.

Konklusion

De geologiske beskrivelser og profiler fra de to nye borer 242.394 og 242.395, viser som forventet ud fra beskrivelser af nærliggende borer, at de øverste ca. 25 m af kridtmagasinet nær boring DGU nr. 242.212 (Marielyst Vandværks boring nr. 9) er stærkt forstyrret af glacial-tektonik ("isbevægelser") under sidste istid (Fig. 14).

En foreløbig vurdering af de geologiske profiler i forhold til tidligere gennemførte borehulsmålninger og pumpetests indikerer, at zoner med kridt-glacitektonit (brokket kridt), der er knust af isbevægelserne, har en betydeligt højere hydraulisk ledningsevne end såvel det faststående kridt, som det overliggende moræneler, og at det er fra denne zone, vandindvindingen i Marielyst Vandværk sker.

Glacitektoniten har dermed betydelig indflydelse på grundvandets strømning lige omkring vandværkets indvindingsboring. Det er derfor afgørende for forståelse og beregning af grundvandets strømning under forskellige pumpescenarier, at denne indbygges korrekt i grundvandsmodellen, der skal anvendes til beregning af grundvandets strømningsveje og saltindhold. Beregningerne ved hjælp af grundvandsmodellen skal hjælpe med at identificere den mest optimale løsning til sikring af den fremtidige vandforsyning på Marielyst og i lignende kystområder, globalt.

Referencer

Klint, K.E.S. & Rasmussen, L.Aa. 2011: Geological map of Denmark, 1:50.000, **Nykøbing Falster**. Copenhagen: Geological Survey of Denmark and Greenland.

Pedersen, S.A.S 1988: Glacitectonite. In: Goldthwait, R.P. & Matsch, C.L.(eds.): Genetic classification of glacial deposits. Balkema, Rotterdam, p. 89-92.

Pedersen, S.A.S. 2014: Architecture of Glaciotectonic Complexes. *Geosciences* **2014**, **4**, 269–296.

Pedersen, S.A.S. & Rasmussen, L.Aa. 2000: Geological map of Denmark, 1:50 000, **Sakskøbing**. Copenhagen: Geological Survey of Denmark and Greenland.

Pedersen, S.A.S., Rasmussen, L.Aa. og Fredericia, J. 2015: Kortbladsbeskrivelse, Geologisk kort over Danmark, 1:50 000, Sakskøbing 1411 I og 1412 II syd. Geological Survey of Denmark and Greenland Map series **6**, 42 sider + kort.

Surlyk, F. & Håkansson, E., 1999: Maastrichtian and Danian strata in the southeastern part of the Danish Basin. I: Pedersen, G.K. & Clemmensen, L.B. (red.): Field Trip Guidebook. 19th Regional European Meeting of Sedimentology, August 24-26 1999, IAS, 29-58.

Surlyk, F., Rasmussen, S.L. Boussaha, M., Schiøler, P., Schovsbo, N.H., Sheldon, E., Stemmerik, L. & Thibault, N. 2013: Upper Campanian – Maastrichtian holostratigraphy of eastern Danish Basin. *Cretaceous Research* **46**, 232-256.