

Vurdering af skredrisiko for området oven for Maglevandsfaldet på Møns Klint

Strukturel undersøgelse af de glacialtektoniske
og geomorfologiske forhold i klintområdet
ved Hotel Storeklint, Møns Klint, Møn

Stig A. Schack Pedersen

Vurdering af skredrisiko for området oven for Maglevandsfaldet på Møns Klint

Strukturel undersøgelse af de glacialtektoniske
og geomorfologiske forhold i klintområdet
ved Hotel Storeklint, Møns Klint, Møn

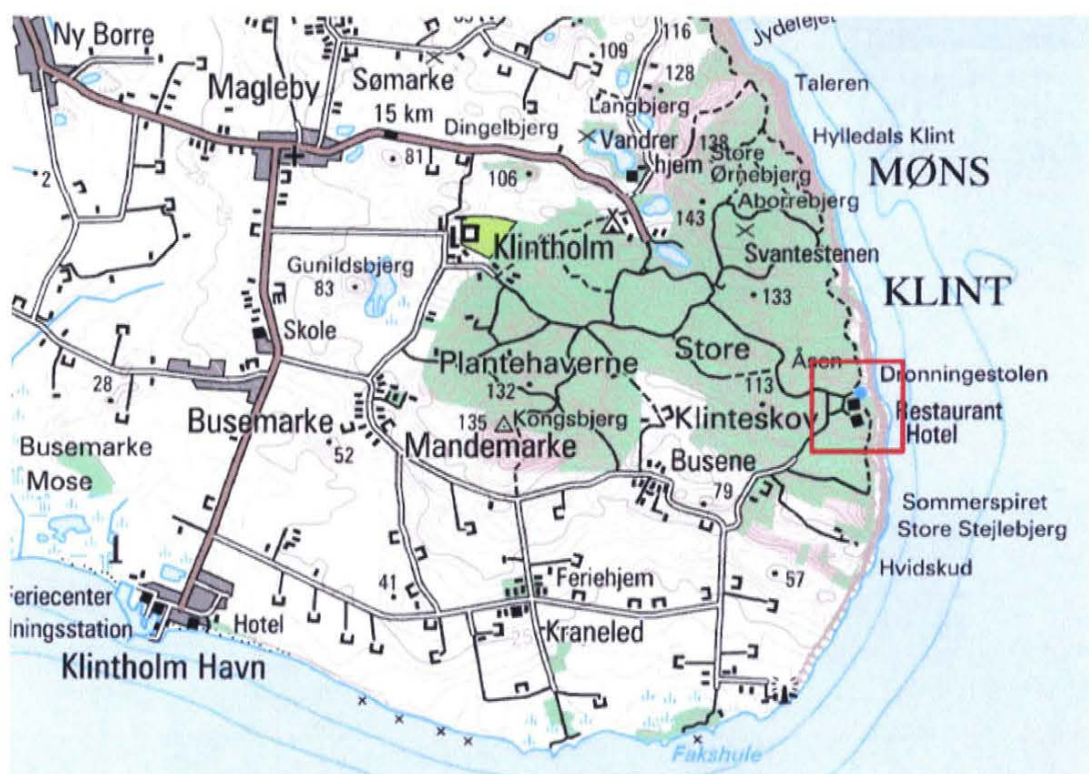
Stig A. Schack Pedersen

Indhold

Indledning	3
Undersøgelsesfaser og rapportens indhold	5
Kysterosion langs Møns Klint	6
Terrænmodel for Maglevandsfaldet	11
Beskrivelse af boring DGU nr. 228.84	13
Beliggenhed af boringen	13
Boringsdata	13
Prøvebeskrivelse	15
OPTV opmåling af borehul 228.84	16
Strukturgeologisk model	23
Vurdering af skræntstabilitet	29
Diskussion	30
Konklusion	30
Referenceliste	31
Appendix	32

Indledning

I forbindelse med opførelsen af et naturcenter, Geocenteret, på Møns Klint er spørgsmålet om fare for skred ved opførelsesstedet blevet rejst. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, GEUS, er derfor af Skov- og Naturstyrelsen, SNS, blevet anmodet om for Geocenteret at foretage en vurdering af skredrisiko for området, hvor centeret er projekteret til at skulle opføres. Henvendelsen skete i slutningen af marts 2003 efter en forudgående drøftelse og beskrivelse af de undersøgelser der skønnedes nødvendige for at vurdere risikoen for ødelæggende skred i området ved besøgscenteret syd for Dronningestolen på Møns Klint (Fig. 1). Endvidere fordredes undersøgelsen og vurderingen afrapporteret medio juni 2003.

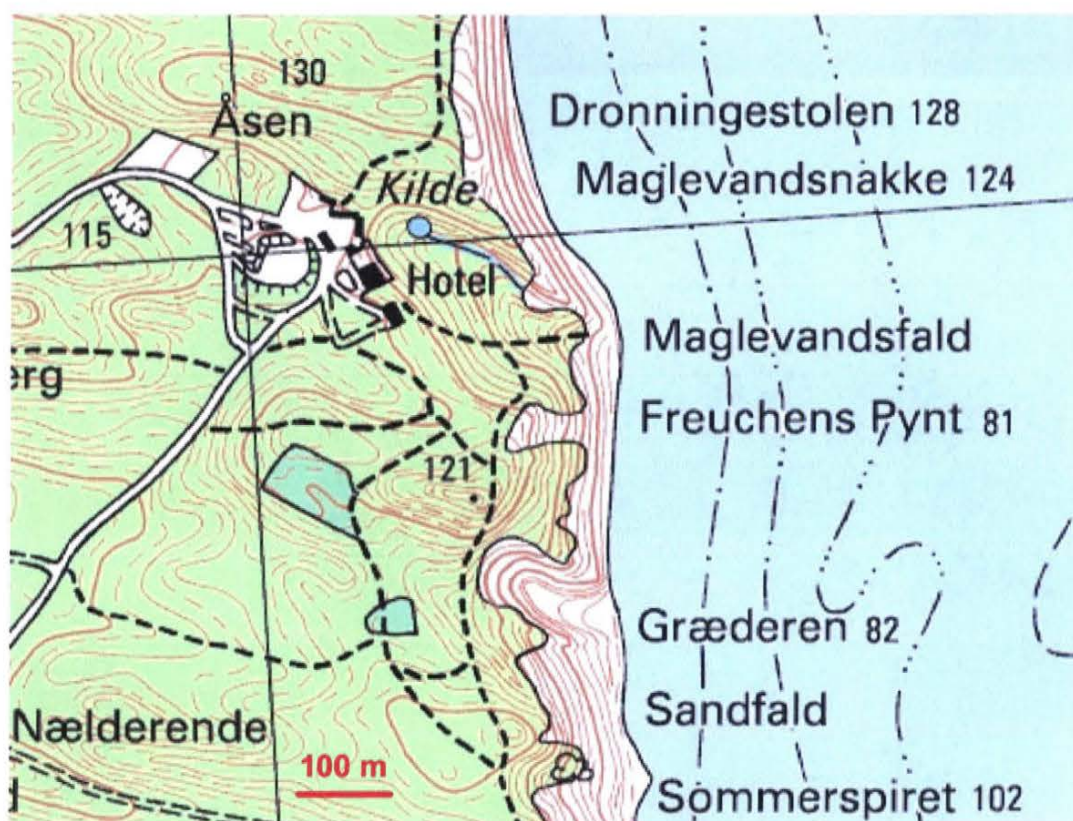


Figur 1. Beliggenhed af undersøgelsesområdet på Møns Klint er angivet med en rød ramme som svarer til kortudsnittet på Fig. 2.

Ved vurderingen af skredrisiko i området omkring Maglevandsfaldet (Fig. 2 og 3) er der tre hovedforhold som anses for at kunne give ophav til store skred: 1) tilstedeværelsen af overskydningsplaner som ved eksponering vil virke som glideplan for klintmassivet og dermed udløse store skred, 2) eksistensen af områder med kalkopløsning, karst-huler eller karst-breccier, som vil kunne kollapse, og 3) parallelle sprækker langs kanten af klinten der vil kunne aktiveres og virke som klintafskalnings skred. Endelig er den almindelige geoteknisk stabilitet ved en stejlt hældende skrænt en faktor som bør vurderes.

Undersøgelsen har derfor omfattet udarbejdelsen af en geomorfologisk og strukturel model for klinten ved Maglevandsfaldet. Modelopbygningen er baseret på en fotogrammetrisk opmåling af området. Den fotogrammetriske opmåling blev udført af seniorgeolog Hans Jepsen, seniorgeodæt Willy Weng og fotogrammetriker Jørgen Neve i det fotogeologiske laboratorium på GEUS ud fra stereo flyfoto optaget af Møns Klint 10. marts 2003. Disse flyfoto er netop optaget med henblik på geologiske undersøgelser af Møns Klint forestået af rapportens forfatter. Udarbejdelsen af 3-D terrænmodeller, GIS-kort og profiler baseret på de digitale fotogrammetriske data er foretaget af datageolog Frants v. Platen-Hallermund, GIS-Lab., GEUS. Frants v. Platen-Hallermund har desuden udført en analyse af klintmorfolo-
giens udvikling gennem de sidste 100 år støttet af gamle kort fra 1899 og de nyeste kort fra 1999. Endvidere har MønsMuseum bidraget med en registrering af tidligere skred langs klinten med specielt fokus på skredene neden for Maglevandsfaldet.

Til støtte for opbygningen af den strukturelle model blev der udført en kerneboring ned gennem kridtflagerne under lokaliteten for Geocenteret. Boringen (DGU nr. 228.84) blev udført af Geoteknisk Institut, GEO. Desuden har GEO ved seniorgeotekniker Helle Strøm-
mann bidraget med en geotekniske stabilitetsvurdering af selve skræntprofilen baseret på klintprofilen konstrueret ud fra 3-D terrænmodellen.



Figur 2. Topografisk kort over området ved Maglevandsfaldet

Undersøgelsesfaser og rapportens indhold

Undersøgelsen omfattede fire faser begyndende med opsamling af baggrundsviden og sluttende med afrapportering. Første fase omfattede opsummering af viden om skred og fremskaffelse af ældre kort over kystområdet ved Møns Klint. Anden fase bestod af en detaljeret fotogeologisk og fotogrammetrisk undersøgelse og udtegning af det aktuelle område. Tredje fase omfattede boreundersøgelse suppleret med feltundersøgelser omkring Maglevandsfaldet og Freuchens Pynt som baggrund for opstillingen af den geologiske model for området. Fjerde fase indbefatter geotekniske beregninger samt afrapportering af skred risikoen ved Maglevandsfaldet.

Denne rapport indeholder en beregning af erosionsraterne langs Møns Klint samt beskrivelse af klinskred i de sidste par hundrede år. Terrænmodellen for området omkring Maglevandsfaldet præsenteres i et sæt blokdiagrammer. Rapporten indeholder beskrivelsen en ny boring nedsat oven for Maglevandsfaldet på kanten af Møns Klint. En ny strukturgeologisk model fremlægges for Maglevandsfaldet. Desuden fremlægges en geoteknisk vurdering af stabiliteten ved skrænten neden for Hotel Store Klint, sydvest-skråning af Maglevandsfaldet.

På baggrund af den strukturgeologiske model er der foretaget en vurdering af risikoen for skred ved Maglevandsfaldet. I tilknytning hertil fremlægges nogle scenarier for landskabspartiets udvikling i de kommende ca. 100 år.

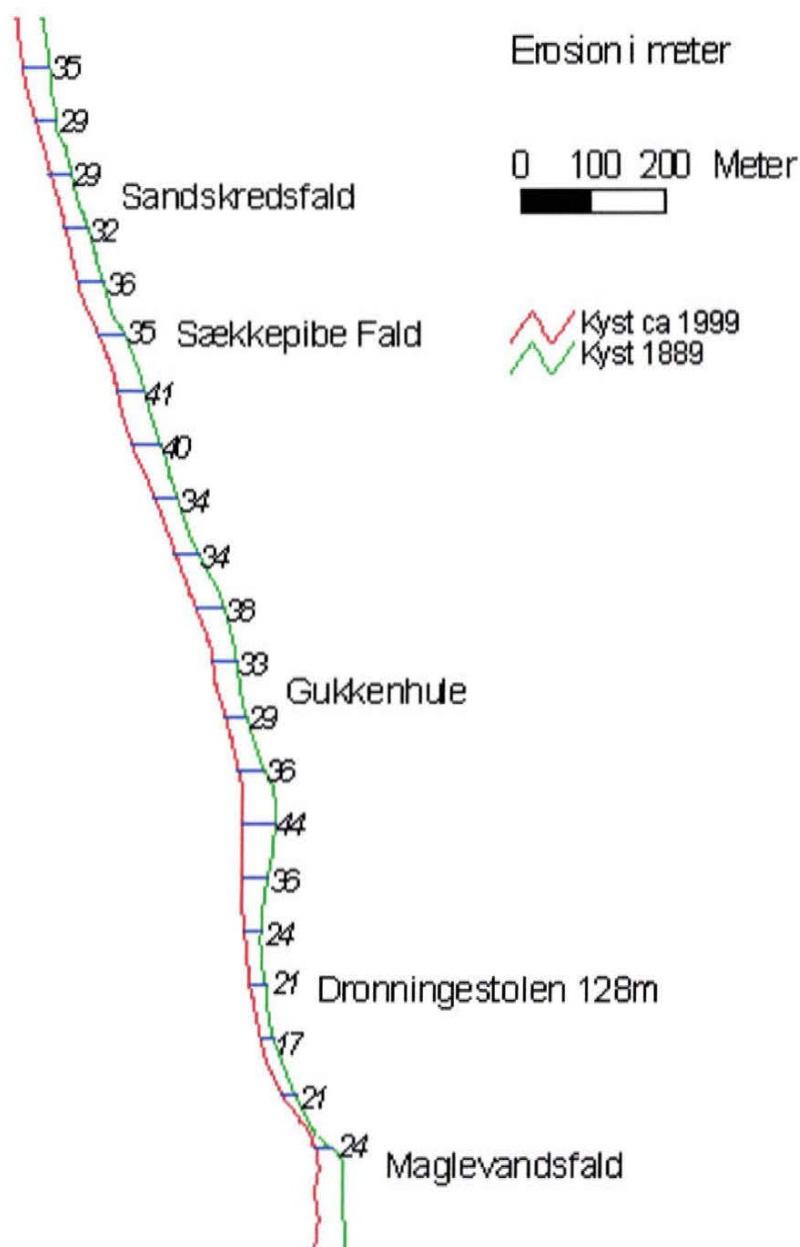
Rapportens hovedkonklusion er at det ud fra de undersøgte forhold ikke har været muligt at påpege nogen umiddelbar skredrisiko i den sydvestlige del af Maglevandsfaldet, svarende til skråningen neden for det gamle Hotel Store Klint på Møns Klint.



