

Baltic Gate

Havbundskortlægning i forbindelse med etableringen af containerhavn: Seismik, boringer og laboratorieanalyser

Jørgen O. Leth, Birger Larsen, Peter Konradi,
Steen Lomholt og Jørn Bo Jensen



Baltic Gate

Havbundskortlægning i forbindelse med etableringen af containerhavn: Seismik, boringer og laboratorieanalyser

Jørgen O. Leth, Birger Larsen, Peter Konradi,
Steen Lomholt og Jørn Bo Jensen

Indholdsfortegnelse

Bilagsoversigt	3
1. Indledning	4
2. Feltarbejdet	5
2.1 Udstyr	5
2.1.1 Båd	5
2.1.2 X-Star	6
2.1.3 Ekkolod:	6
2.1.4 Navigation	7
2.2 Sejlads	7
2.2.1 Seismik	8
2.2.2 Vanddybder	8
2.2.3 Boringer	9
2.3 Laboratorie arbejdet	10
2.3.1 Beskrivelse og lagring af prøver	10
2.3.2 Geotekniske målinger	10
3. Resultater	12
3.1 Sejlliniekort	12
3.2 Vanddybder	13
3.3 Seismisk kortlægning	14
3.4 Sedimentologisk tolkning	16
4. Kortlægning af morænelers overfladen	18
5. Litteratur	19

Bilagsoversigt

Bilag A Boreprofiler

Bilag B Vanddybdekort

Bilag C Tykkelsekort over dyndlag

Bilag D Konturkort over morænelersoverfladen

Bilag E Tykkelsekort over dyndlag over vanddybder.

1. Indledning

Baseret på ekkolodsdata, seismiske data samt 17 boringer til ca. 5 m dybde er der foretaget en kortlægning i et ca. 1 km² stort område syd for den eksisterende havn ved Stignæsøværket. Kortlægningen er foretaget med henblik på at lokalisere områder med dynd eller andre karakteregenskaber, der kan have indflydelse på etablering af en mulig container havn i området.

Den bathymetriske opmåling har vist at undersøgelsesområdet består af to relativt lavvandede flakområder mod nordvest og sydøst gennemskåret af en nordøst-sydvestgående rende. Hele området hælder svagt mod sydvest indtil en stejl skrænt ud mod Agersø Rende. En indledende seismisk kortlægning (GEUS Rapport 2002/36 /Ref. 1) af området gav grundlag for udpejning af 17 borepositioner, med henblik på at verificere de seismiske tolkninger. De seismiske data og boringerne viser samstemmende, at renden, der gennemskærer området hovedsagelig er udfyldt af dyndholdige sedimenter. Der er konstateret en del gas i sedimenterne stammende fra de organiske rige dele af materialet. Gassen skygger delvist for data i det kortlagte område, hvilket er årsag til, at tykkelsen af den seismiske enhed kaldet "Renden" kan være behæftet med nogen usikkerhed. De underliggende sedimenter samt flakområderne uden for "Renden" består hovedsagelig af moræneler. Havbunden i flakområderne udenfor "Renden" vil derfor sandsynligvis være delvis dækket af sten og blokke.

2. Feltarbejdet

2.1 Udstyr

De seismiske undersøgelser blev foretaget med X-Star udstyr trukket efter GEUS' mindre opmålingsbåd. Samtidig hermed blev der indsamlet ekkolodsdata. Baseret på de seismiske tolkninger blev der efterfølgende gennemført et boreprogram med en 6 m vibrocore borerig opereret fra en kran på dækket af en pram.

2.1.1 Båd

Båden anvendt ved undersøgelserne er af mærket Dolphin, "Cadet" produceret på værft på Shetlandsøerne.

De tekniske data for båden er følgende:

Længde:	4.7 m
Bredde:	2.2 m
Dybgang:	0.4 m
Max højde:	1.5 m
Skrog:	Glasfiber
Motor:	50 HP, 4 takt benzin
Max. hastighed:	30 knob
Navigator:	DGPS, Sercel
Mandskab:	2 personer
Radar:	Simrad



2.1.2 X-Star

De tekniske specifikationer af det anvendte seismiske X-Star udstyr er vist nedenfor:

Seismisk udstyr:	X-Star SB-0408 fisk.
FM puls:	400 Hz til 8 kHz.
Output power:	2 kW
Penetration:	30 m i groft kalkholdigt sand, op til 200 m i ler.
Opløsning:	8 til 40 cm.
Dataopsamling:	SEG-Y på Exabyte SEG-Y på Jazz drev
Processering:	Landmark X-Star UNIX arbejdsstation.
Udprint:	OYO GS-612 plotter. 12" papirbredde.



2.1.3 Ekkolod:

Ved undersøgelserne er der anvendt et Simrad EA300P ekkolod, frekvens 200 kHz, dybdeinterval 0,6 m til 200 m (under transduceren). Dybde data registreres 3 gange pr. sekund. Der er dog ved undersøgelserne foretaget en digital lagring af data i survey programmet NaviPac for hvert 10 sekund.

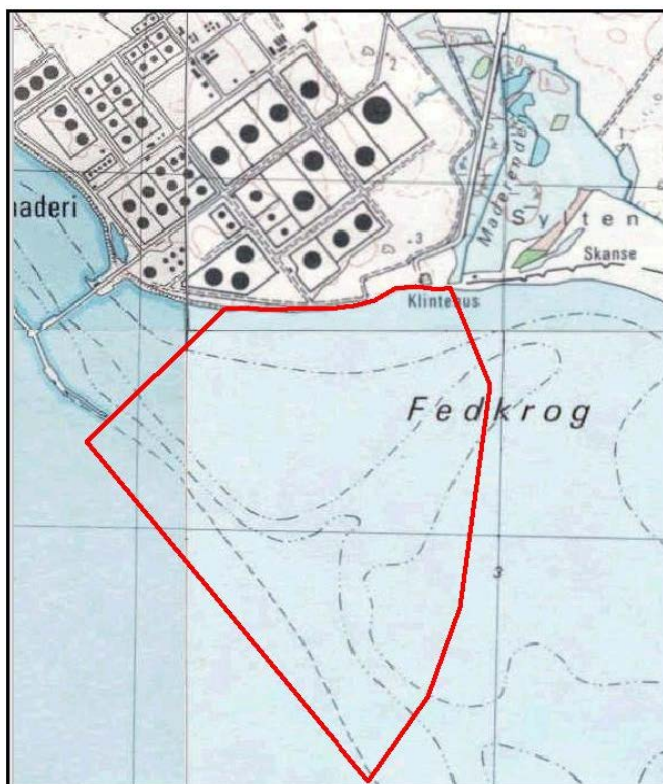
2.1.4 Navigation

Til stedbestemmelse er der ved opmålingen anvendt differentielt GPS. Modtageren er af typen Sercel NR103 DGPS. Modtageren arbejder med et netværk af permanente differentielle stationer, som dækker de danske havområder med en nøjagtighed bedre end 1 meter som resultat.

Som navigationsprogrammel er anvendt NaviPac survey software installeret på en HP Vectra M med HP QuietJet. Dybde data er lagret i EIVA-format.

2.2 Sejlads

De seismiske undersøgelser blev foretaget i perioden 8 – 12 april 2002 med forudgående tilrigning af skib og udstyr på GEUS' lager på Valhøjs Allé. Efter aftale blev Stignæsværkets havn benyttet som basishavn for opmålingen. Med udgangspunkt herfra blev der foretaget dagsejladser. Vejret var generelt godt i opmålingsperioden med en svag til jævn vind fra en nordlig til østlig retning.



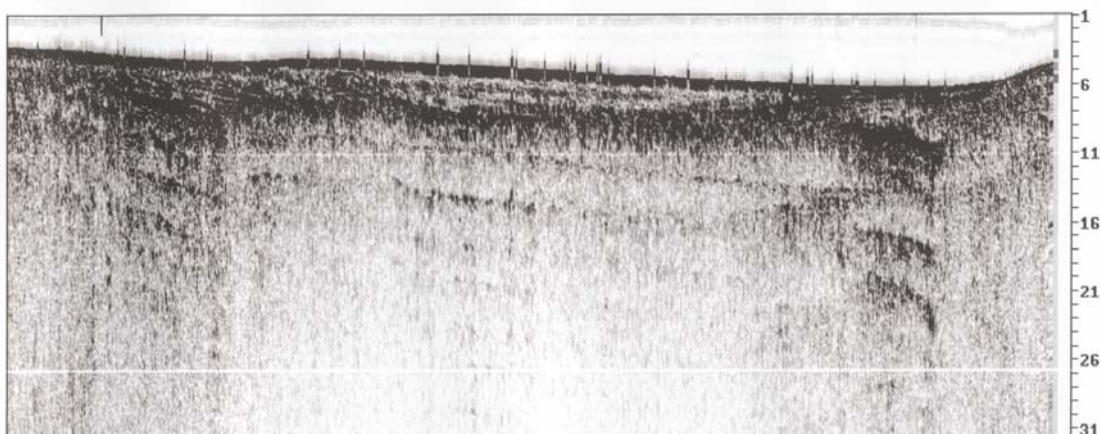
Figur 2.2.1 Undersøgelsesområde Stignæs 2002.

2.2.1 Seismik

Der er ved undersøgelserne valgt et seismisk net med en linieafstand på ca. 50 m i begge retninger (Figur 3.1.1). De seismiske data dækker området ved en mulig kommende containerhavn ved Stignæs, der skal være beliggende syd for de eksisterende havneanlæg ved Stignæsværket. Undersøgelsesområdet dækker et areal på ca. 1 km², der strækker sig fra en vanddybde på ca. 20 m ud mod Agersø Rende og ind til en vanddybde på 1,5 m mod land. Afgrænsningen mod land er bestemt af dybgangen på det seismiske udstyr.

De seismiske data er løbende under optagelserne udskrevet på papir. Desuden er data sammen med navigationsdata løbende opsamlet i X-Star systemet på Exabyte bånd. Som baggrund for den seismiske tolkning er data efterfølgende processeret og udskrevet på papir. Et eksempel på de seismiske data kan ses i nedenstående figur.

Ved tolkningen af de seismiske profiler er lydhastigheden i aflejringerne antaget til 1.500 m/s. I områder med gasholdige aflejringer kan denne hastighed være op til 50% for høj. Derfor er de estimerede tykkelser noget usikre i disse områder.



Figur 2.2.1.1. X-Star seismiske data, Stignæs 2002. Dybdeskala i meter.