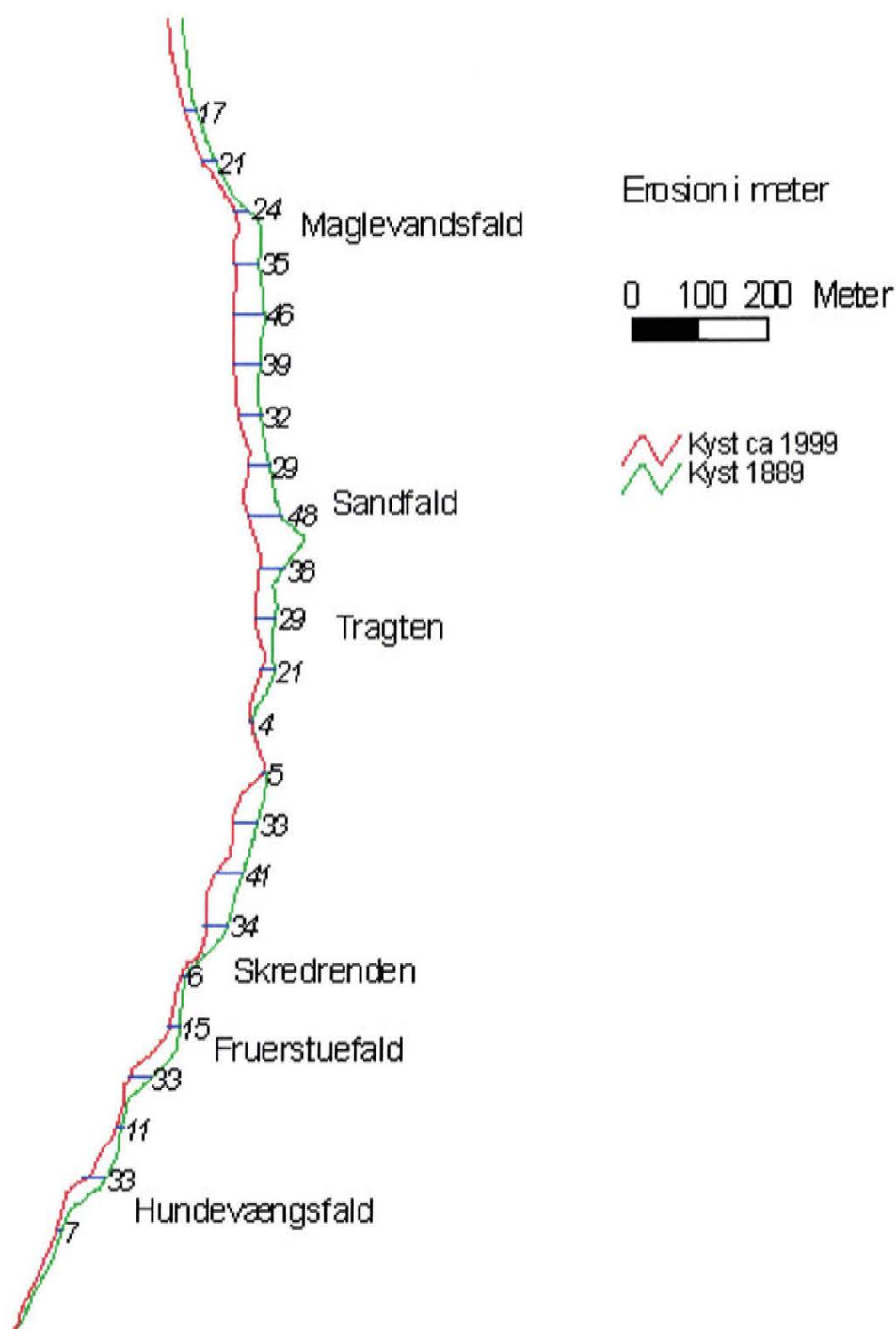
Figur 3. Maglevandsfaldet set i fugleperspektiv fra havet. Til venstre for Maglevandsfaldet ses Freuchens Pynt og til højre rejser Dronningestolen sig op til 130 m over havet.

Kysterosion langs Møns Klint

For at bestemme kysterosionsraten er der foretaget en sammenligning af kystlinien opmålt på det geodætiske kort fra 1889 og kystlinien præsenteret i det seneste kortmateriale fra Kort og Matrikelstyrelsen (KMS) dateret 1999 (Figs 4 og 5). Den omtrentlige erosionsrate fås da som afstanden mellem de to kystlinier divideret med antallet af år, her ca. 100 år.



Figur 4. Kysterosionen langs den nordlige del af Møns Klint bestemt ved afstanden mellem den gamle (1889) kystlinie og den nye kystline (1999).



Figur 5. Kysterosionen langs den sydlige del af Møns Klint bestemt ved afstanden mellem den gamle (1889) kystlinie og den nye kystline (1999).

Generelt kan man sige at erosionen ligger omkring 20 til 40 cm om året langs med klinten. Dette er ikke nogen høj erosionsrate i forhold til de steder i Danmark, hvor klinterosionen er størst som f.eks. ved Lønstrup Klint, hvor den er op på omkring 125 cm om året (Pedersen 1986). Den største erosion findes ud for de største "fald", d.v.s. kløfter med kvartære sedimenter så som moræneler og smeltevandssand (Schou 1949). Dette ses tydeligst ved Sandfaldet, hvor erosionen er helt oppe på 49 cm pr. år. Ned mod Hundevængsfaldet fal-

der erosionen og går næsten mod 0 lige nord for fyret på sydspidsen af Møns Klint. Dette skyldes formodentligvis at klinten ikke er særlig høj og at det fladvandede område ud for Jættebrinken er fyldt med store vandreblokke. Fra Sandfaldet og hen til Maglevandspynten er erosionen relativ høj, omkring 30 til 45 cm pr. år. Derimod falder erosionen til omkring 20 cm omkring Maglevandsfaldet og den sydlige del af Dronningestolen for atter at stige i den nordlige del af Dronningestolen og videre nordpå.

At forholdene dog ikke er så simple når man betragter et kortere spand af år får man et godt indtryk af ved at studere kystlinieforholdene på Fig. 6. I marts 1998 skete der et meget stort jordskred ved Freuchens Pynt, En halvø på 200 meters længde (N-S) strakte sig 160 meter ud fra klintfoden. Skredet er vurderet til at være i størrelsesordenen 10.000 m³, idet man må regne med at porøsiteten er mere end 50%. Men allerede året efter var alt det løse kridmateriale ført bort af strømmen og kun en mindre pynt stor tilbage efter den imponerende halvø. I dag (2003) er der stadig noget af pynten tilbage som næsten udelukkende består af meterstore vandreblokke fra den kvartære lagserie, som også var involveret i skredet.



Figur 6. Orthofoto af området ved Maglevandsfaldet fra 1999. De indtegnede kystlinier illustrerer erosionsudviklingen før og efter det store jordskred i marts 1998.

På nedstående tabel fra Møns Museum ses en oversigt over de kendte større skred langs Møns Klint.

MØNS MUSEUM & LOKALARKIV

Empiregården, Storegade 75, 4780 Stege, ☎ 55 81 40 67, 📠 55 81 40 57

*E-mail: moens@museum.dk * * * www.moensmuseum.dk*

Museumsgården, Skullebjergvej 15, Keldbylille, 4780 Stege, ☎ 55 81 30 80

8-5-03 Møns Klint. Oversigt over større skred.

1801	Ved Taleren
1868	Dele af Dronningestolen
1904	31-12 Nord for Sommerspiret og ved Gukkende Hule
1905	5-11 Liselund Lerskred 4 hektar
1910	13-3 Hundefangsklinten
1913	Ingen dato
1914	Nytårsnat 1913-14. Ved Dronningestolen og Forchhammers Pynt
1920	14-9 Liselund lerskred 4 tdr. land
1927	5-11 Større skred ved Liselund
1927	22-11 Slotsgavlene, Pomle Rende, Nonnebænken, Stubberup Have
1928	11-5 Hundefangsfaldet. Stor udskridning 20-30 tdr. land
1929	Ingen dato Dronningestolens syddel
1940erne	Gukkende Hule, Del af Vidmunds Nakke, Forchhammers Pynt
1952	24-1 Røde Udfald m. dele af Vidmunds Nakke og Puggårds Klint, halvø 500 meter ud i havet.
1970	Ingen dato. Store Stejlebjerget
1979	Ingen dato. Gavl af Sommerspiret
1988	13-1 Sommerspiret
1994	29-7 Del af Dronningestolen. Fransk turist dræbt
1998	4-3 Freuchens Pynt

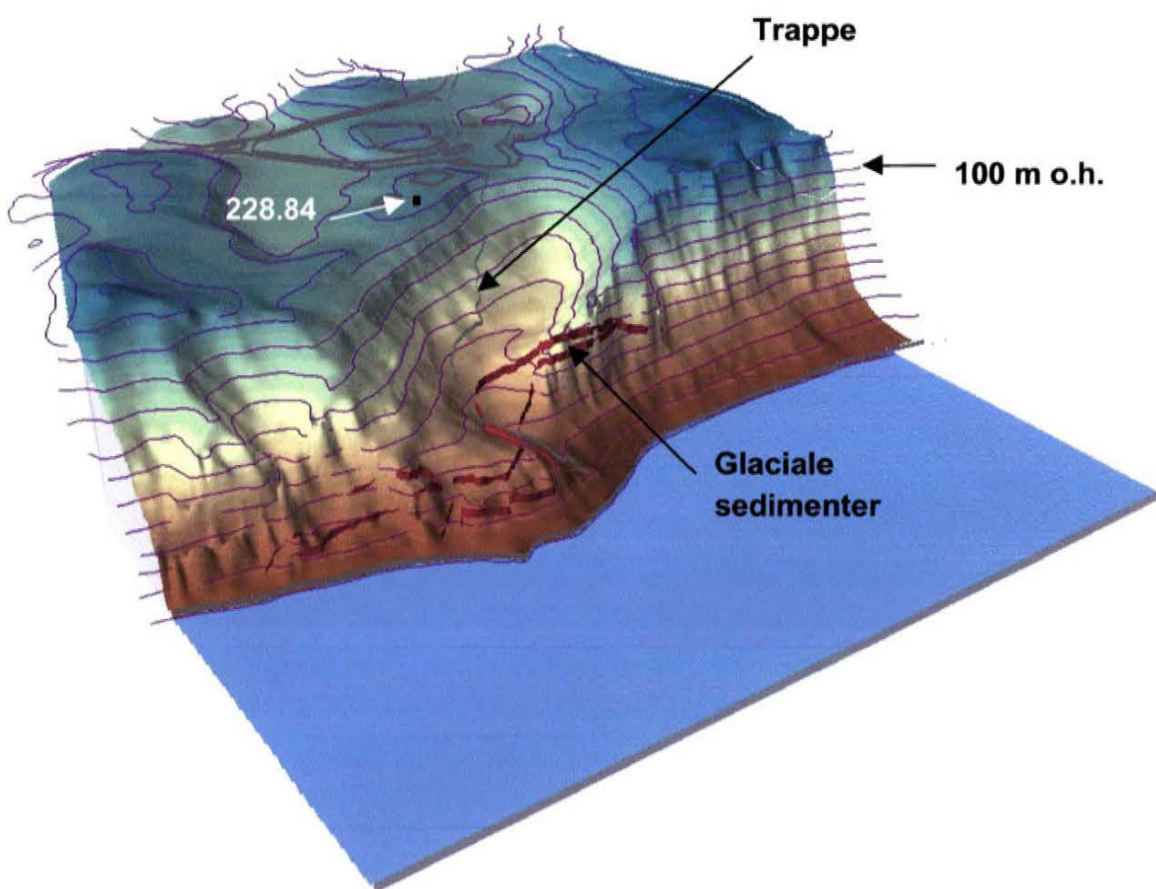
Skredene som er angivet i tabellen grupper sig i to markant forskellige typer skred, nemlig fjeldskred (blokfald - rock falls) og lerskred (landslides - mudslides). Det er den første type som er farlige ved at kunne slå mennesker ihjel som det skete ved skredet i 1994. Da Sommerspiret faldt i 1988 var det også et blokfald, og sådan er de fleste skred der sker fra de stejle kridtklinter. Det er dog sjældent ret store mængder, som falder ned ved blok fald. F.eks. omfattede blokfaldet fra Dronningestolen i 1994 2.000 - 3.000 m³ til sammenligning med de store landslides som flytter adskillige tdr. land. Til sammenligningen hører også at hastigheden af skredene er meget forskellig. Blok faldede har en hastighed der nærmer sig tyngdekraftens acceleration ved frit fald. Landslidene derimod bevæger sig med en mere sindig hastighed, der sjældent overstiger 10 km/t og oftest er langsom kryben med en fremadskreidende bevægelse på et par meter i timen. De store landslide udvikles altid hvor der ligger issøler og moræneler i kombination med kilder og dræneringsområder. Dette var især tydeligt ved de store landslide omkring Liselund, og ved studiet af de gamle topografiske kort ses det tydeligt, at terrænet også før 1900 var påvirket af trappeformede landslide udglidninger.



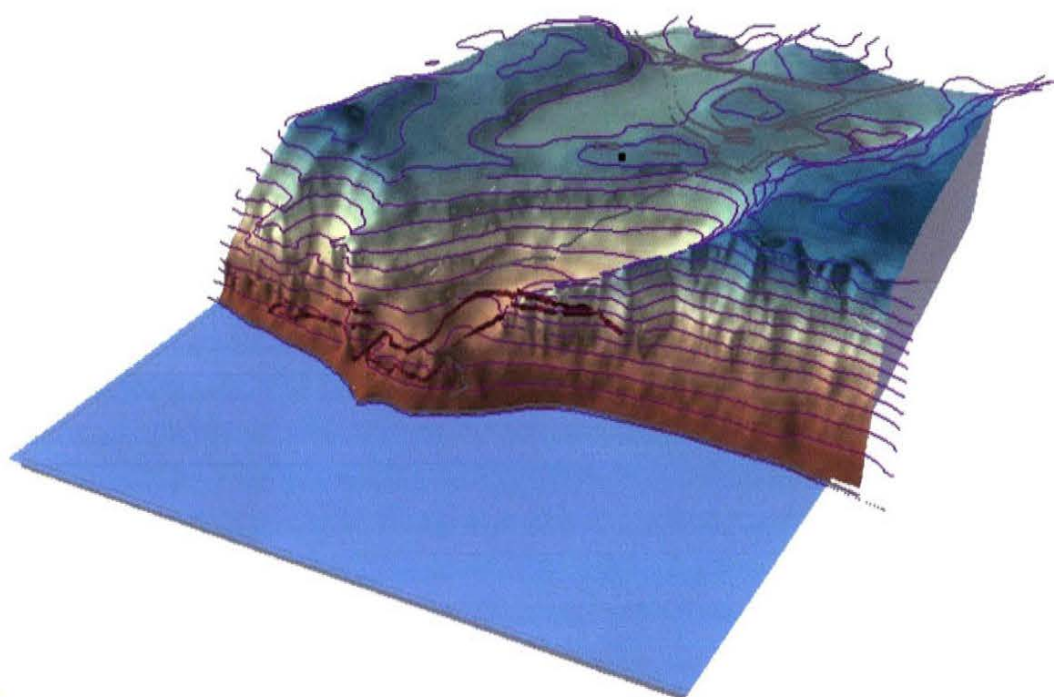
Figur 7. *Freuchens Pynt umiddelbart syd for Maglevandsfaldet var det sidste sted som blev påvirket af et stort jordskred. Ved dette skred skete en udbygning af kystlinien 160 m ud i vandet. På bare 5 år er denne udbygning forsvundet så det i dag kun er et mindre øre beliggende på stranden lidt syd for trappen op gennem Maglevandsfaldet.*

Terrænmodel for Maglevandsfaldet

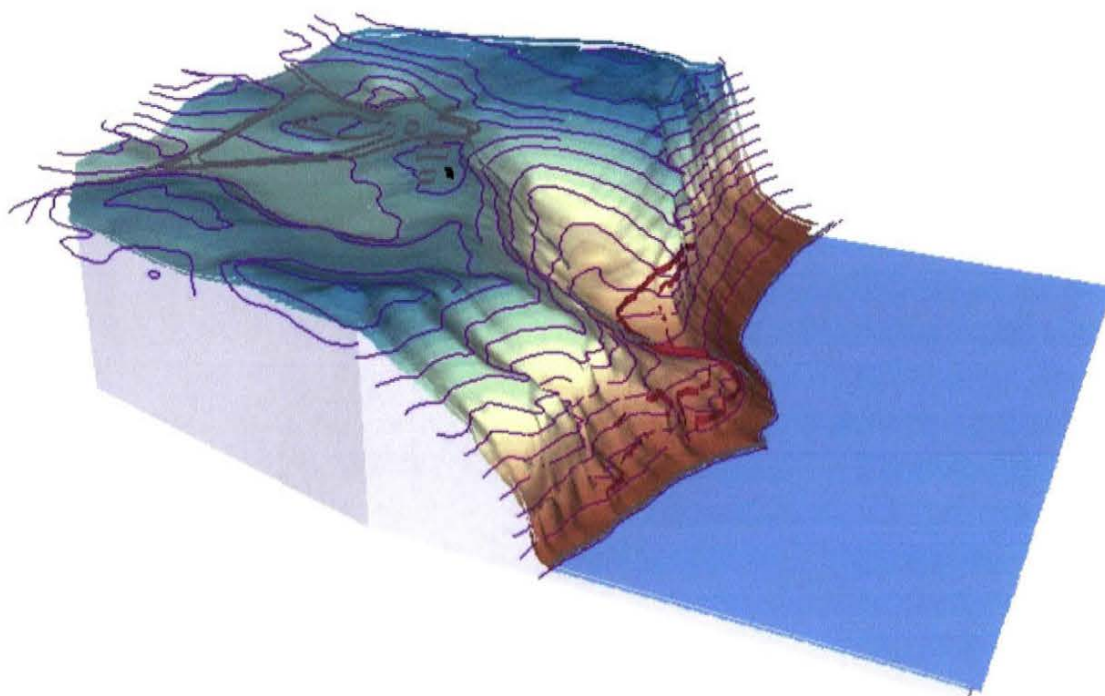
På basis af den fotogrammetriske opmåling er der konstrueret en terrænmodel for området ved Maglevandsfaldet. Ved hjælp af præcisionsorientering af stereoskopiske modeller er det muligt at foretage geometriske målinger af terrænet i det stereoskopiske instrument. I terrænmodellen præsenteret her er højdekurver med 10 meters ækvidistance medtaget. De digitaliserede elementer i landskabet så som veje ved parkeringspladsen, cafeteria og hotel, boring 228.84s beliggenhed og trappen ned gennem Maglevandsfaldet er også illustreret. Terrænmodellen kan orienteres tilfældigt, så man får mulighed for at anskue morfologien fra meget forskellige vinkler, som det fremgår ved at sammenholde Figs 8, 9 og 10. Ud fra terrænmodellen er det også muligt at vælge profilsnit som kan anvendes til konstruktion af tværprofiler gennem forskellige dele af modellen. Dette har netop været ønsket omkring den sydvestlige skråning af Maglevandsfaldet.



Figur 8. Terrænmodel af Maglevandsfaldet set fra øst med lyskilde rette ind fra sydøst. På modellen er beliggenheden af boring DGU nr. 228.84 angivet. Desuden er trappens forløb ned gennem Maglevandsfaldet digitaliseret og vist i modellen som en grå markeret linieføring. Vejforløbet ved parkeringspladsen såvel som cafeteriaet er tillige angivet med grå markering. Endelig er undergrænsen og overgrænsen af klintens nedre kvartære formationer (glaciale sedimenter) angivet med rødbrun farve.



Figur 9. *Terrænmodel af Maglevandsfaldet set fra ØNØ.*

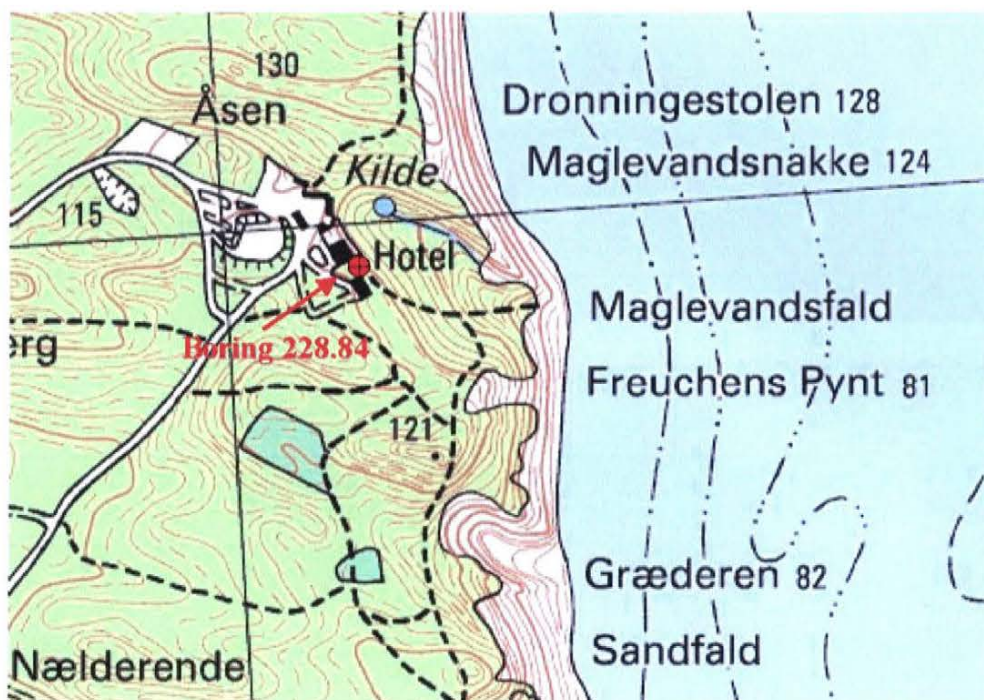


Figur 10. *Terrænmodel af Maglevandsfaldet set SSØ.*

Beskrivelse af boring DGU nr. 228.84

Beliggenhed af boringen

Boringen DGU nr. 228.84 er beliggende mellem det gamle hotel og cafeteriet. Boringen er beliggende oven for kanten af terrænskråningen i kote 101 m o.h. Afstanden ud til kysten er ca. 235 m (Fig. 11).

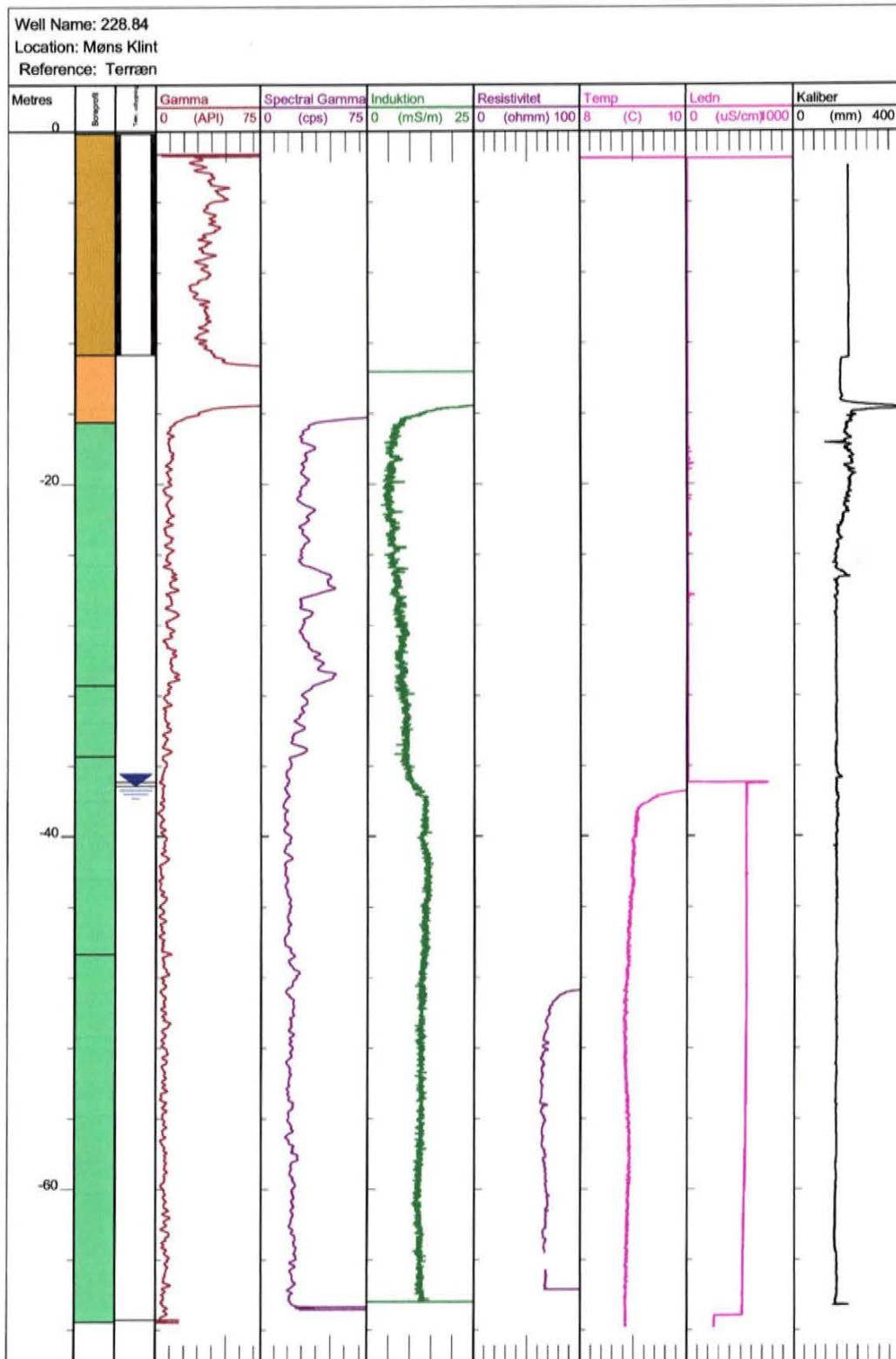


Figur 11. Beliggenheden af boring DGU nr. 228.84 mellem det gamle hotel Store Klint og cafeteriet.

Boringsdata

Boringen blev udført 20.-25 maj 2003 og nåede en dybde af 67,85 m under terræn. Boringen blev udført som kerneboring af firmaet GEO med Jan Petersen som boreformand. Kernen opbevares på GEUS' kernemagasin i Rødovre. Under opstarten af boringen opstod en del mekaniske og tekniske vanskeligheder, ligesom forsyningen af vand til borearbejdet var vanskelig. Ved boringens afslutning bibeholdtes de øverste 13 m forerør, hvilket muliggør en videreførelse af boringen og gør det muligt at anvende boringen til fremtidige monitoringer.

Den gennemborede lagserie består af glaciale aflejringer i de øverste 16,5 m og skrivekridt i den resterende del af boringen. Stratigrafisk svarer den gennemborede del af skrivekridtet til den centrale del af Møns Klint beskrevet af Surlyk (1971), mens de kvartære aflejringer kan korreleres til den kvartære stratigrafi beskrevet af Berthelsen et al. (1977). Boringen blev logget umiddelbart efter borearbejdets afslutning af hydrogeologisk tekniker Erik Clausen, GEUS, og resultatet af logningen fremgår af Figs 12 og 13). Selve prøvebeskrivelsen er sammenfattet i borerapporten tilføjet som appendiks bagest i rapporten.



Figur 12. Borehulslog af boring DGU nr. 228.84. Grundvandsspejlet (blå trekant) er beliggende i ca. 37 meters dybde under terræn.

Prøvebeskrivelse

De øverste 16,45 m af boringen består af kvartære, glaciære sedimenter. Fra 16,45 m til 67,85 m under terræn blev der kun påtruffet skrivekridt uden afbrydelser.