2.2.2 Vanddybder

Ekkolodsdata er optaget samtidig med de seismiske data, dvs. i det samme linienet. De indsamlede data er lagret i navigationsprogrammet NaviPac. Data er korrigerede til havniveau idet transducer dybden på 50 cm er lagt til de målte data. Der er ikke anvendt heave, roll and pitch, hvorfor bølgevægelsernes påvirkning af båden ikke er kompenseret. Der er ligeledes heller ikke kompenseret for mulige vandstands variationer. Disse forventes at ligge på maksimalt 20 cm, under de vind og vejrbevingelser, der har været tilstede under sejladsene. Vanddybde data er efterfølgende blevet checket for sideswips, spikes og andre øvrige falske målepunkter, der ofte opstår på grund af vækster af alger og ålegræs på havbunden, luftbobler i vandet eller lignende. Alle vanddybde data som formodes ikke

at stamme fra havbunden, er filtreret fra, hvorved den samlede datamængde blev reduceret fra 5640 til 4421 punkter. Data er herefter anvendt ved udtegnning af et vanddybdekort over undersøgelsesområdet, som ses i figur 3.2.1. På grund af dybgangen af det seismiske udstyr, er der ikke indsamlet data på lavere vanddybder end 1½ m. De seismiske data og vanddybde data er samlet i en Excel fil sammen med tiden samt nord- og østkoordinat i UTM zone 32, WGS84.

2.2.3 Boringer

Tilrigningen foregik i dagene 29. – 30. april 2002. Boringerne og afrigning blev gennemført i dagene 1. og 2. maj 2002. Der blev foretaget 17 boringer med GEUS' 6 m vibrocore boremaskine. Boreprogrammet blev gennemført fra en 18 x 30 m flåde bugseret af to slæbebåde. Flåden blev lagt fast med 3 ankre forud for hver bore operation. Borings positionerne er bestemt med DGPS og korrigeret for forskellen mellem antenneposition og prøvetagningspunkt. Borings positionerne angivet i UTM zone 32 WGS 84 fremgår af nedenstående tabel 2.2.3.

Borings nr.	GEUS Arkiv nr.	Øst koordinat	Nord koordinat
1	131-09-510172	643913	6119191
2	131-09-510173	643699	6119045
3	131-09-510174	644048	6118676
4	131-09-510175	644265	6118393
5	131-09-510176	644593	6118097
6	131-09-510177	644683	6118148
7	131-09-510178	644785	6118365
8	131-09-510179	644803	6118603
9	131-09-510180	644858	6118766
10	131-09-510181	644835	6118986
11	131-09-510182	644881	6119216
12	131-09-510183	644720	6118766
13	131-09-510184	644661	6118668
14	131-09-510185	644329	6119072
15	131-09-510186	644437	6118501
19	131-09-510187	644422	6118243
20	131-09-510188	643916	6118872

Tabel 2.2.3. Oversigt over positioner af vibrocore boringer (UTM zone 32, WGS-84).

Selve borestammen består af et stålrør med indre diameter på 104 mm og en indre foring af et plastrør. I munden sidder en "appelsin" prøvefanger. På grund af materialets karakter er recovery typisk begrænset til omkring 4,5 – 5 m. I boring 510179 måtte boringen afbrydes på grund af flådens grundstødning på det lave vand. Prøvematerialet blev optaget i plastrøret som ombord blev skåret i 1 m stykker nedefra og mærket med borings nummer og fortløbende nummereret I - IV nedefra (numrene benævnt "kerne" på boreprofilerne i bilag A). I borings proceduren lægges stålrøret vandret for at kunne udtage foringsrøret. Det kan derfor ikke undgås, at der sker en forstyrrelse og flydning i de øverste dele af prøvematerialet. En eventuel prøve i mundingsstykket blev lagt i en plastpose.

2.3 Laboratorie arbejdet

2.3.1 Beskrivelse og lagring af prøver

Prøverøret og sedimentkernen blev skåret op på langs, beskrevet og fotograferet. De to kernehaldede dele ligger i de halverede plastrør dækket af en plaststrømpe i kernekasser på GEUS prøvelager. Kernerne arkiveres i GEUS kernelager registreret med GEUS' borenummer 131 - 09 - 510xxx. Beskrivelserne følger i det væsentlige G. Larsen et al. (1998) /Ref. 3. Farverne er beskrevet efter Munsells Soil Color Charts /Ref. 5. Farven "GLEY1" betegner grå til sorte farver med et svagt grønligt skær, medens "GLEY2" betegner grå til sorte farver med et svagt blåligt skær. Kernebeskrivelserne findes som bilag A1- A18 bagest i rapporten.

2.3.2 Geotekniske målinger

På GEUS' laboratorium blev der foretaget vingestyrke målinger i den nederste 20 cm af hvert kernestykke, hvor der tale om kohæsionsjorde. Endvidere er der udtaget prøver til vandindhold i den øverste del af kernestykkerne. Det skal bemærkes at prøvetagningen som nævnt ovenfor afviger fra normal geoteknisk praksis med in situ målinger og må derfor betragtes som laboratoriemålinger.

Vingestyrken blev målt midt i kernestykkerne 15 - 20 cm fra bunden af de enkelte stykker ved hjælp af en håndholdt laboratorievinge. Inden målingen blev laboratorievingen kalibreret.

Betegnelse	Længde mm	Bredde mm	1st division-opgivet	1st division-calibreret
STOR	50	25	0,5 t/m ²	0,53 t/m ²
MELLEM	40	10	1.0 t/m ²	1,09 t/m ²
LILLE	32	8	2.0 t/m ²	2,13 t/m ²

Med de øvrige usikkerheder taget i betragtning blev fabrikantens opgivne værdier anvendt ved rapportering af resultaterne. Vingen blev presset 10 – 20 cm ind i bunden af hvert kernestykke i de lerede eller dyndede sedimenttyper. Forsøg med måling af modstanden mod vingens skaft med en "dummy" gav ikke målelige værdier. Cv angiver styrken ved brud ved langsom stigende belastning. Det påførte moment måles ved hjælp af en torsionsfjeder, der opspændes kontinuert. Hvis målingen formodes påvirket af en sten blev målingen forkastet. Cv´ angiver omrørt styrke efter 10 omdrejninger af vingen. Disse målinger angiver som regel ganske lave værdier og er næppe særlig præcise. Målingerne er vist på boreprofilerne bilag A2 til A 18.

Vandindhold er bestemt ved tørring ved 105 °C jf. DS 405.11.

Glødetab er bestemt ved glødning af tørret prøve ved 550⁰ jf. DS 204.

Der er ikke foretaget korrektion for kalk og salt. Resultaterne af de geotekniske målinger er vist på boreprofilerne bilag A2 til A 18.

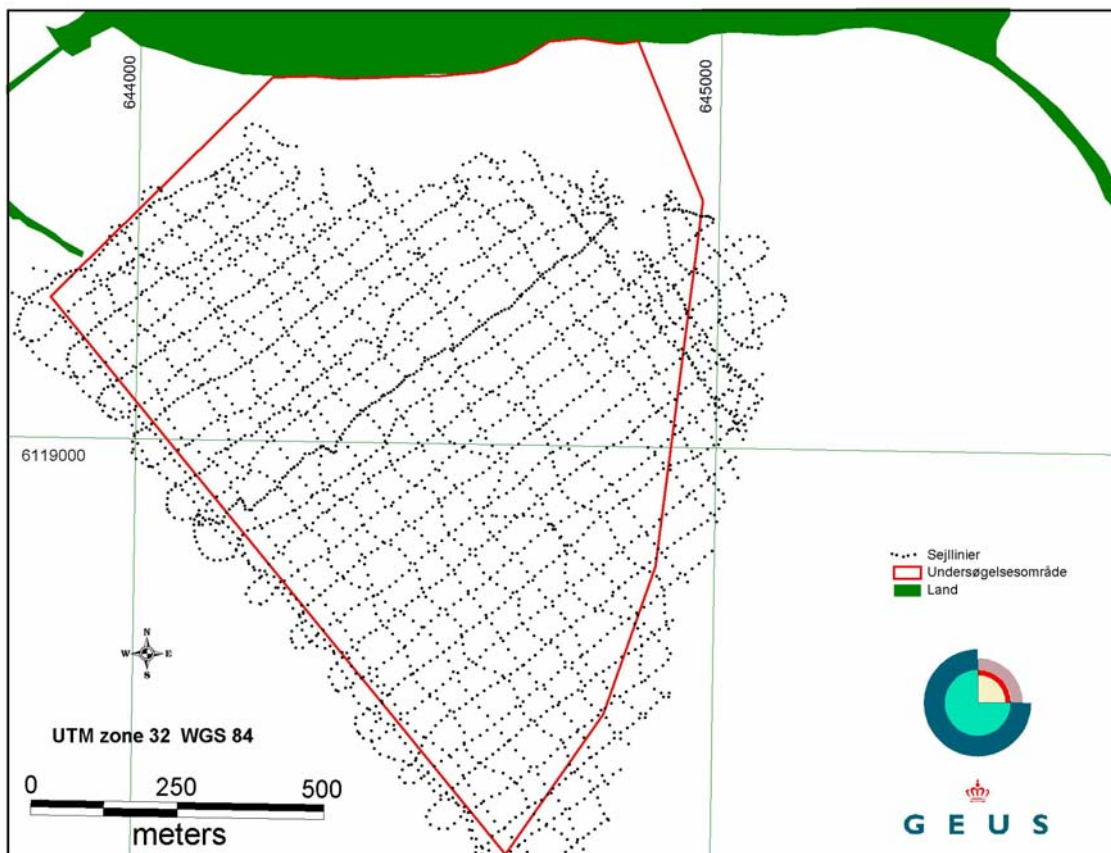
Der er foretaget et skøn over saltholdigheden i porevandet. Ifølge Bæltprojektets målinger /ref. 4 er saltholdigheden i overfaldevandet ned til omkring 10 m omkring 12.5 - 15 psu (= 0/00), medens det er mere variabelt 17.7 - 27 psu i dybdeintervallet 10 – 20 m. Erfaringsmæssigt er saltindholdet 1 a 2 psu højere i porevandet end i den højest almindeligt forekommende bundsalinitet. Det skønnes derfor at saltindholdet i sedimenterne på vanddybder mindre end ca. 10 m er omkring 17 g salt/l, i sedimenterne i de dybere dele af området i størrelsesordenen 29 g salt/l. Cloridindholdet kan skønnes ved at dividere med 1.8.

3. Resultater

På baggrund af navigationsdata, ekkolodsdata, seismiske data og boringsdata, er der foretaget en kortlægning i området mht. dybder, dyndtykkelse og morænelerets overflade.