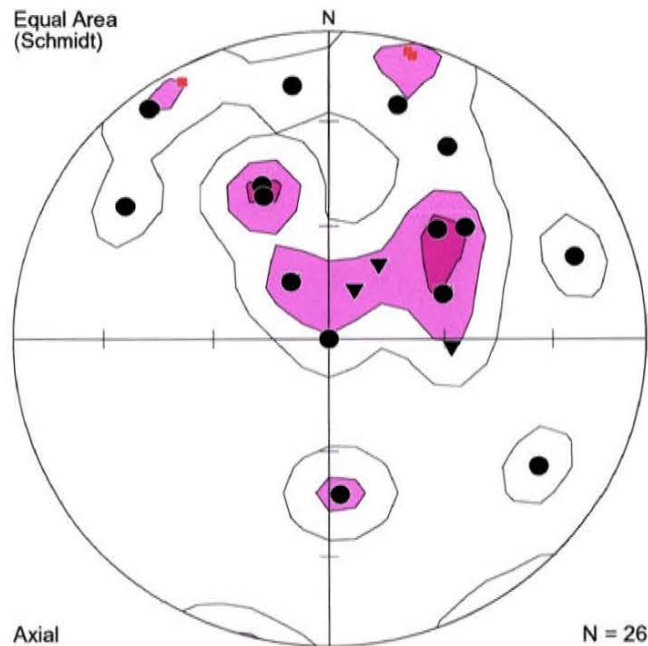
I de øveste 3 m består lagserien af en brunlig morænesand, der mod sålen bliver en smule mere leret. Morænesandet er tolket som den Ungbaltiske Till, der blev aflejret umiddelbart efter at Møns Klint var skubbet op fra syd. Tillen ligger oven på en stenbrolægning med blokke op til 50 cm i diameter. En af disse blev gennemboret i boringen. Stenbrolægningen, der må karakteriseres som morænegrus, ligger oven på en 7,5 m tyk serie smeltevandssand og grus. Smeltevandssandet er fint til mellemkornet og smeltevandssgruset er stenrigt. Gruslag på 0,5 - 1 m tykkelse optræder i boringen i 6,5 og 8,5 m. I smeltevandsserien optræder kalk-slirer som hyppige indslag.

Fra 11 m og ned til 15,5 m forekommer en grå issø-diamict, der i toppen kan karakteriseres som moræneler, men som nedefter gradvis går over i en sandet issøler med dropsten. Denne enhed tolkes som aflejret i et issøbassin foran den fremrykkende NØ-Is, der dækkede det danske område for ca. 20.000 til 25.000 år siden. Forerøret (casingen) slutter 2 m over issø-diamictens bundgrænse. Under issø-diamicten forekommer en 1 m tyk kalkrig, sandet moræneler. Grænsen mellem de to enheder er en erosions unkonformitet, som under borearbejdet blev noget uddybet (se kaliber-loggen i Fig. 12). Den sandede moræneler tolkes som den Gammelbaltiske Till (Konradi 1973), der blev afsat på et tidligt tidspunkt under sidste istid.

I dybden 16,45 m under terræn optræder i overkanten af skrivekridtet et massivt, tæt flintlag. Uddybningen af grænsen i toppen af den Gammelbaltiske Till skyldes i høj grad besværet med at bore igennem dette flintlag. I de øverste 2 m under dette flintlag er skrivekridtet breccieret, måske delvis p.g.a. glacial shearing knyttet til fremrykning af den Gammelbaltiske Is. Skrivekridtet vedbliver med at være breccieret ned til omkring 24 m, men sprækkerne går dog over i en mere lagparallel anastomoserende jointing, der ligesåvel kan skyldes episedimentær shearing af kridtlagserien. Omkring 22 m blev der observeret blemnitter i skrivekridtet, og flintkonkretionerne ved 23 - 23,5 m kan tolkes som en påboret paramudra. Jævnt fordelt i lagserien findes flintkonkretioner, som omkring 33 m optræder i et massivt lag. Lagdelingen er horisontal ned til 24 m, herefter begynder den at hælde omkring 12°. Fra toppen af kridtet til ca. 25 meters dybde optræder en stor ekstensionel sprække, der under borearbejdet må anses for at have fungeret som dræn for borevandet. Sprækken er således blevet kraftigt udvasket som det ses af OPTV-loggen (Fig. 14).

Indtil omkring 39 meters dybde er kalken tyndbænket og gennemsat af en del småsprækker. Imellem 29 og 33 m blev der observeret en del gravegange. Under 40 m bliver kalken mere massiv og tykbænket. Fra omkring 43 m optræder tynde laminæ af grå mergel i mønstre som tolkes som sporfossilet *Zoophycos*. Optraeden af disse fortsætter ned til omkring 60 meters dybde. Kridtet er mellemløjret af uregelmæssige flintkonkretionslag med en vertikal afstand der varierer fra 1 til 2,5 m. Ved 44 m optræder et enkelt flintlag som kan karakteriseres som pladeflint.

Fra 60 m til boringens bund i 67,85 m optræder syn-sedimentære slumpstrukturer i kridtet. Dette giver ophav til nogle lokale udsving i laghældningerne, som i enkelte lag er konstateret at hælde helt op mod 60°. Tynde lag af grå mergel forekommer tillige i disse slumpede kridtlag. Ved 55, 57 og 60 m optræder partier med blød, massiv kridt.

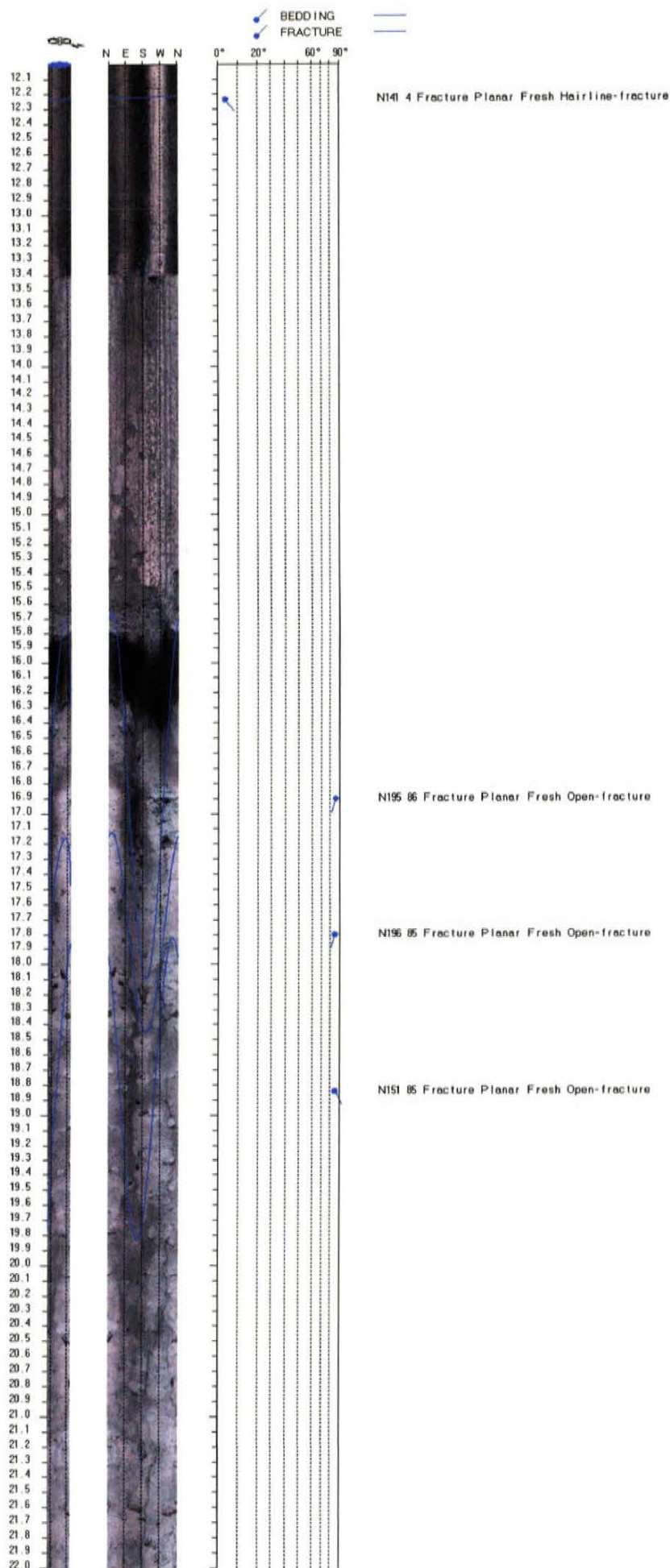


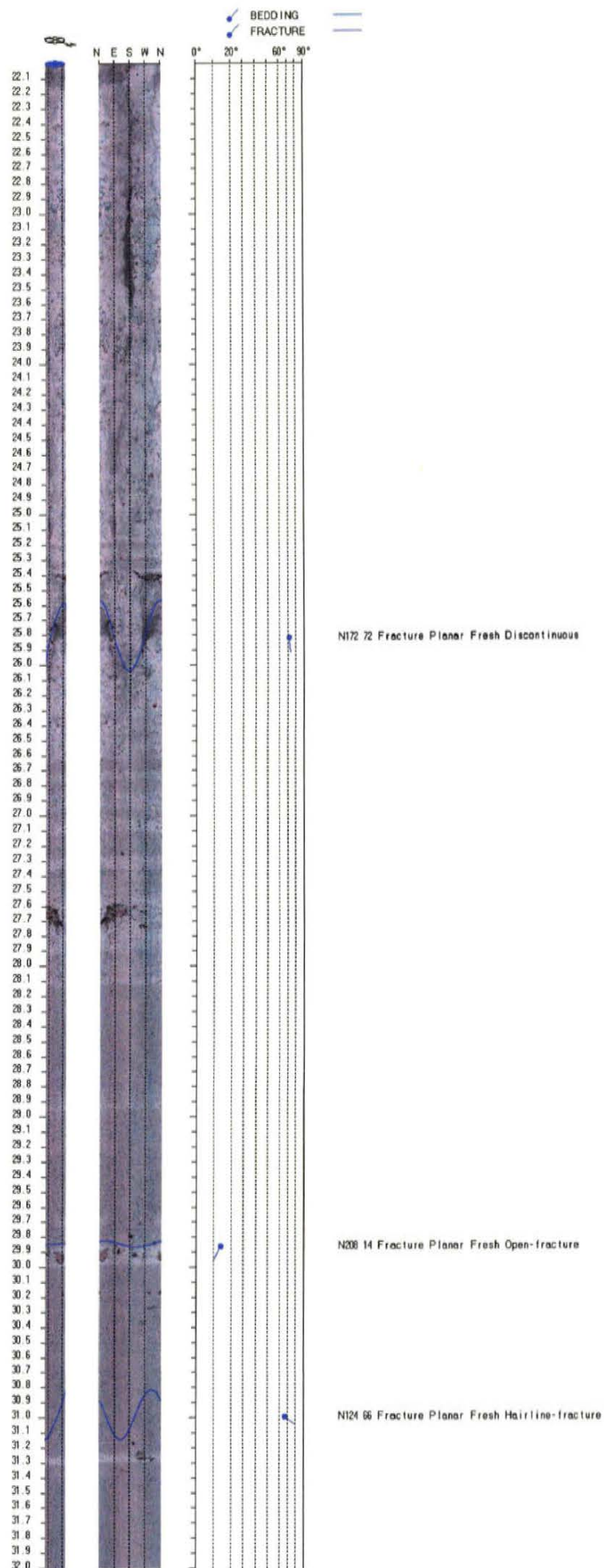
Figur 13. Stereogram der viser fordelingen af sprækker opmålt ved hjælp af OPTV. Punkterne angiver normalen til planer i den stereografiske projektions nedre halvkugle. De røde firkanter øverst repræsenterer orienteringen af den irregulære lodrette ekstensionssprække i den øverste del af kridtet. Trekkanter repræsenterer "lagparallelle" anastomoserende sprækker, mens de øvrige sprækker fordeler sig meget spredt uden nogen entydig koncentration.

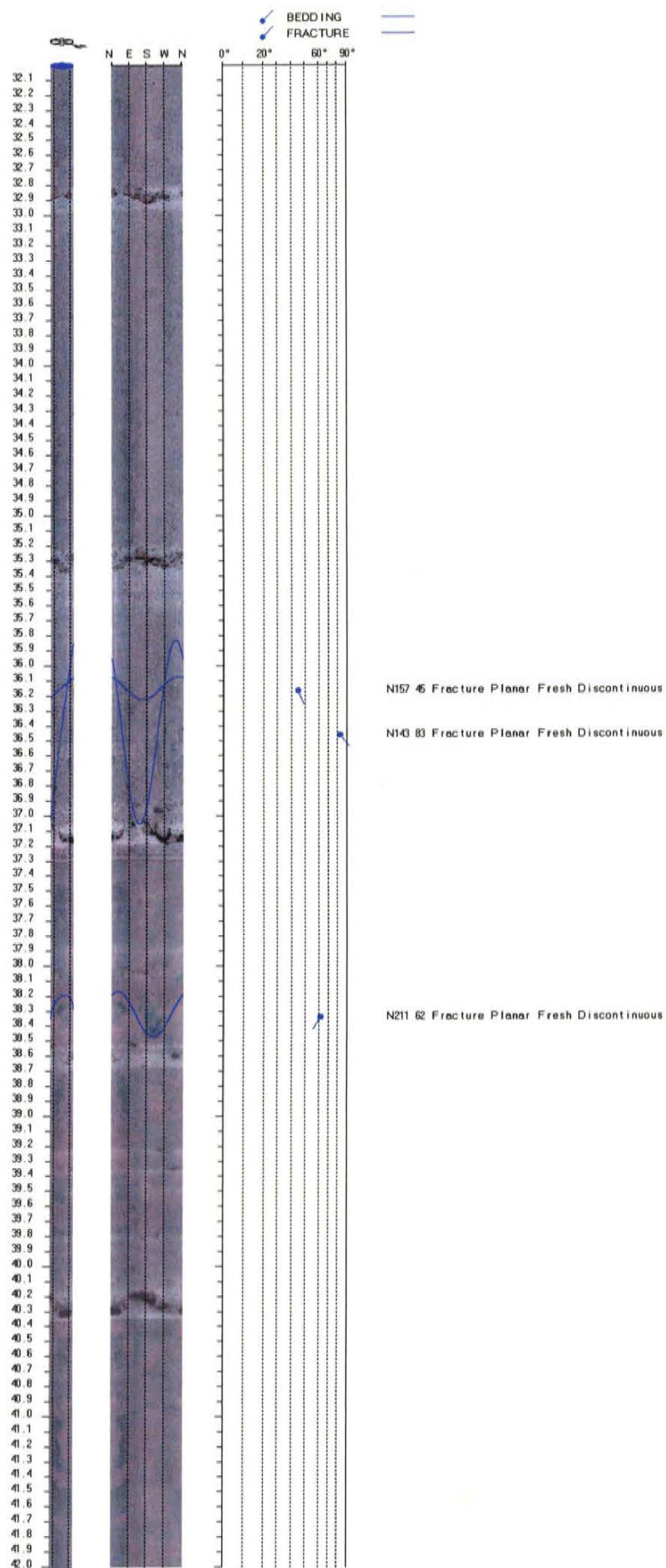
OPTV opmåling af borehul 228.84

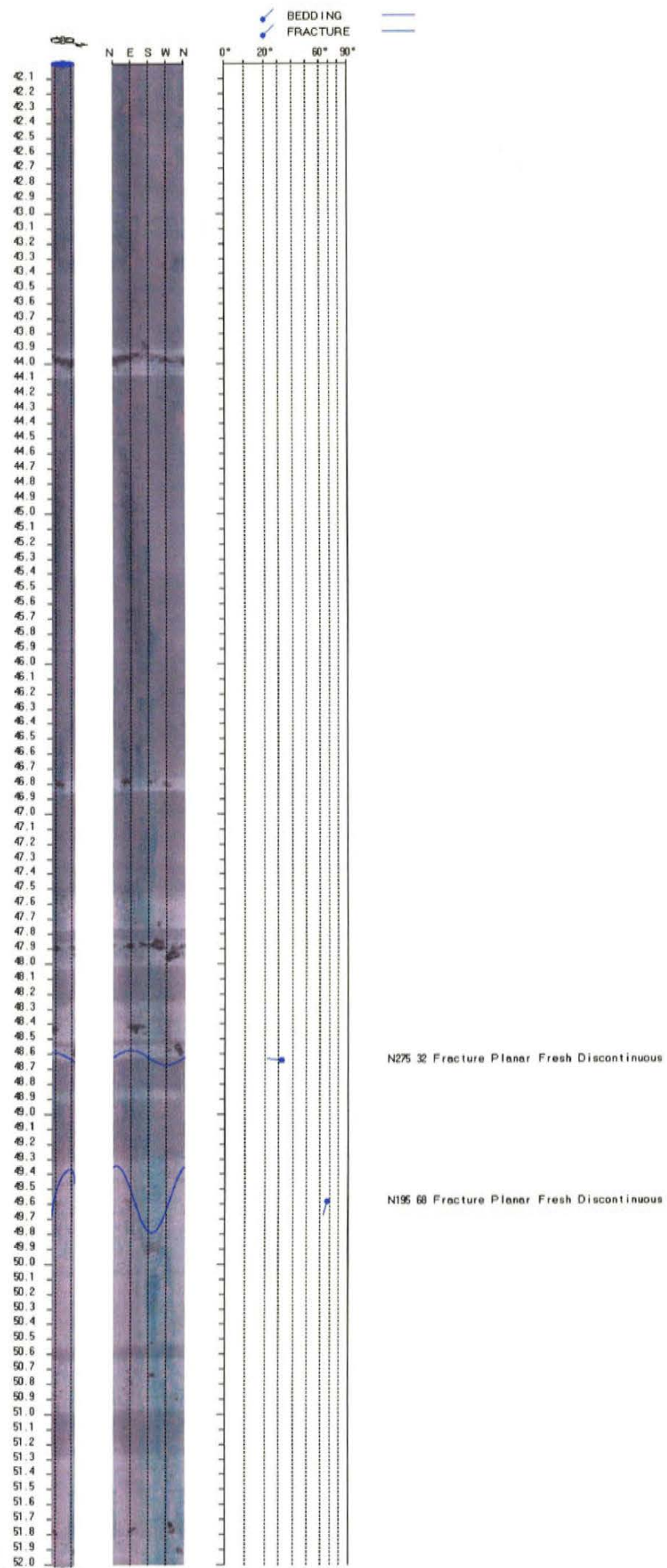
OPTV (Optical Televiewer) opmålingen af borehullet giver et kontinuert, højopløseligt billede af borehullets væg såvel i borehuller fyldt med luft som vand. Et kamera ser refleksionen af den oplyste borehuls væg i et hyperbolsk spejl hvor pixels er arrangeret i ringe svarende til et scan af billedoptagelsen. Den optiske televiewer bliver automatisk positioneret i en geografisk orientering under nedsænkningen i borehullet, hvilket gør det muligt at måle orienteringer af lagplaner, som skærer borehullets væg. Opløsningen af billedoptagelsen afhænger af hastigheden, hvormed instrumentet sænkes ned gennem borehullet og den vil generelt være af størrelsesordenen 1 mm vertikalt og 0,5 mm horisontalt. Sprækker og litologiske forskelle ses tydeligt ligesom ikke geologiske objekter, f.eks. forerørret og skræbespor på borevæggen (Fig. 14). Opmålingen af sprækker fra OPTV er summeret i diagrammet herover (Fig. 13). Denne opmåling og beregningen af sprækkernes orientering er blevet forestået af seniorgeolog Kim Zinck-Jørgensen, GEUS.

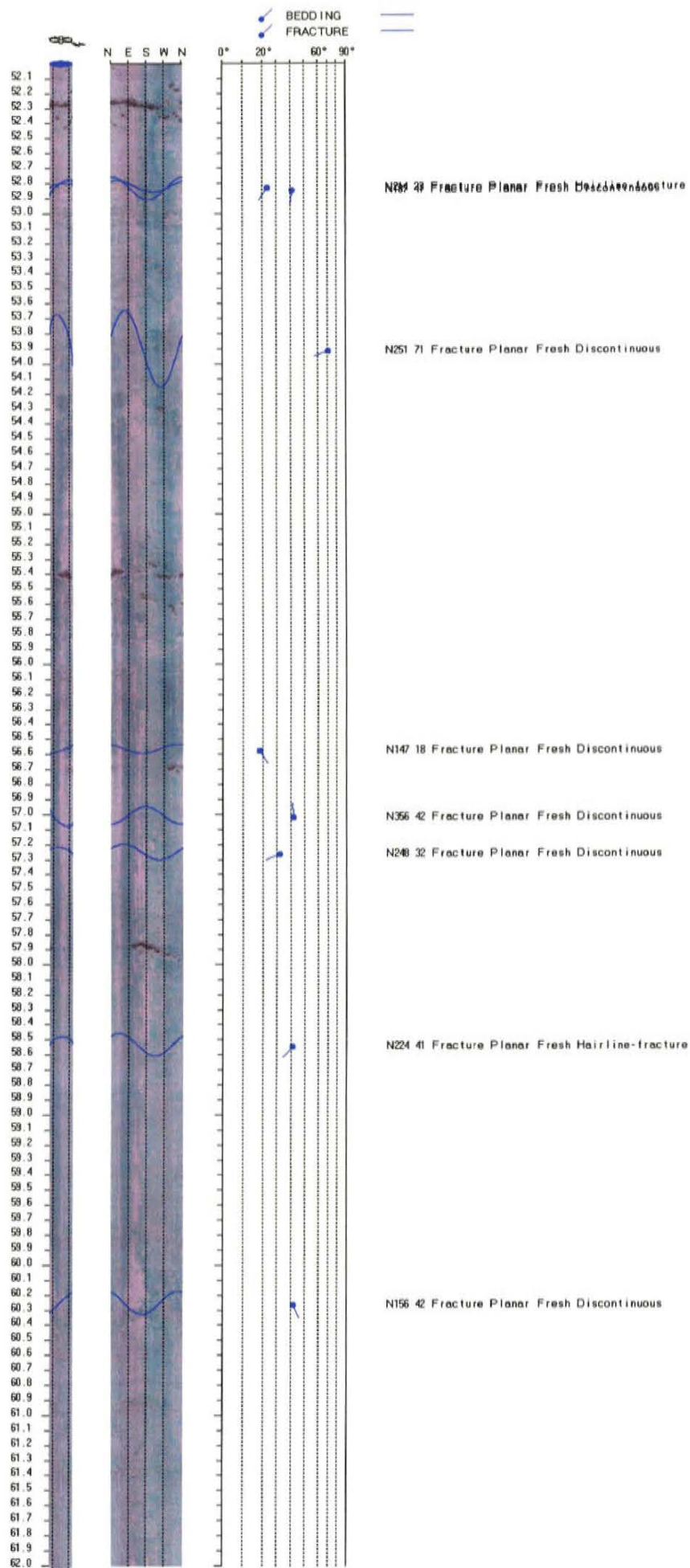
Figur 14. OPTV opmåling af borehullet. Den optiske scanning af borehulsvæggen er indsat på de følgende 6 sider. Bemærk casingens bund ved 13,4 m. Vandspejlet ved 37 m ses kun som en svag sløring af optagelsen under 37 m. Ved passage af vandspejlet foretages under logningen en pause, indtil den optiske fokusering er kalibreret til vand.