3.1 Sejllinie kort

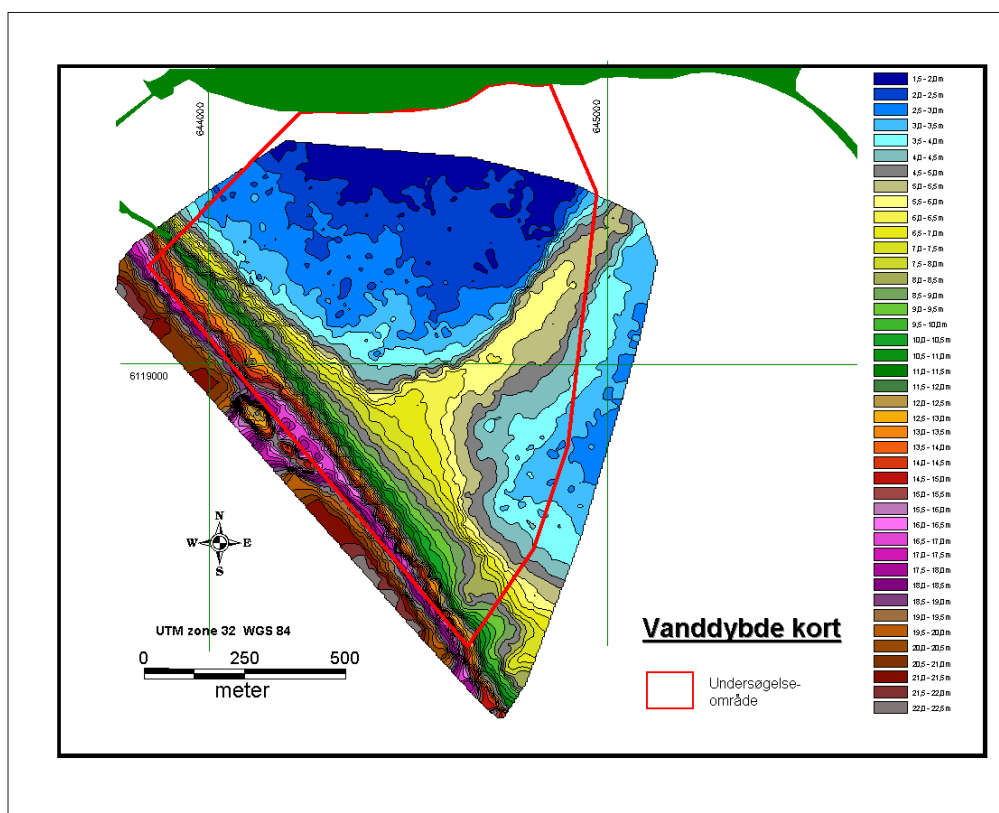
Sejllinie kortet viser positioner for de seismiske data samt dybdedata. Der er udtegnet en position for hvert 10 sekund.



Figur 3.1.1 Sejllinie kort for undersøgelsesområdet ved Stignæs 2002.

3.2 Vanddybder

Vanddybde kortet er udtegnet på baggrund af de indsamlede korrigerede data, som nævnt i afsnit 2.2.2. Der er anvendt MapInfo ved kortudtegningen og kortet er kontureret i Vertical Mapper. Vanddybderne (Se figur 3.2.1) er kontureret med en ækvidistance på ½ m.



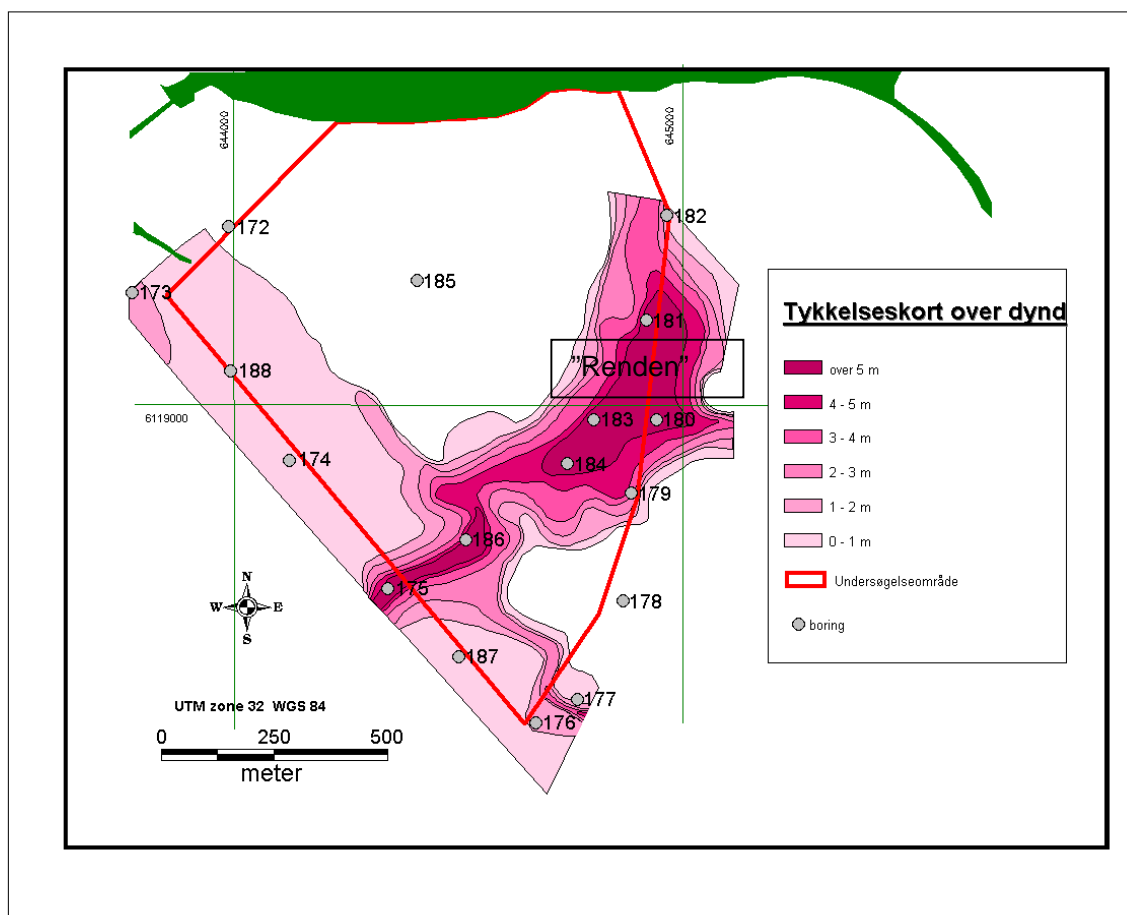
Figur 3.2.1 Vanddybde kort over undersøgelsesområdet ved Stigsnæs 2002.

Området kan karakteriseres som et svagt hældende flak område, med stigende vanddybde fra nord-øst mod sydvest i retning mod Agersø Rende. Vanddybden stiger i samme retning fra ca. 1,5 m inden for det kortlagte område til omkring 20 m ved undersøgelsesområdets sydvestlige afgrænsning på overgangen til Agersø Rende. Den sydøstlige del af undersøgelsesområdet gennemskæres af en nordøst-sydvest gående rende med vanddybder på ca. 6 m.

3.3 Seismisk kortlægning

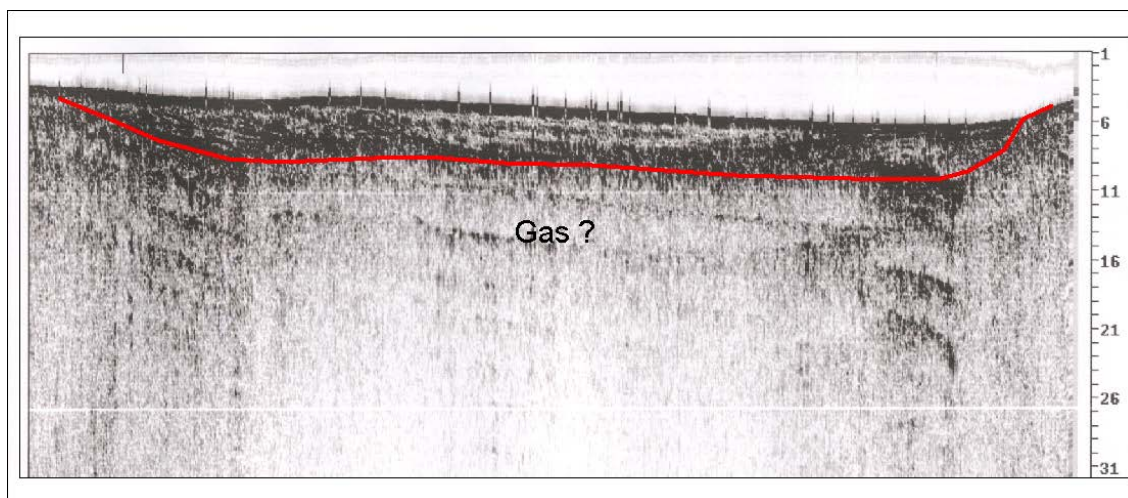
Der er foretaget en tolkning af de seismiske data med henblik på at lokalisere områder med dynd, senglacialt ler, sandede områder og andre sedimenttyper som kan være sætningsgivende i forbindelse med en inddæmning og opfyldning af området.

Baseret på de seismiske data er en karakteristisk seismisk enhed blevet kortlagt. Enheden, kan karakteriseres som en transparent seismisk enhed afgrænset i en rende formet struktur med relativt stejle sider mod nordvest og sydøst (figur 3.3.1). Strukturen følger i store træk den nordøst-sydvest gående rende kortlagt på vanddybdekortet (figur 3.2.1). I den seismiske kortlægningsfase foretaget forud for boreprogrammet (GEUS Rapport 2002/36 /Ref. 1) er denne enhed benævnt "Renden". I samme rapport blev endnu en struktur ud mod Agersø rende kaldet "Skulderen" kortlagt som et sydøstligt – nordvestligt rende/strøg. De udførte borer og den efterfølgende retolkning af de seismiske data har imidlertid gjort det muligt at en samlet kortlægning af tykkelsen og udbredelsen af enheden - i det efterfølgende fortsat kaldet "Renden" (se figur 3.3.1)



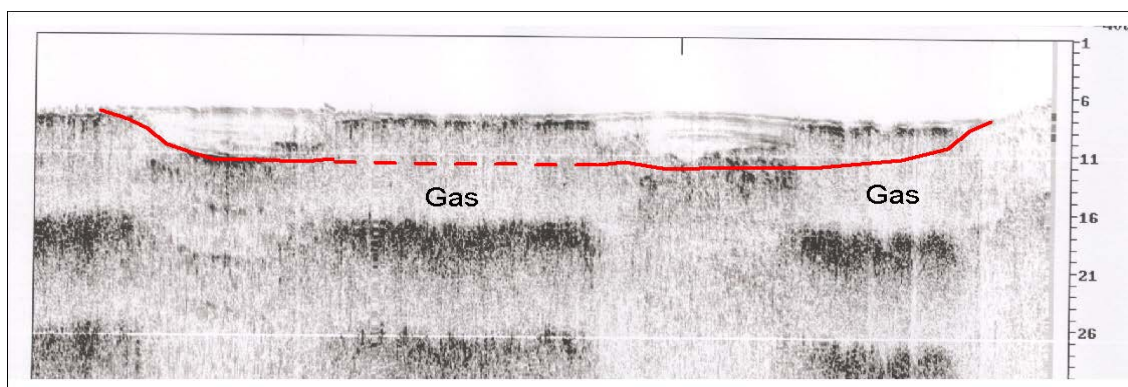
Figur 3.3.1. Tykkelseskort over den gytjeholdige enhed i "Renden". Stignæs 2002.