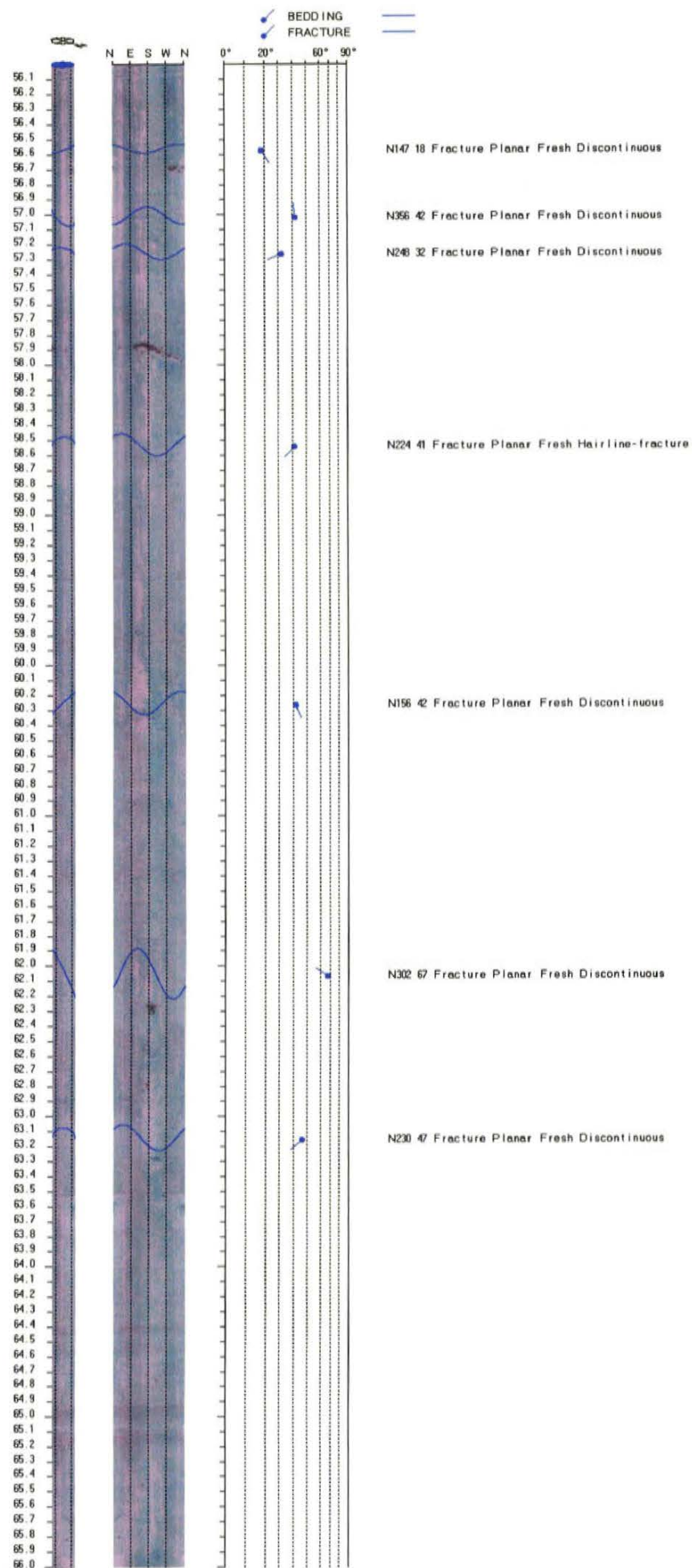












Strukturgeologisk model

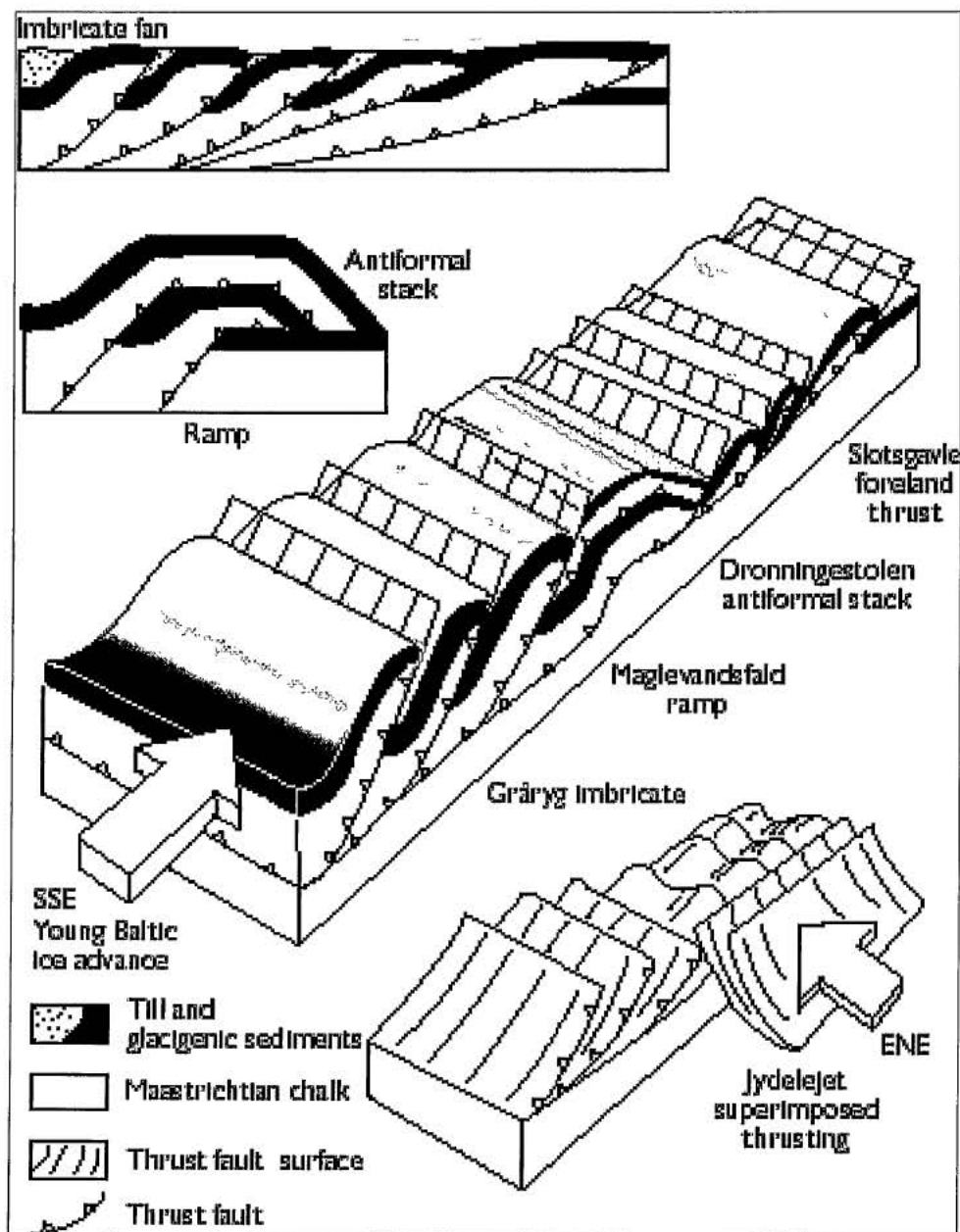
Strukturgeologisk set er Møns Klint dannet ved en oppresning af kridtskiver fra syd, der senere overpræges af en oppresning fra ØNØ (Fig. 15). Den tidligste deformation skyldes den Ungbaltiske Isstrøms oppresning under fremrykningen fra Østersøen mod den Jyske Stilstandslinie på Djursland for ca. 18000 - 15.000 år siden (Johnstrup 1874, Pedersen & Petersen 1997, Pedersen 2000). Under denne deformation kom kridtskiverne, som overlejres af glaciale sedimenter, til at stryge Ø-V. Dette afspejles tydeligt i bakkeretningerne især på den sydlige halvdel af Høje Møn. Dette ses også ude langs Møns Klint, hvor partierne Stejlbjerg og Gråryg er gode eksempler på tværsnit gennem de Ø-V strygende strukturer.

Derimod er det meget markant at bakkeretningen på den nordlige del af Høje Møn har et buet, ja nærmest halvmåneformet forløb. Det afspejles tydeligt i beliggenheden af søerne omkring Vandrerhjemmet (Fig. 1). Syd for Maglevandsfaldet er de glaciale sedimenter i det nederste stokværk foldet i en liggende syn- og antiklinal struktur, som det ses af profilerne Figs 16–20. Foldeaksen har retning mod NV, altså vinkelret på profillinierne. Det er tydeligt, at hele Maglevandsfaldet følger denne strukturelle retning, og dette er forklaringen på, at Maglevandsfaldet ikke går vinkelret ind fra kysten men har en skæv vinkel på omkring 45° i forhold til den generelt N–S strygende kystlinie (Figs 7–9). Bevæger man sig ind i baglandet følger strukturen i store træk skovvejen fra parkeringspladsen til Vandrerhjemmet. Den spidse kile af moræneler og issø-diamict, som findes midt i Maglevandsnakken repræsenterer den første deformationsfase. Det z-formede forløb af de glaciale sedimenter skyldes opskydningen fra NØ. Så man må forestille sig at hele Dronningestolen har været udsat for en opskydning mod SV, hvor deformationen delvis har "genbrugt" de allerede anlagte overskydningsplaner i første deformationsfase.

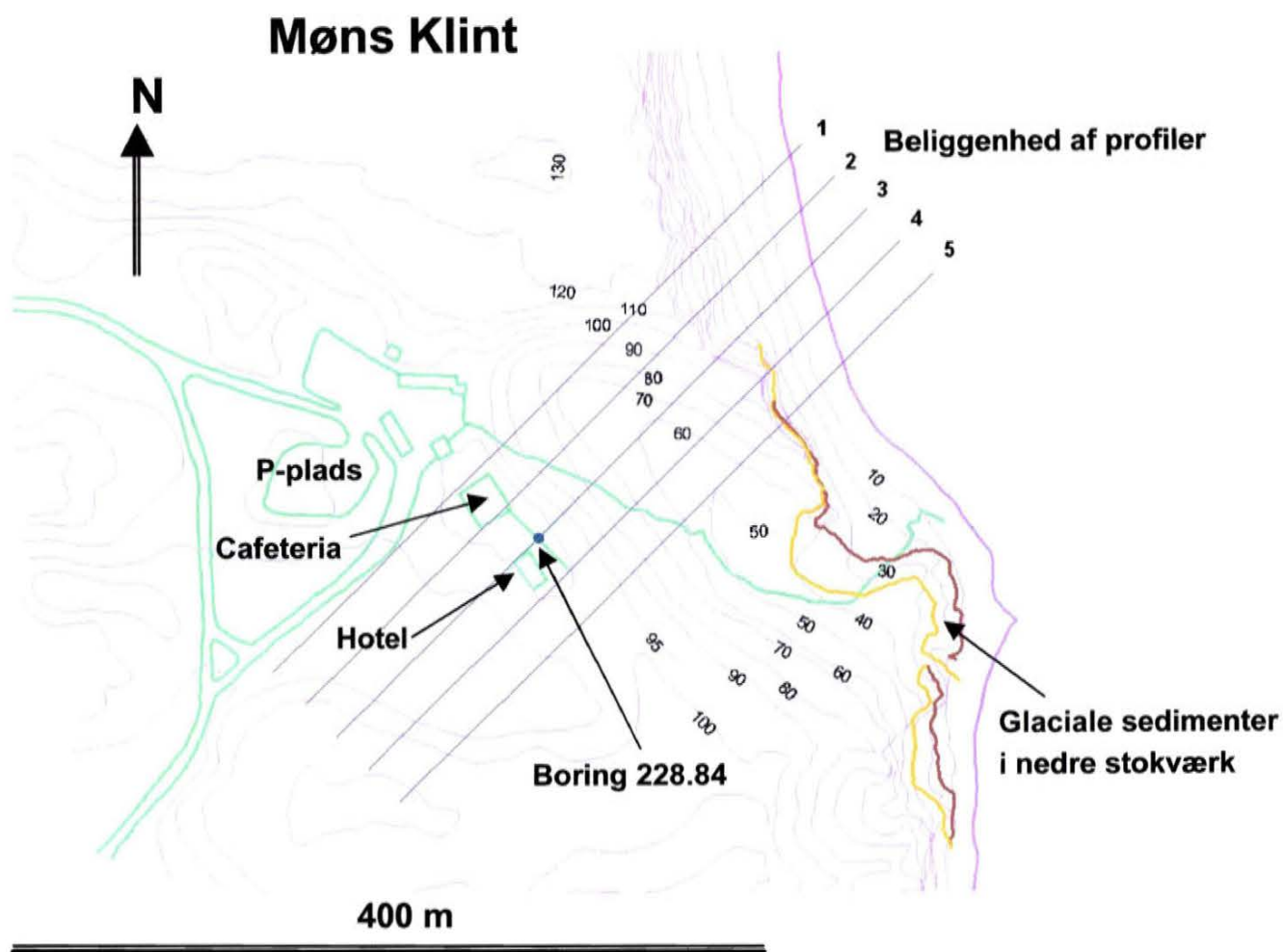
Det var derfor meget nødvendigt for risikovurderingen at få konstateret, om der skulle være overskydninger til stede under Maglevandsfaldets SV-skråning, hvilket er hovedårsagen til at boring 228.84 blev udført.

Som det fremgår af profilerne er der ikke konstateret nogen overskydninger i Boring 228.84. Det er derfor sandsynligt, at Maglevandsnakken og SV-skråningen af Åsen (Figs 1, 7, 8 og 9) repræsenterer fronten af komplekset opskudt i anden deformationsfase fra ØNØ. Den store ekstensionssprække, som blev påtruffet i boringen øverste i kridtskiven, har strygningen Ø–V. Sprækken kan forklares som et knæk i skiven dannet under første deformationsfase og den anses derfor ikke som en risikobetonet sprække, da dens retning ikke er parallel med skråningen.

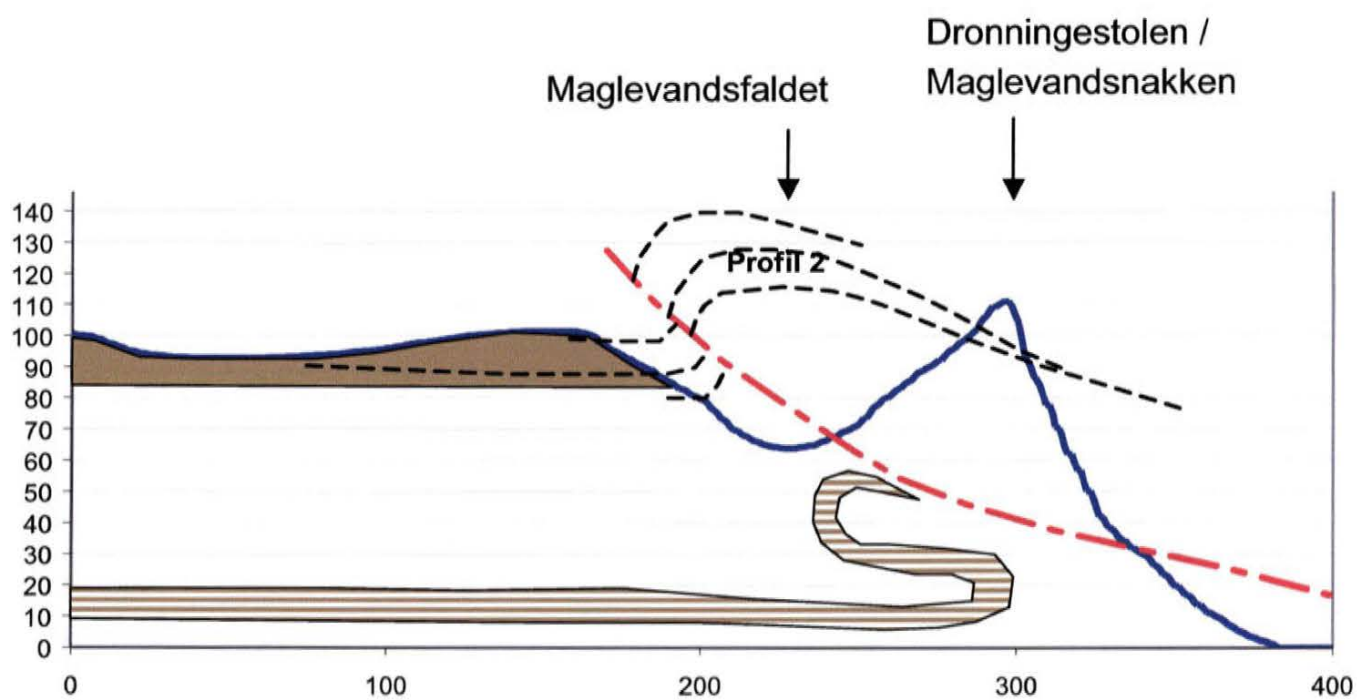
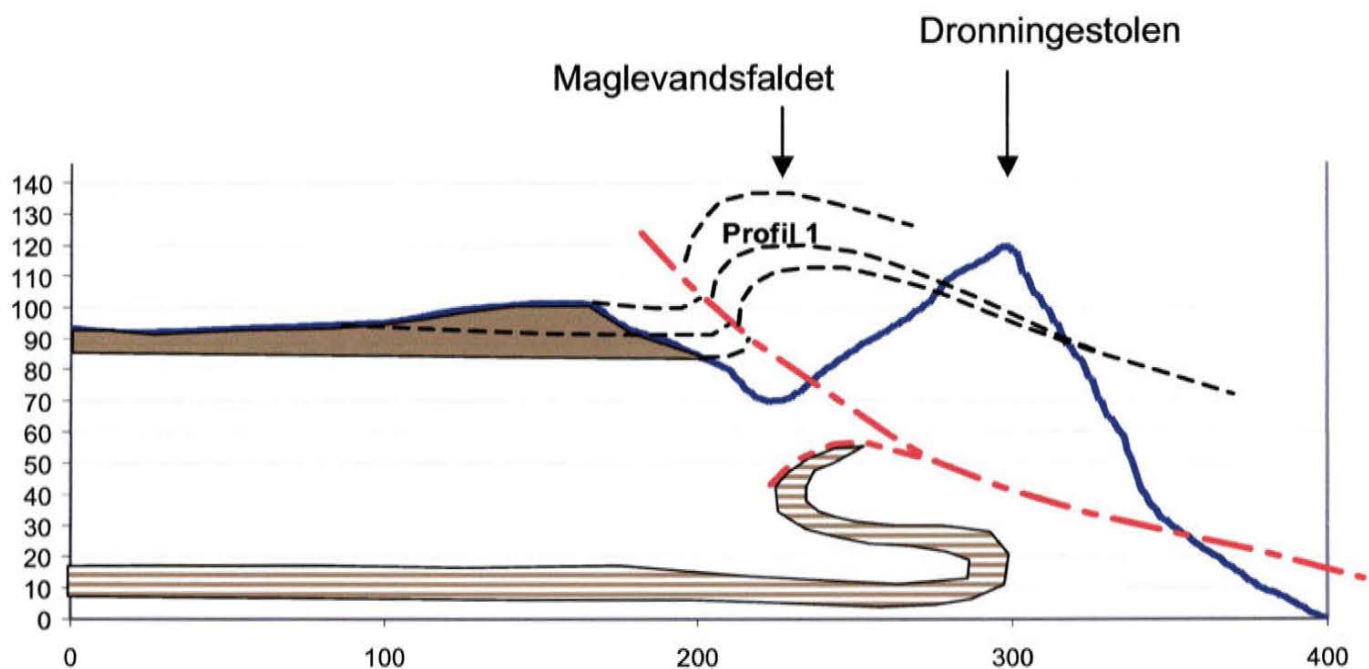
Sammenfattende kan det konkluderes, at der ikke er konstateret strukturgeologiske forhold som skulle give speciel årsag til udskridning af området ved det gamle Hotel Store Klint.



Figur 15. Strukturel model for dobbeltfoldningen af Møns Klint (Pedersen 2000). Modellen viser, at Møns Klint først blev skubbet op fra syd mod nord af den Ungbaltiske Isstrøm. Herved skabtes mod syd et kompleks af kridtskiver mellemløjet af glaciale sedimenter stakket op i en imbrikations vifte. I den centrale del af Møns Klint blev skiverne skubbet op over en stor rampe (skjult i undergrunden), hvorved en antiformal foldning blev skabt. Ved istidens afslutning blev Møns Klint atter påvirket af et isfremstød, denne gang et hurtigt genfremstød fra det sydlige Skåne, inden isen endelig smelte tilbage til højfjellet oppe i Skandinavien.



Figur 16. *Beliggenhed af tværprofilerne gennem Maglevandsfaldet*



Kvartære formationer påtruffet i boring

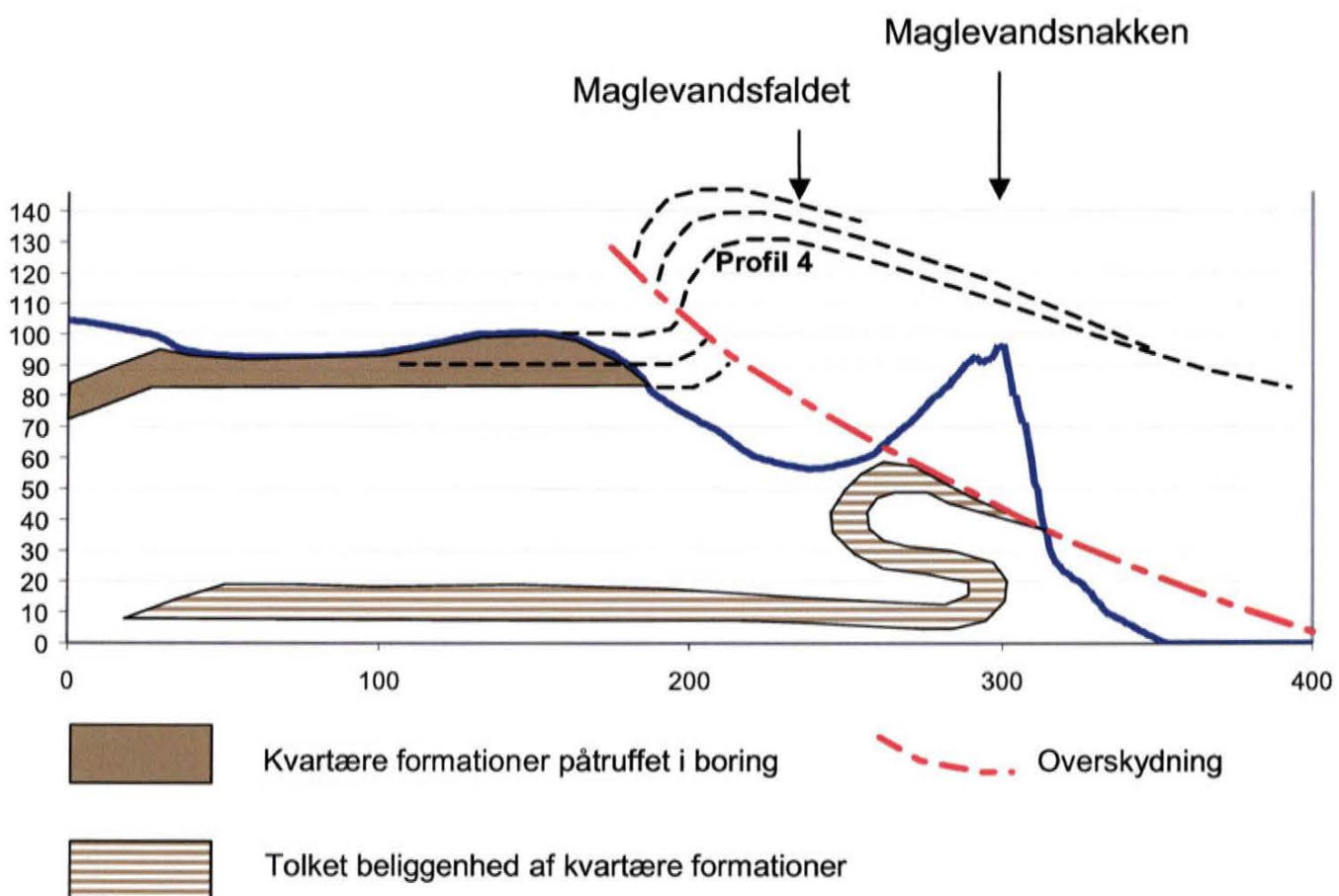
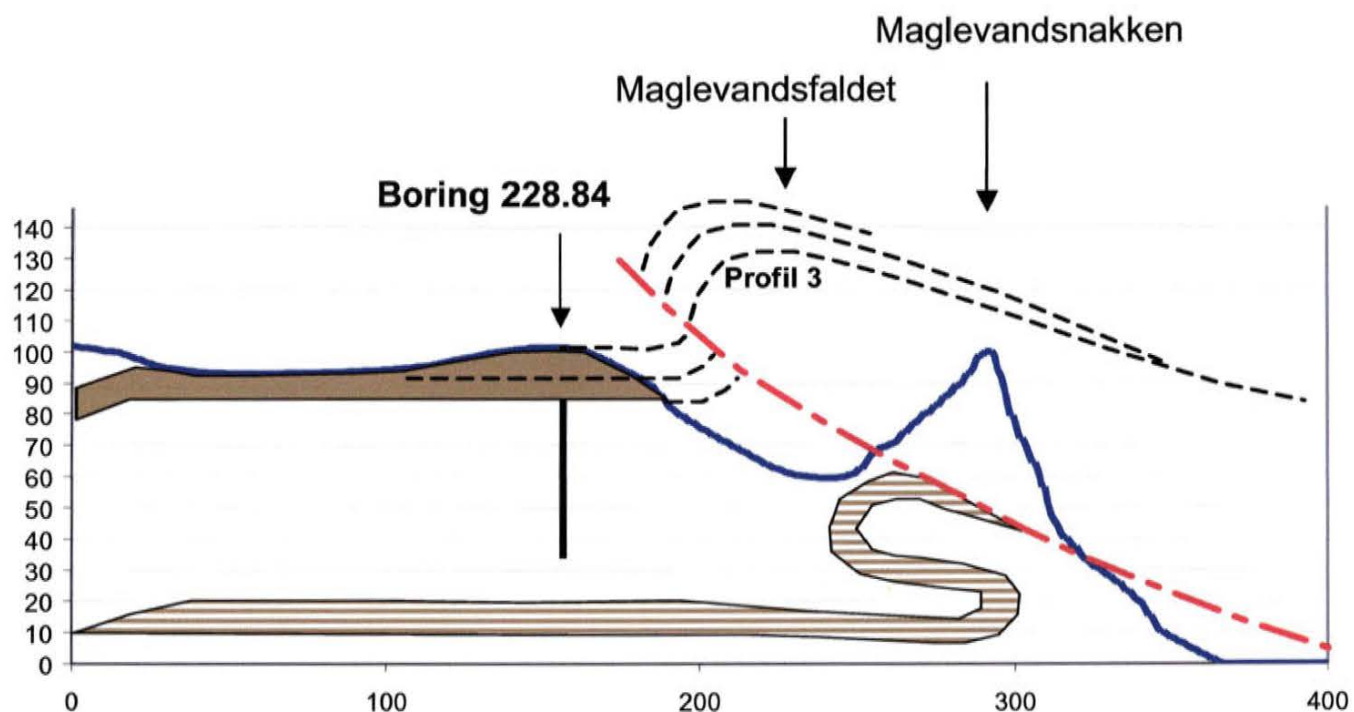


Tolket beliggenhed af kvartære formationer

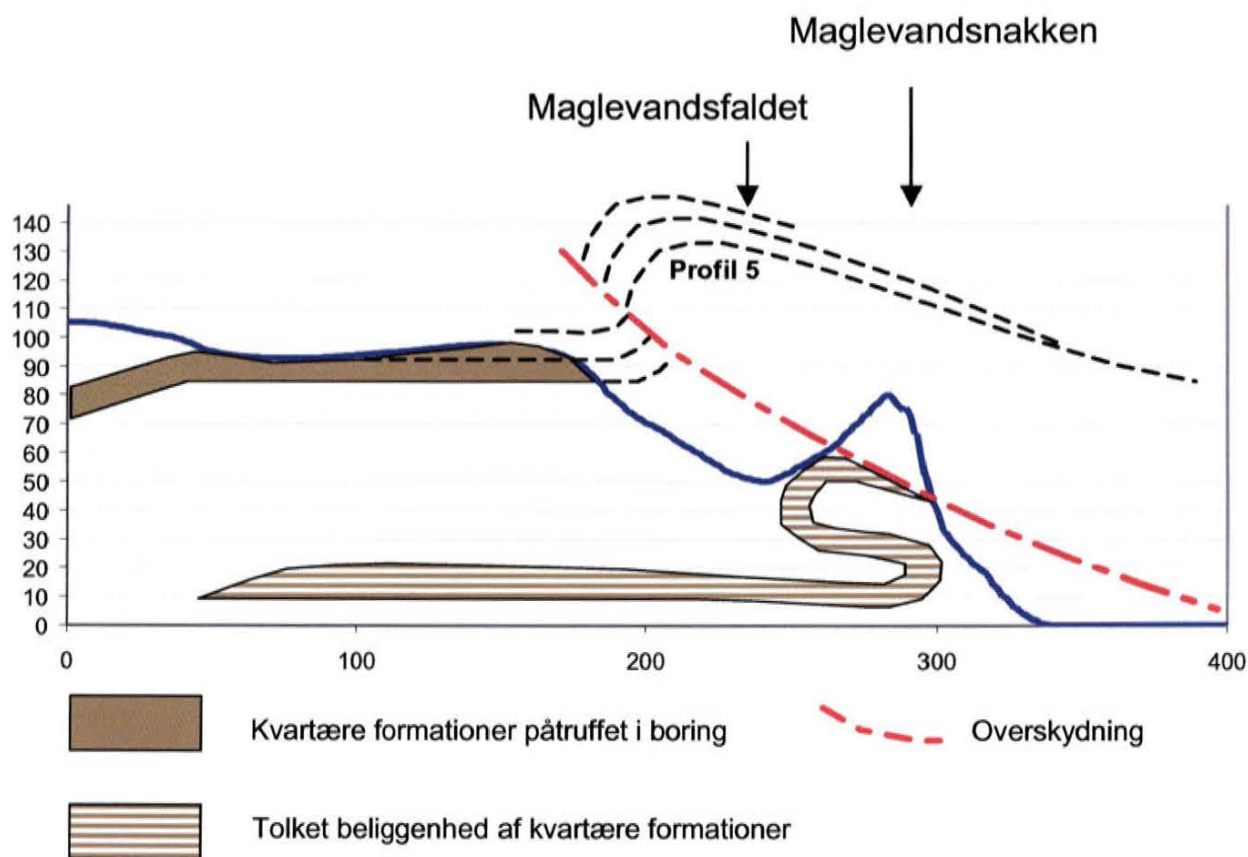


Overskydning

Figur 17. Tværprofil 1 og 2 gennem Maglevandsfaldet



Figur 18. Tværprofil 3 og 4 gennem Maglevandsfaldet



Figur 19. *Profil 5 gennem sydvestlige skrænt af Maglevandsfaldet*

Vurdering af skræntstabilitet

GEO har vurderet stabilitet af skråningen ved Maglevandsfaldet, hvor nyt Geocenter påtænkes opført på området, hvor der i øjeblikket ligger hotel og cafeteria. Grundlaget for vurderingen, som er frembragt af GEUS, har omfattet:

- Niveauekort og terrænmodel over Møns Klint, bilag 1 - 3
- Tværsnit i klinten langs byggeområdet, bilag 4
- Resultat af lagfølgeboring 228.84 inkl. geologisk beskrivelse og logging. Boringen, der er udført ud for området, hvor nybyggeriet er planlagt, er vist på bilag 4, side 3.

De udførte undersøgelser omfatter ikke en egentlig bestemmelse af aflejringernes styrkeparametre, hvorfor vurderingen er baseret på en sammenligning af forholdene ved den eksisterende skråning ved Maglevandsnakke og skråningen ud for det planlagte byggeri. For sammenligningen er antaget, at den geologiske opbygning inkl. eventuelle foldnings- og strygningsretninger ikke er ugunstigere ved den fladere skråning end ved den stejle. I den udførte boring, som er ført til under skråningsfoden, har GEUS ikke registreret indlejringer af ler i kalken eller ugunstige sprække- og foldningsmønstre. I boringen er målt et frit vandspejl i kote 64.0.

Den frie skråning ved Maglevandsnakke står med skræntvinkel på ca. 68° og skråningen ud for nybyggeriet står med en skræntvinkel på ca. 33°. Sidstnævnte skråning er bevokset med træer.

Under antagelse af, at den eksisterende frie skråning uden ugunstige lerindlejringer netop er stabil, kan den fladere kalkskråning ud for hotellet beregnes til at være stabil med en partialkoefficient over den i funderingsnormen angivne.

Under ovenstående forudsætninger vurderer GEO, at placeres en nybygning således, at underkant fundament ligger bag en linie som stiger 1:1,5 (d.v.s. ca. 34°) fra hvor laggrænsen mellem glaciale aflejringer og skrivetridtet findes i skræntprofilen, vil risikoen for skadevoldene skred være minimal.