Kernen af den nordøst–sydvest gående rende kortlagt på vanddybde kortet (figur 3.2.1), kan ud fra de seismiske data tolkes, som værende en senglacial erosionsdal, der delvist er fyldt op med sedimenter fra fastlandstiden, delvist med marine sedimenter fra den efterfølgende havspejlsstigning. Sammenlignes den recente rende på vanddybdekortet figur 3.2.1 med tykkelseskortet over "Renden" ses at den recente rende er mindst. De seismiske profiler nedenfor illustrerer "Rendens" centrale del.



Figur 3.3.2. Seismisk profil fra "Renden". Stignæs 2002. Dybdeskala i meter.

Udfra det seismiske refleksionsmønster tolkes sedimenterne i "Renden" til at bestå af vekslende fin-kornede sand- og silt aflejringer med organisk rige horisonter, specielt langs flankerne af renden. I de centrale dele er der antydninger af en øvre mere ensartet enhed, hvilket fremgår af figurerne 3.3.2 og 3.3.3. Gassens tilstedeværelse kan medføre at tykkelsen af den kortlagte enheden er behæftet med en vis usikkerhed pga. en ændret seismisk lydshastighed, og at gassen skygger for data.



Figur 3.3.3 Seismisk profil fra "Renden" . Stignæs 2002. Dybdeskala i meter.

Det fremgår af de seismiske eksempler, at de organisk rige horisonter nær havbunden har udviklet så megen gas, at de seismiske data i dele af profilet, helt eller delvist forsvinder på grund af skyggevir-

ning fra gassen. Dette er mest udpræget i den nordøstlige del af "Renden", hvor større områder med gas skygger for de seismiske data. Da gassen imidlertid ikke dækker området kontinuerligt men - til fordel for tolkningen kommer og går - har det været muligt at kortlægge udbredelsen og tykkelsen af området.

De seismiske data er efter gennemførelsen af boreprogrammet blevet retolket og oplysningerne fra borebeskrivelserne indarbejdet. Denne retolkning har medført en række justeringer/præciseringer i forhold til den præliminære tolkning præsenteret i GEUS Rapport 2002/36 /Ref. 1.

3.4 Sedimentologisk tolkning

På baggrund af de seismiske tolkninger blev der udpeget en række borepositioner med henblik på dels at verificere de seismiske tolkninger, dels at fremskaffe materialer til vurdering af sediment egenskaberne. Der blev udført i alt 17 boringer fordelt over hele undersøgelsesområdet (se kerne logs i bilag A1 – A18). Kernerne kan overordnet opdeles i 3 kategorier af lagfølger:

- sand/moræner uden gytje udenfor "Renden" (boring 510172, 510178 og 510185)
- gytje med/uden overlejrende sand i "Renden" (boring 510175 til 510177, 510179 til 510184 samt 510186)
- gytje over moræner eller sand udenfor "Renden" (boring 510173, 510174, 510187 og 510188)

Boreoplysningerne og den seismiske tolkning fastslår, at materialet i den kortlagte rende består af gytje og/eller gytjeholdige silt- og finsandsaflejringer. Marginalt i "Renden" er gytje enheden gennem-boret (boringerne 510176, 510 177 og 510182) til de underlejrende enheder af moræner og smelte-vandsgrus og –sand. Centralt i "Renden" kan den maximale tykkelse af dyndlaget derimod ikke fastslås med bestemthed, hverken ud fra de seismiske data pga. gas eller ud fra boringerne, da disse ikke gennemborer enheden. Tykkelsen af den gytjeholdige enhed er på basis af seismik og boringer tolket og kontureret til et tykkelseskort (figur 3.3.1). De største lagtykkelser mere end 6 meter centralt i "Renden" bør således betragtes som minimums tykkelser.

"Rendens" udstrækning ses af tykkelseskortet at have en overordnet nordøstlig-sydvestlig retning med en forgrening mod sydøst i den ydre del. Tilsyneladende har "Renden" haft sin afstrømning mod sydvest til Agersø Rende, hvilket også antydes af dybdekortet. "Renden" tolkes til at være en senglacial erosionsdal, der delvist er fyldt op med sedimenter i fastlandstiden (smeltevandsaflejringer/tør), delvist af finkornede gytjeholdige, marine sedimenter fra den efterfølgende havspejlsstigning. Forekomsten af gytjeholdige aflejringer kan følges ud på større vanddybder. Således er der i boringerne 510173, 510174, 510187 og 510188 gennemboret gytjeflejringer med lagtykkelser på 0,5 – 1,0 m uden dæklag.

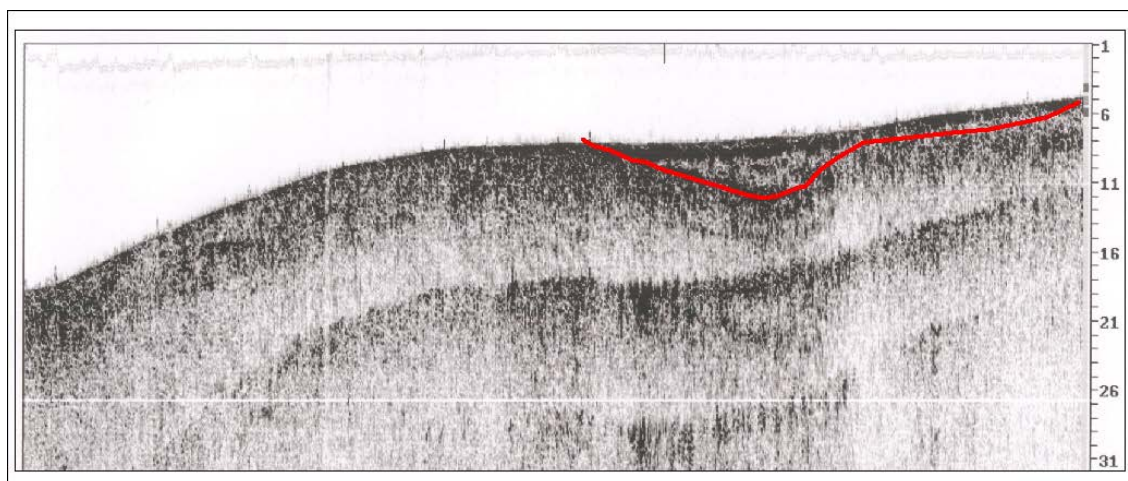
På de seismiske data ses stedvist et tyndt øvre lag adskilt fra den underlejrende, gytjeholdige enhed som udfylder den dybeste del af kanalen. Ud fra boringerne i den centrale del af "Renden" kan det dokumenteres, at der henover gytjeflejringerne i dette område findes et udbredt sandlag af hovedsagelig fint sand. De største mægtigheder ses i boringerne 510183 (1,80 m) og 510184 (3,55 m) med

aftagende lagtykkelser mod kanalens flanker. Sandlaget antages at være aflejret i løbet af havspejlsstigningen, hvor de tilstødende morænelersområder/landområder gradvis druknede. I takt hermed blev en del af disse grovere sedimenter mobiliseret og transporteret ud i den dybe del af bassinet/kanalen og som resultat heraf aflejret henover de finkornede gytjeholdige aflejringer. De gytjeholdige aflejringer er kraftigt konsolideret ved belastningen fra sandlaget og eventuelle andre borterode-rede lag.

Udover oplysningen fra boring 510172 udført i forbindelse med dette projekt er det i borerne udført i forbindelse med den tidligere kortlægning (GEUS Rapport 1999/48 /Ref. 2) af mulige sandforekomster til indfyldning i området påvist, at der findes egentlige tørvelag tæt på undersøgelseområdet. Disse er aflejret som ferskvandtørv i søer og lignende under fastlandstiden.

Områderne udenfor "Renden" præges af moræneler (boringerne 510178 og 510185). Moræneleret repræsenterer tilsyneladende to forskellige typer, en "slap" svagt konsolideret moræneler der dog bliver fastere med dybden (boring 510178) og en fast moræneler med stort indhold af kalkklaster (boring 510185). At kalken findes relativt tæt på havbunden i området er dokumenteret i borerne 510173, 510187 og 510188, hvor kalkoverfladen er påtruffet omkring kote -22 til -24 m. Det er dog sandsynligt, at kalkoverfladen er kraftigt påvirket af isoverskridelse. Det kan derfor ikke udelukkes, at kalken i borerne repræsenterer kalkflager i moræneaflejringerne.

Den seismiske kortlægning af "Rendens" sydvøstlige forgrening viser en mindre kanal, der er eroderet ned i det underliggende sediment af moræneler (boring 510 176 og 510177). Kanalen tolkes at være dannet i forbindelse med dannelsen af "Rendens" hovedkanal. Et eksempel på de seismiske data fra den sydvøstlige sidekanal ses af figur 3.4.1.



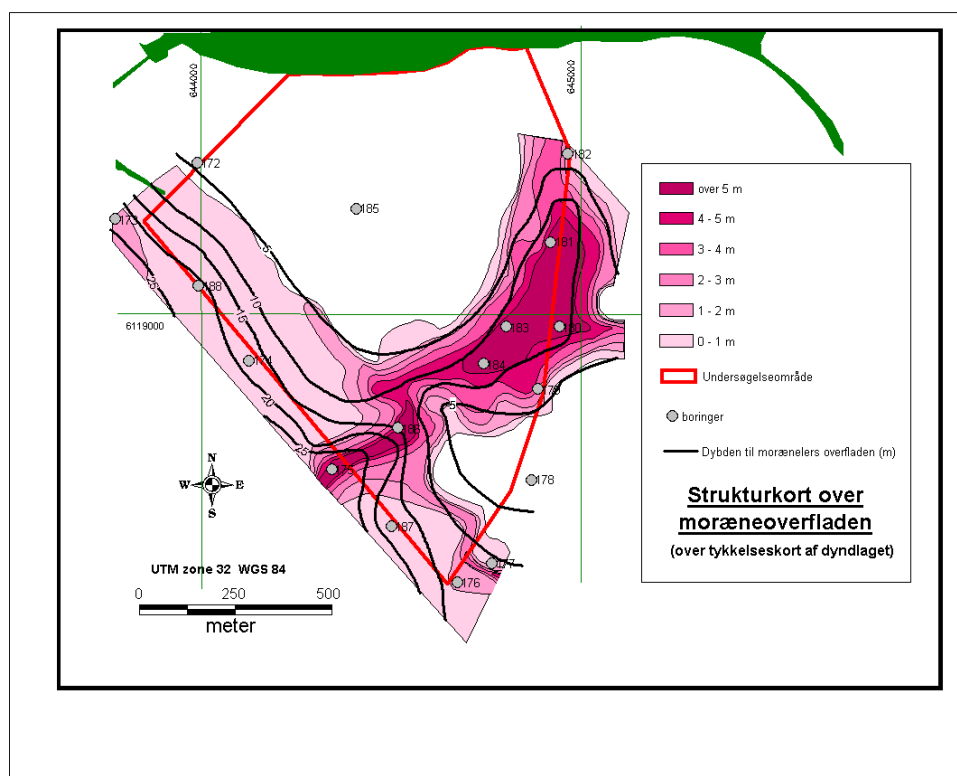
Figur 3.4.1. Seismisk profil fra "Rendens" sydvøstlige forgrening. Stignæs 2002. Dybdeskala i meter.