Diskussion

Ud fra en geomorfologisk udvikling baseret på de kendte erosionsrater må man forvente, at Maglevandsnakken vil forsvinde i løbet af de næste 100 år, og at klintfoden neden for Freuchens Pynt vil blive eroderet bort, og dermed vil udsynet gradvis blive bedre fra pladsen ved det gamle Hotel Store Klint. Det må forventes at der yderligere vil gå 200 år før kystlinien nærmer sig klintfoden neden for skrænten under Hotel Store Klint, og først efter 300 år fra i dag vil kystlinien begynde at erodere direkte ind i skrænten. Selvfølgelig vil der pågå erosion af området i mellemtiden, og det kan ikke undgås, at der vil være en vis jordkrybning ned ad skrænten. Men hvis vandtilstrømningen til Maglevandsfaldet kan begrænses så en for stor vandmætning omkring slugten nedsættes, vil det være med til at stabilisere skrænten. Således bør det undgås, at der etableres sivdræn eller lignende i Maglevandsfaldet neden for Geocenteret og parkeringspladsen.

Konklusion

Ved vurderingen af skredrisikoen for området ved det kommende Geocenter blev tre geologiske hovedproblemer indkredset, nemlig chancen for eksistensen af overskydningsplaner, som kunne fungere som glideplan for udskridninger, store kastfænomener og sprækker beliggende parallelt med skræntkanten. Ingen af disse hovedproblemer har kunnet konstateres ved den udførte undersøgelse. I tilknytning hertil kan der heller ikke påpeges nogen alvorlige geotekniske problemer relateret til skrænthældninger, ifald de angivne specifikationer ved fremtidige bebyggelser overholdes. Det anbefales tillige at man nøje gennemtænker kloakering og drænering omkring Geocenteret.

Referenceliste

- Berthelsen, A., Konradi, P. & Petersen, K.S. 1977: Kvartære lagfølger og strukturer i Vestmøns klinger. Dansk Geologisk Forening, Årsskrift for 1976, 93-99.
- Johnstrup, F. 1874: Ueber die Lagerungsverhältnisse und die Hebungs-phänomene in den Kreidefelsen auf Moen und Rügen. Zeitschrift der deutsche geologische Gesellschaft 1874, 533-585.
- Konradi, P.B. 1973: Foraminiferas in some Danish glacial deposits. Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala, 5, 173-175.
- Pedersen, S.A.S. 1986: Rubjerg Knude. Varv 1986, 3, 84-98.
- Pedersen, S.A.S., Foged, N. & Frederiksen, J. 1989: Extent and economic significance of landslides in Denmark, Faroe Islands and Greenland. In: Brabb, E.E. & Harold, B.L. (eds) Landslides, Extent and Economic Significance. Balkema, Rotterdam 1989, 153-156.
- Pedersen, S.A.S. & Petersen, K.S. 1997: Djurslands Geologi. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Special Publication, Copenhagen, 96 pp.
- Puggaard, C. 1851: Møens Geologie. Universitetets Guldmedaille Priisskrift. Reitzel, København 1851, 287 pp.
- Schou, A. 1949: Atlas over Danmark I. Landskabsformerne. Det kongelige Danske Geografiske Selskab.
- Surlyk, F. 1971: Skrivekridtklinterne på Møn. In: Hansen, M. & Poulsen, V. (eds) Geologi på Øerne. Varv, København, 5-24.

Appendix



Borerigopstillingen ved det gamle Hotel Store Klint på Møns Klint under udførelsen af boring DGU nr. 228.84.



Kernerørene ligger klar (røde pvc-rør) og kernehenterrøret er netop kommet op. Bunden af røret undersøges nøje med det samme før kernerøret splittes.





Når kernerøret er splittet kan den nøjere opmåling foretages af kernematerialet bragt op fra borehullet. Efter den primære beskrivelse pakkes borekernen i trækasser, som opbevares i Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelses borekernemagasin.

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 228. 84
Borested : Store Klint, Møns Klint
4791 Borre

Kommune : Møn
Amt : Storstrøm

Boringsdato : 23/5 2003

Boringsdybde : 67,85 meter

Terrænkote : 101 meter o. DNN

Brøndborer : GEO

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr :

Prøver

- modtaget :

- beskrevet : 23/5 2003 af : SSP

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1511 INØ

Datum : ED50

Anvendelse :

UTM-zone : 32

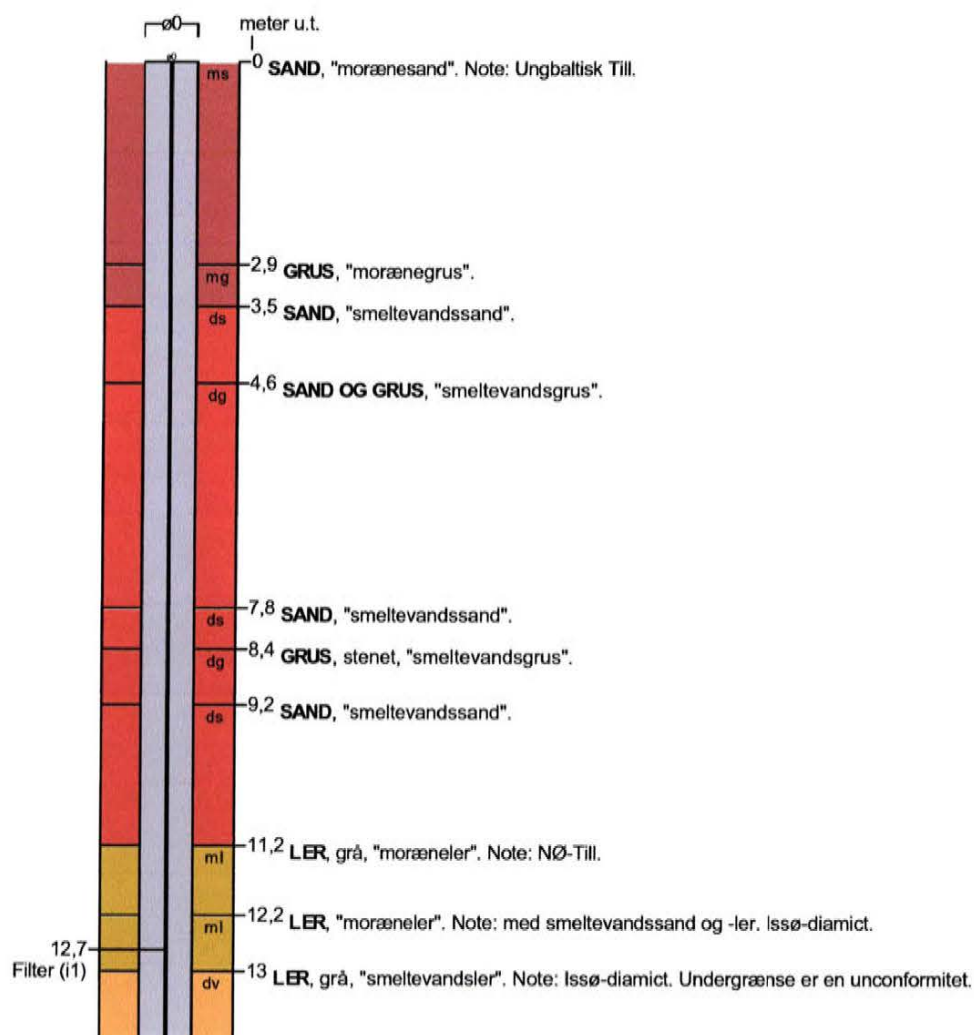
Koordinatkilde : GEUS

Boremetode : Snegleboring,Kerneboring

UTM-koord. : 727250, 6096970

Koordinatmetode : KMS digitale kort

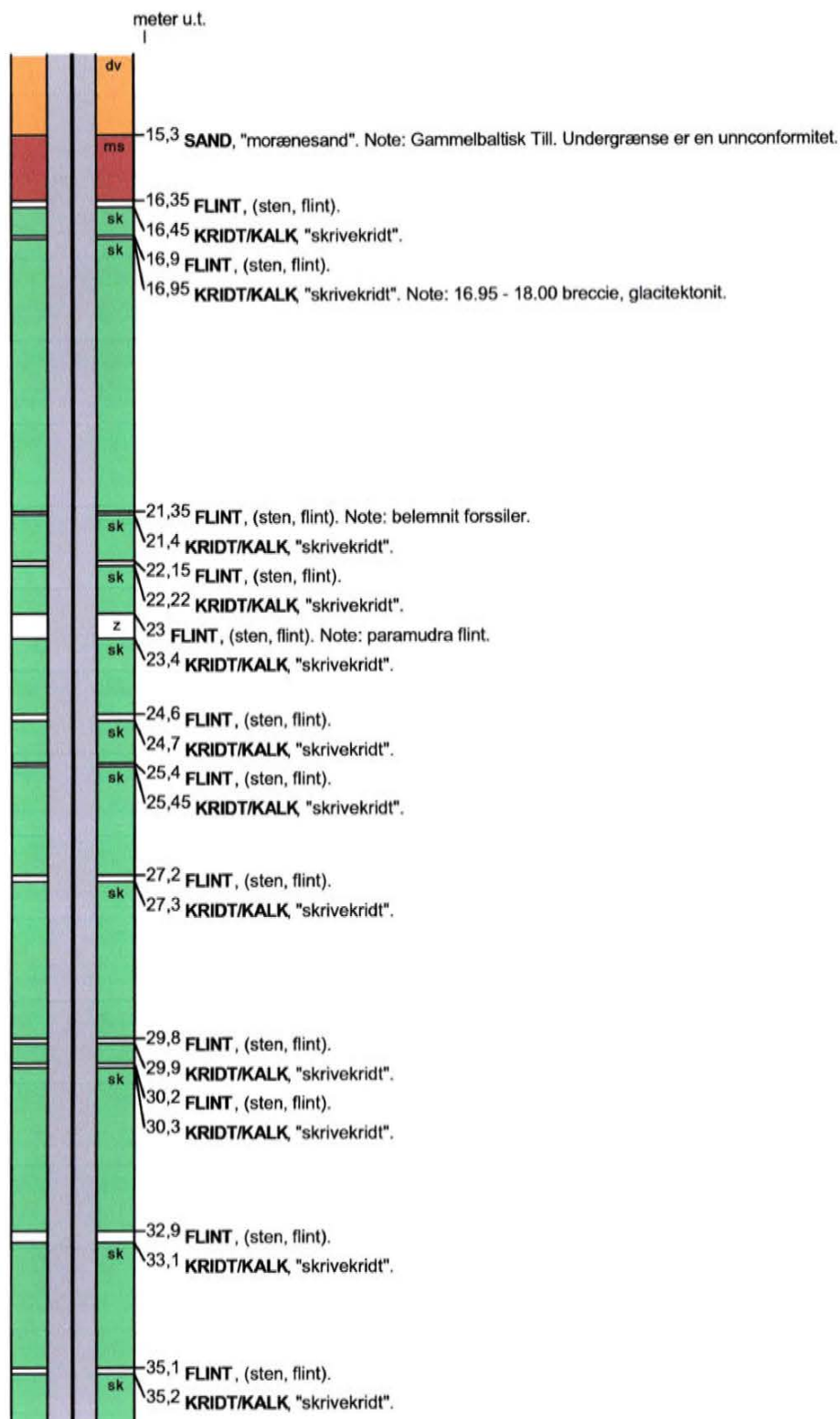
Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
	37,7 meter u.t.	23/5 2003			



fortsættes..

BORERAPPORT

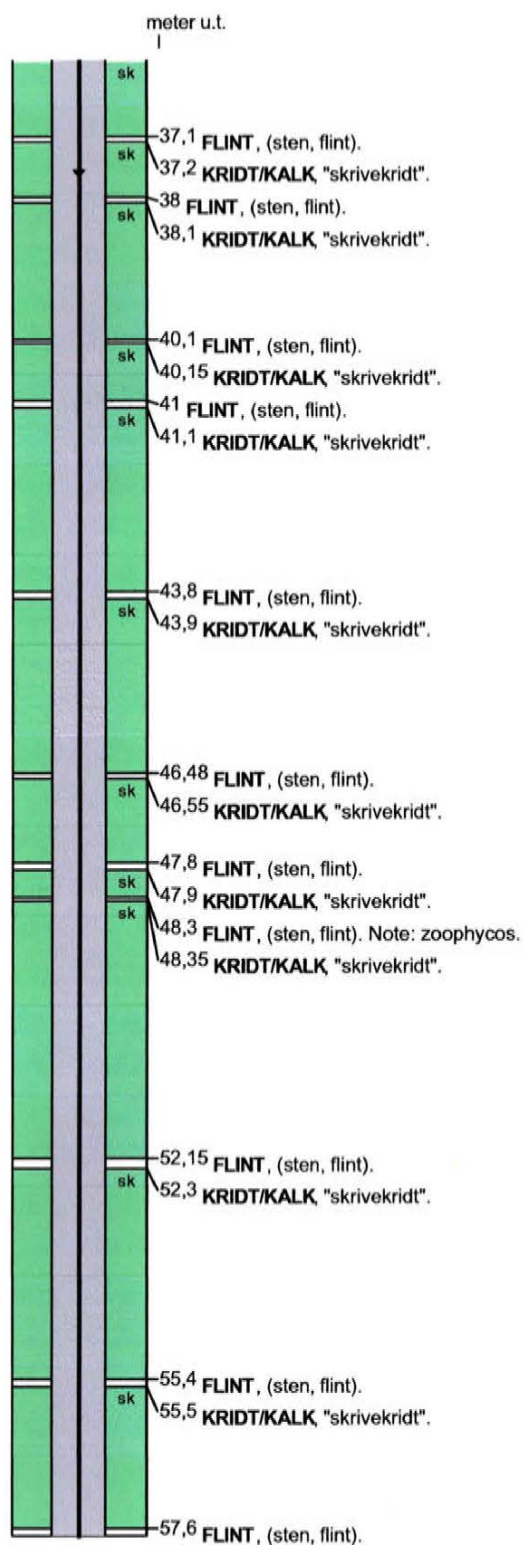
DGU arkivnr : 228. 84



fortsættes..

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 228. 84



fortsættes..

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 228. 84