De seismiske data viser, at der ikke i dette område, er den samme lagdeling af fyldmaterialerne i renden som der er i området ved "Renden". Der er ligeledes heller ikke gas i sedimenterne i området, hvilket tolkes derhen, at der er et lavere indhold af organiske sedimenter her end i området ved Renden.

4. Kortlægning af morænelers overfladen

Ud fra en samlet tolkning af de seismiske data og borerne er der fremstillet et kort over strukturen af morænelersoverfladen (figur 4.1). Kortet angiver dybden under kote 0 til moræneoverfladen. Kontureringen er foregået manuelt med 5 m ækvidistance. Da en række af borerne centralt i "Renden" ikke når igennem til moræneoverfladen er der i denne del af området lavet en estimeret en topkote af moræneoverfladen under den dybeste del af "Renden" på baggrund af "Rendens" morfologi og ud fra fordelingen af de gytjeholdige aflejringer.

I områderne udenfor "Renden" ses morænelersoverfladen at ligge relativt højt. Baseret på de seismiske tolkninger og borerne står det klart, at indenfor disse flakområder fremstår moræneaflejringer direkte på havbunden. Havbunden i disse områder vil derfor forventeligt være delvis dækket af sten og blokke.



Figur 4.1. Konturkort over morænelersoverfladen som overlay til dynd-tykkelseskortet. Dybdekurverne angiver dybden under havoverfladen. Stigsnæs 2002.

5. Litteratur

Ref. 1: Jensen, J.B. & Leth, J.O., 2002: Stignæs Containerhavn. Seismisk kortlægning. GEUS Rapport 2002/36.

Ref. 2: Lomholt, S. et.al., 1999: The Baltic Gate. Vurdering af råstofforekomster: Geologi. GEUS Rapport 1999/48.













Ref. 3: Larsen, G et al. (1998): Vejledning i Ingeniørgeologisk beskrivelse. Dgf-Bulletin 1. Geoteknisk Forening.

Ref. 4: Miljøstyrelsens Bæltprojekt, 1976: Physical measurements in the open Danish Waters 1974-1977 and their storage.

Ref. 5: Munsells Soil Color Charts, 1998. Revised Edition. Gretag Macbeth, New York.







LEGENDE

LITHOLOGI

	Grus
	Sand, grus konglomeratisk
	gl Sand, groft
	Sand, mellem
	Sand, fint
	Heterolit, ler/finsand
	Heterolit, ler/silt
	Silt
	Ler
	Gytje
	Moræneler
	Kalk

SEDIMENT STRUKTURER

PRIMÆRE

	Parallel lamination
	Utydelig lamination
	Forstyrret lamination
	Skarp laggrænse
	Gradvis laggrænse
	Bølget laggrænse

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510172

POSITION: E 643913
N 6119191

Dybde: 2.5 m

Prøve dybde	Kerne	PKV m	Skala	Lito- logi	Geotekniske parametre	Beskrivelse	Miljø
	5					0-0.95 Skiftende lag af SAND mellem, fint og groft og GRUS optil 5 cm. m.marine skaller. Grå.	mar
	4		1			0.95-1.63 Skiftende tynde lag af fin-bladet TØRV af ålegræs til GYTJE og fint og mellem SAND. Færre sandlag nedefter. Blåmuslingskaller til 1.30 m. Oliven grå og lys grå. 7YR 3/2 Strandlagune miljø.	mar
	3		2		● ○ Oplødt	1.63 Stor flintesten-forstyrrelse i boringen?	
	2		3			1.70-2.20 SILT, groft finsandet, spredte gruskorn, Lys grå. N7 Spredet brune plante rester, tagrør?	glå
	1		4		○ C _v 15.5	2.20-3.00 MORÆNELER, ret siltrig i top, svagt blålig grå under 2.72 skift til gullig grå. 5Y 5/1	glå
						3.00-3.50 LER, ret fedt nederste 10 cm med få gruskorn, svag rødlig grå 2,5YR 4/2 med grå lodrette sprækker.	glå
						3.50- 3.65 SAND, mellem og fint, lag-delt enkelte grus-korn, grå 2,5Y 6/1	
			5			3.65-4.30 MORÆNELER, m.enkelte sandslirer, få sten inc. kalk-klaster, mellem grå- mørkgrå-brun 10YR 4/2	
			6				

07-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:

10	20	30	40	50	60
2	4	6	8	10	12
2	4	6	8	10	12

W %

GT %

C_v, c_v, t/m²

▼

■

○ ●

Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

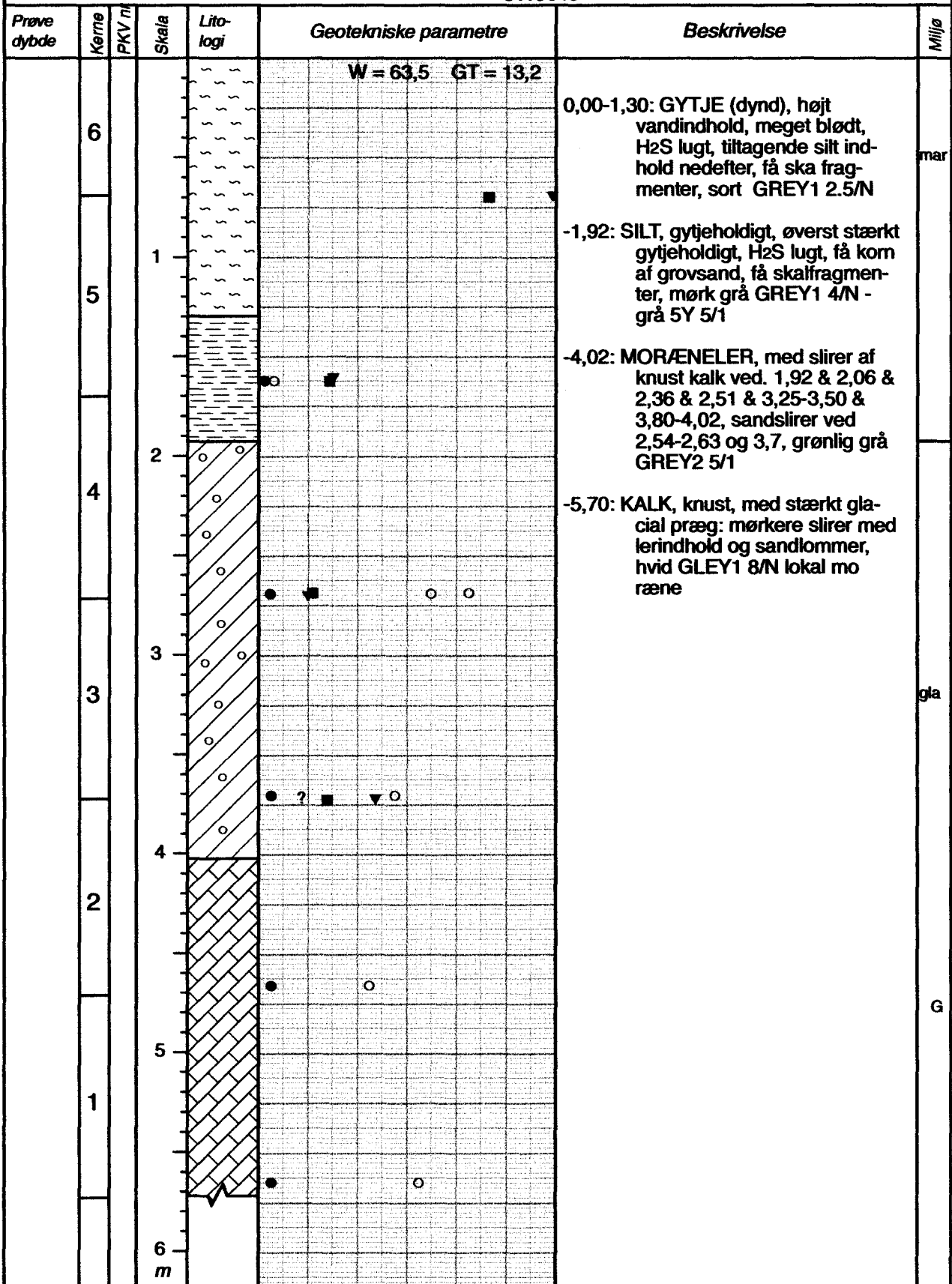
A2

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510173

POSITION: 643699
6119045

Dybde: 20.5 m

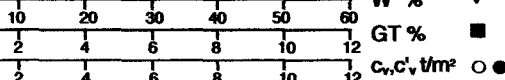


10-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:



W %
 GT %
 C_v, C'_v t/m²

Denmark og Grønlands
 Geologiske Undersøgelse

Bilag
A3

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-150174

POSITION: 644048
6118676

Dybde: 22,3 m

Prøve dybde	Kerne	PKV nr.	Skala	Lito- logi	Geotekniske parametre	Beskrivelse	Miljø
	6				■ ▼	0,00-0,97: GYTJE (dynd), stort vand indhold, svagt siltet, H ₂ S lugt, utydelig lagdelt, få skalfragmenter, få planterester, under 0,31: svagt sandet, ved 0,82: gren stump, meget mørk grå GLEY1 3/N	
	5		1		○ ■ ▼	-1,06: SAND, mellem, utydelig lagdelt, få gruskorn, svag H ₂ S lugt, få skalfragmenter, få planterester, grå 5Y 5/1	
	4		2		○ ■ ▼	-1,29: SAND, groft, utydelig lagdelt, få gruskorn, nederste 5 cm: rig på skalfragmenter - skalgrus, grå 5Y 5/1	mar
	3		3		○ ■ ▼	-1,82: SAND, fint, utydelig lagdelt, få gruskorn, nedeften: fint og mellem med flere gruskorn, skaller og skalfragmenter især ved 140, grå 5Y 5/1	
	2		4		■ ▼	-2,77. Heterolith: SAND, fint, siltet og SILT, finsandet, lagdelt, svagt gytjeholdigt, få gruskorn, mange skalfragmenter, grå 5Y 5/1	
	1		5		■ ▼	-3,19: SAND, fint og mellem, utydelig lagdelt, svagt siltet, gruskorn, skalfragmenter, ved 2,96-3,14: nogle sten og grenstump, grå 5Y 5/1	
			6		■ ▼	-3,93: SAND, mellem og groft, utydelig lagdelt, få gruskorn, enkelt sten, skalfragmenter, ved 3,59-3,82: mange skalstumper (Mytilus sp.), grå 5Y 5/1	
					■ ▼	-4,18: SAND, fint og mellem, utydelig lagdelt, gruskorn, få sten, mange skaller (Cardium sp.), grå 5Y5/1	flu
					■ ▼	-4,68: GRUS, fint og groft, sandet, få sten, i top: få skalfragmenter, grå 5Y 5/1	
					■ ▼	-5,16: SAND, fint og mellem, utydelig lagdelt, i top: gruskorn og sten, nedre del: med siltslirer og siltede lag, grå 5Y 5/1	gla
					■ ▼	-5,45: LER, siltet, i nedre del: med sandlag med planterester, grå 5Y 6/1	

07-05-02

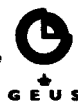
PK

Dato

Beskrivelse af:

10	20	30	40	50	60		W %
2	4	6	8	10	12		GT %
2	4	6	8	10	12		C _v , C _v ' t/m ²

Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

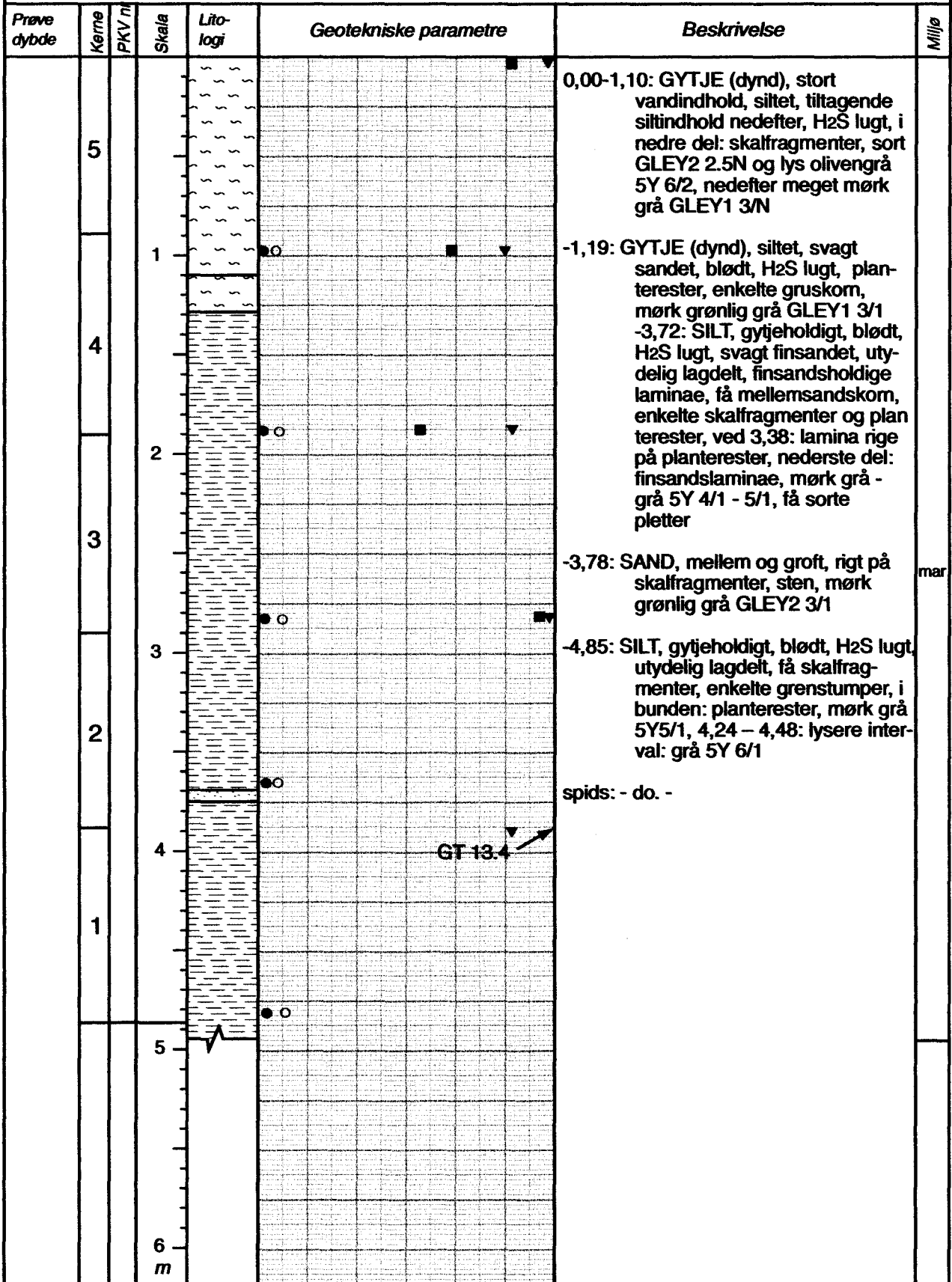
A 4

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510175

POSITION: 644265
6118393 m

Dybde: 22,0 m



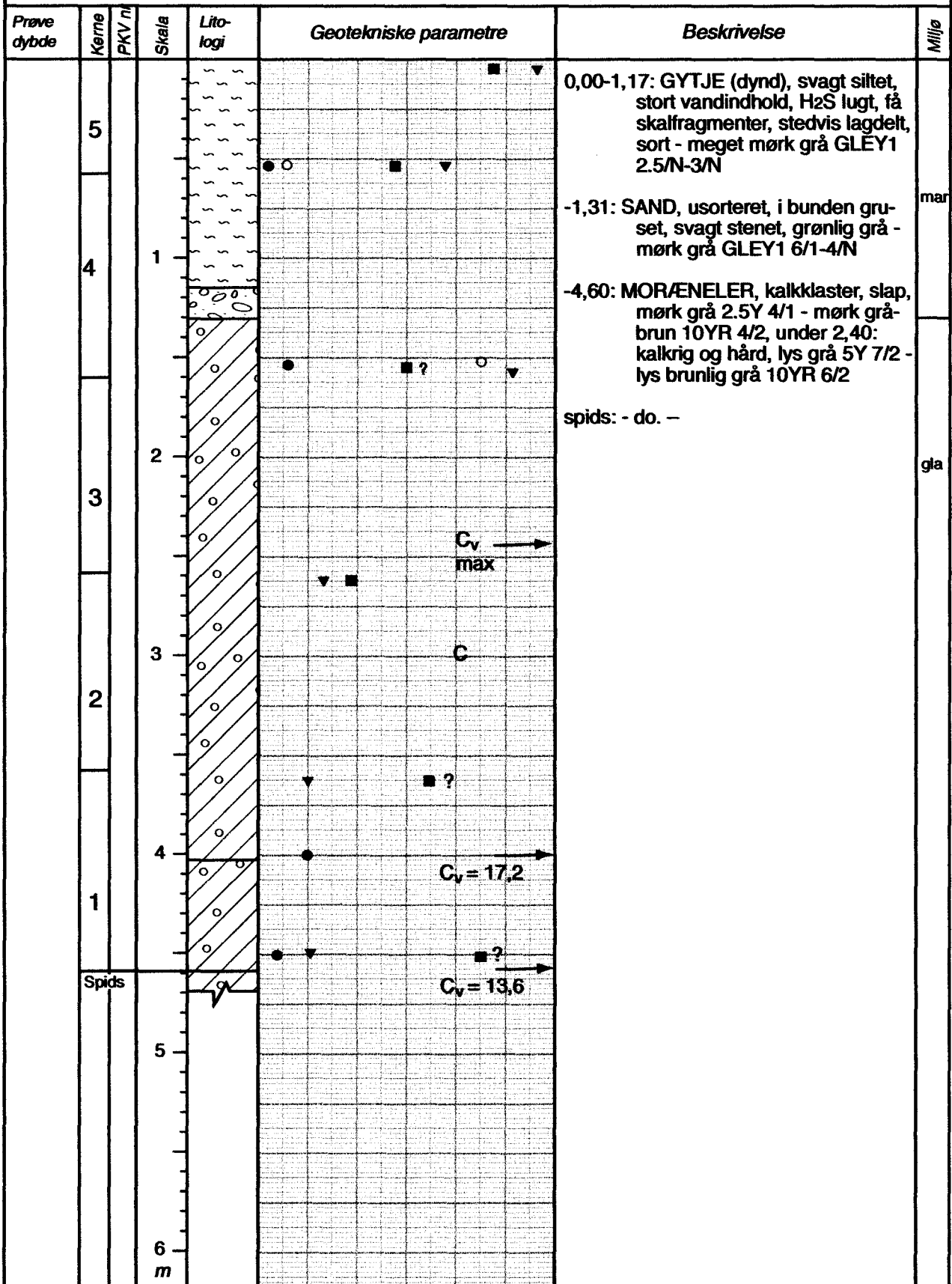
10-05-02	PK	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table>	10	20	30	40	50	60	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	W % GT % C _v , C _v ' t/m ²	▼ ■ ○ ●	Denmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse 	Bilag A 5
10	20	30	40	50	60																			
2	4	6	8	10	12																			
2	4	6	8	10	12																			
Dato	Beskrivelse af:																							

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

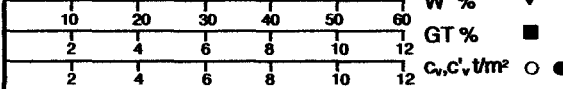
KERNE NR.: 131-09-510176

POSITION: 644593
6118097

Dybde: 12,0 m



16-05-02 PK
Dato Beskrivelse af:



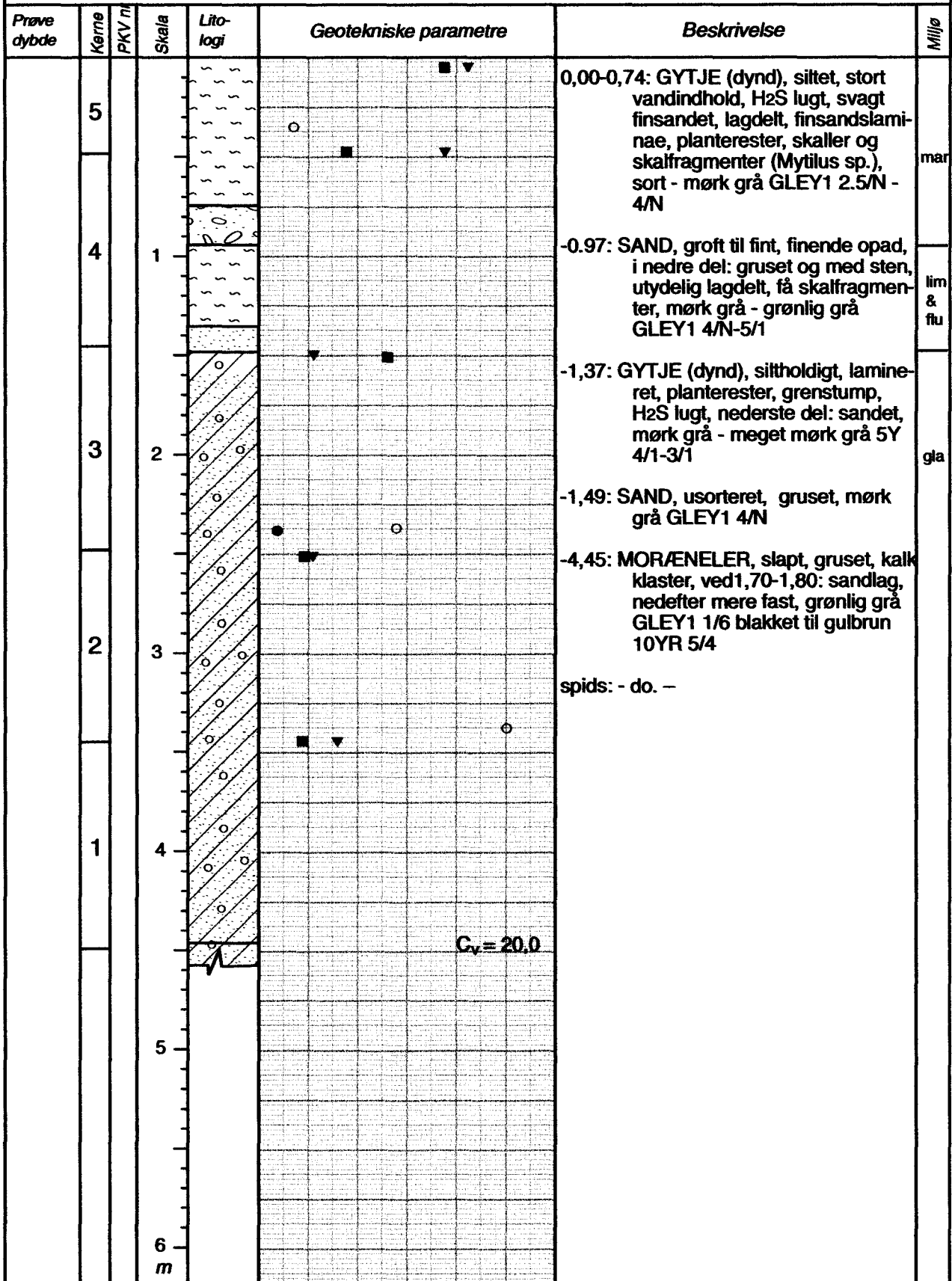
W % ▼
GT % ■
 $C_v, C'_v, t/m^2$ ○ ●

Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse

Bilag
A 6

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510177 POSITION: 644683 6118148 Dybde: 9,0 m



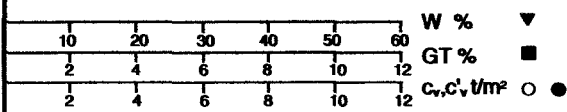
15-05-02	PK	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table>	10	20	30	40	50	60	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	W % ▽ GT % ■ C _v , C _v ' t/m ² ○ ●	Denmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse GEUS	Bilag A7
10	20	30	40	50	60																		
2	4	6	8	10	12																		
2	4	6	8	10	12																		
Dato		Beskrivelse af:																					

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510178 POSITION: 644785 Dybde: 3,7 m
 6118365

Prøve dybde	Kerne PKV nr	Skala	Lito- logi	Geotekniske parametre	Beskrivelse	Miljø
	3		1	▼ ■	0,00-0,03: GRUS, groft	
	2	1	1	● ○	-2,55: MORÆNELER, slapt, nedefter fastere, gulbrun 10YR 5/6	
	1	2	2	▼ ■	spids: -do.-	gla
	Spids		2	● ○		
		3				
		4				
		5				
		6 m				

18-05-02 PK
 Dato Beskrivelse af:



W % ▼
 GT % ■
 $C_v, C'_v, U/m^2$ ○ ●

Denmark og Grønlands
 Geologiske Undersøgelse

Bilag
A 8

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-150179

POSITION: 644803
6118603

Dybde: 2,5 m

Prøve dybde	Kerne	PKV nr.	Skala	Lito- logi	Geotekniske parametre	Beskrivelse	Miljø
				2		0,00-0,22: SAND, fint og mellem, nedre del: gytjeholdigt, få gruskom, få skalfrag- menter, grønlig grå GLEY2 6/1	
				1	● ○	-0,55: SAND groft, fingruset, få sten, skalfrag- menter, grønlig grå GLEY2 5/1	
				1		-0,91: SAND, fint, siltet, gytjeholdigt, H2S lugt, lamineret, tiltagende siltindhold nedefter, få skalfrag- menter, mørk grå 5Y 4/1	mar
				2	● ○	-1,80: SILT, blødt, utydelig lagdelt, øverst: finsandet, nedefter: tiltagende lerindhold og fastere, få sandlommer, gytjeholdigt, H2S lugt, grenstump, skalfrag- menter, mørk grå 5Y 5/1	
				3			
				4			
				5			
				6			
			m				

14-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:

10	20	30	40	50	60	W %
2	4	6	8	10	12	GT %
2	4	6	8	10	12	c_v, c'_v t/m ²



Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

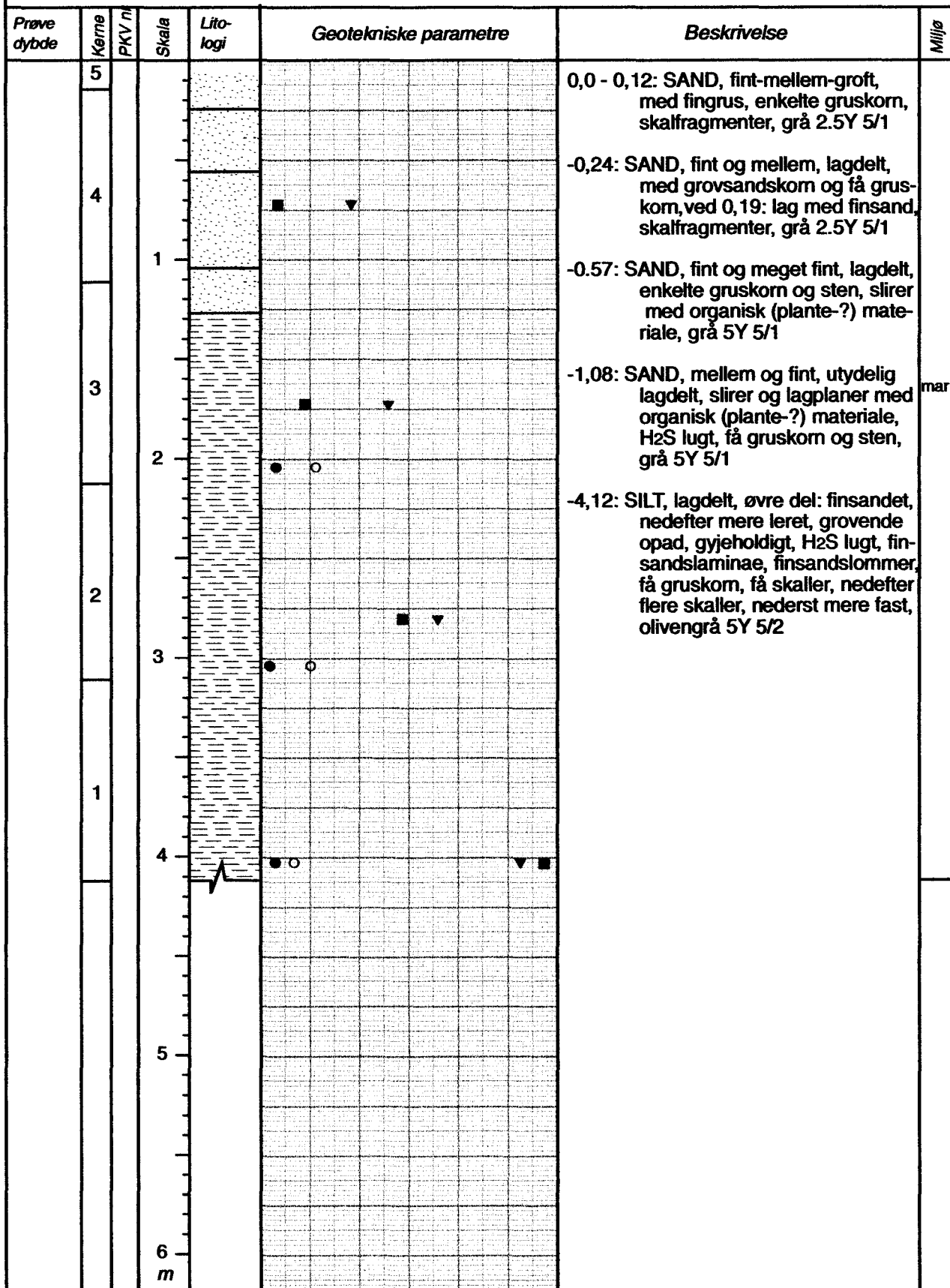
A 9

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510180

POSITION: 644858
6118766

Dybde: 3,7 m



07-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:

10	20	30	40	50	60
2	4	6	8	10	12
2	4	6	8	10	12

W %

GT %

C_v, C_v' t/m²

▼

■

○ ●

Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse

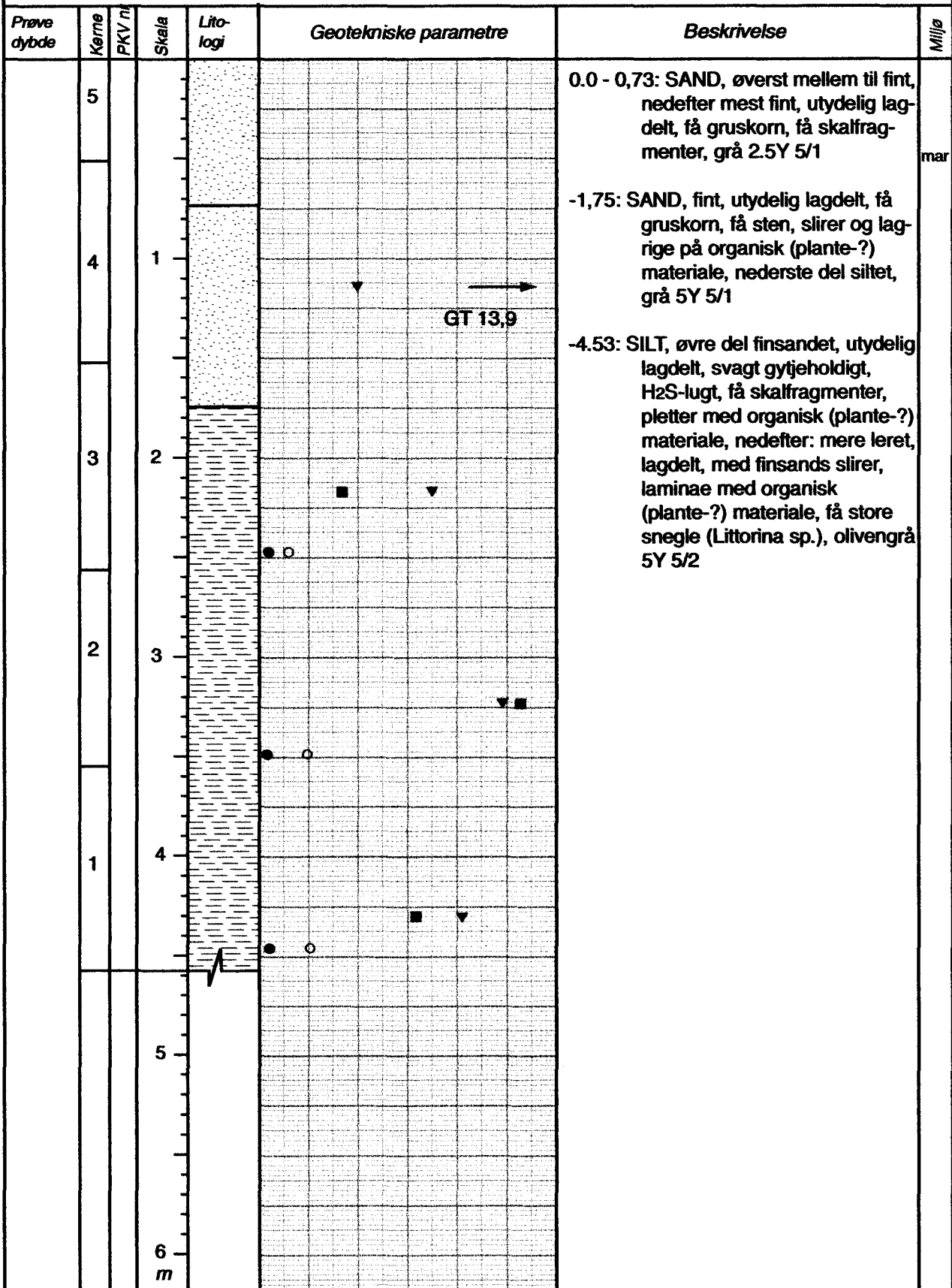


Bilag

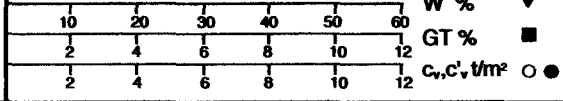
A 10

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510181 POSITION: 644835 Dybde: 5,5 m
 6118989



08-05-02 PK
 Dato Beskrivelse af:



▼ Danmark og Grønlands
 ■ Geologiske Undersøgelse
 ○ ● GEUS

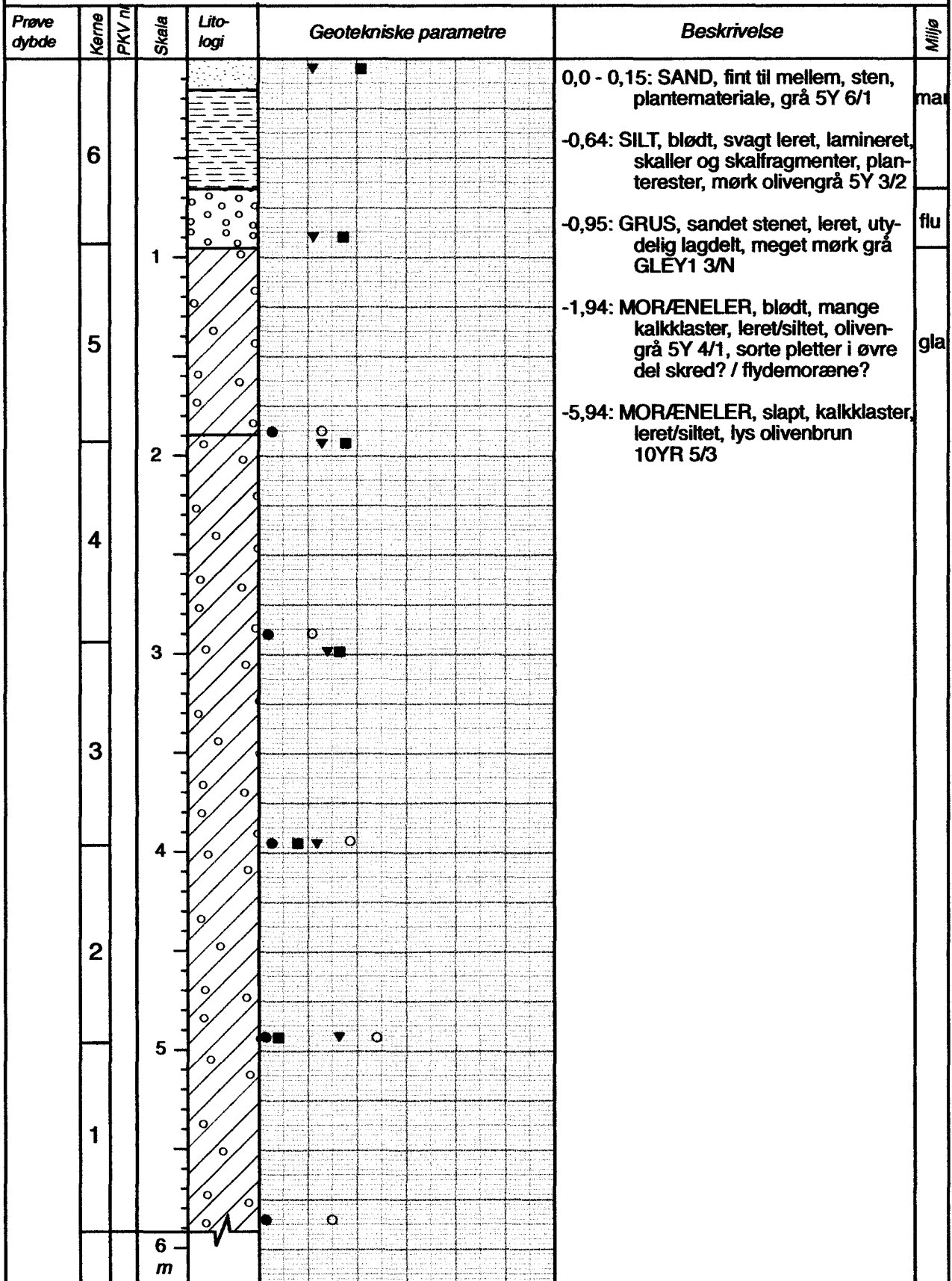
Bilag
A11

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510182

POSITION: 644881
6119216

Dybde: 3,3 m

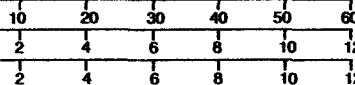


14-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:



▼

■

○ ●

Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

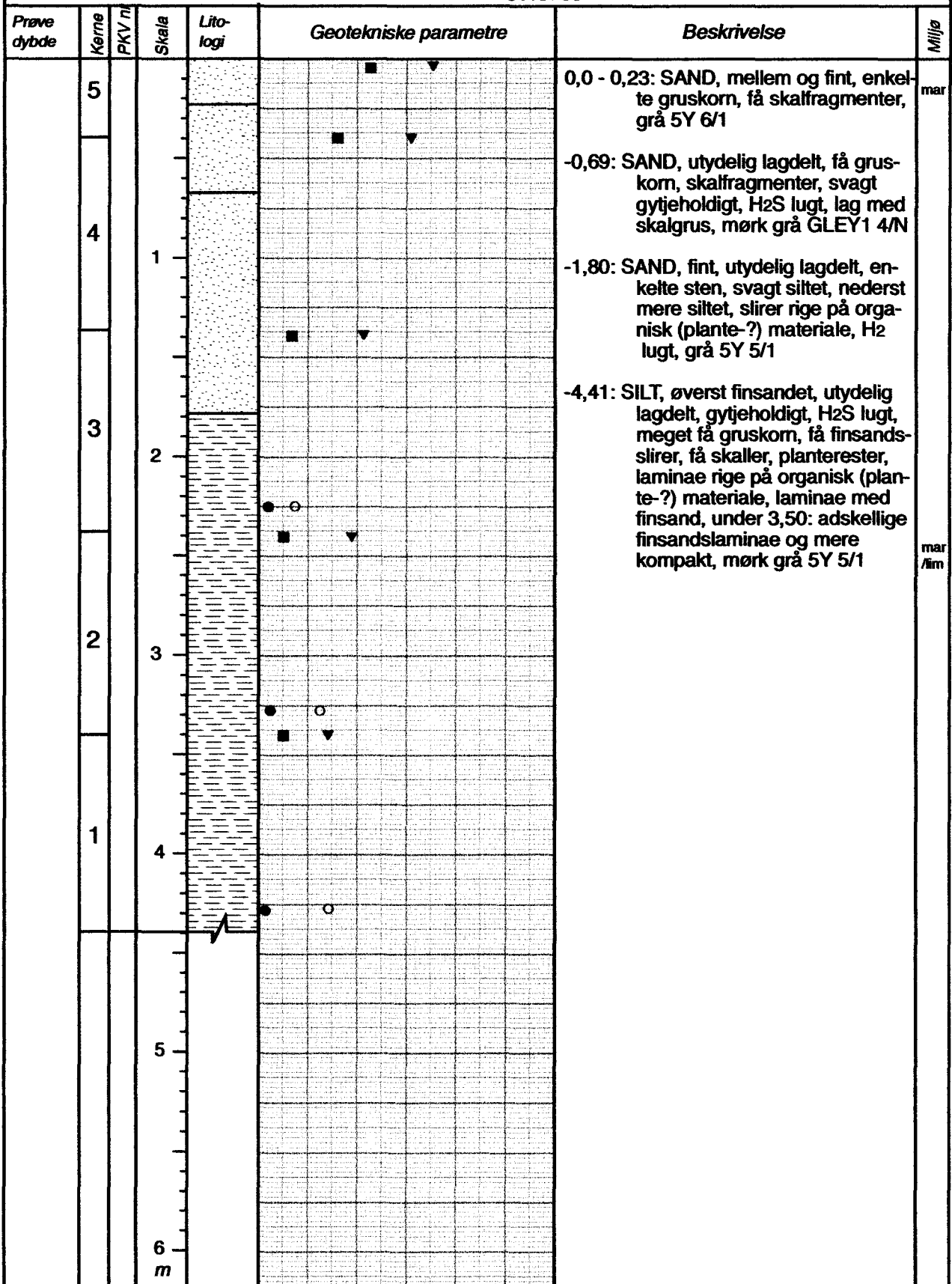
A12

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510183

POSITION: 644720
6118766

Dybde: 4,7 m

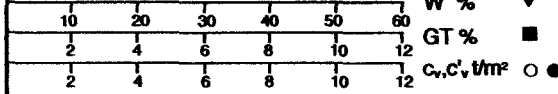


10-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:



Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

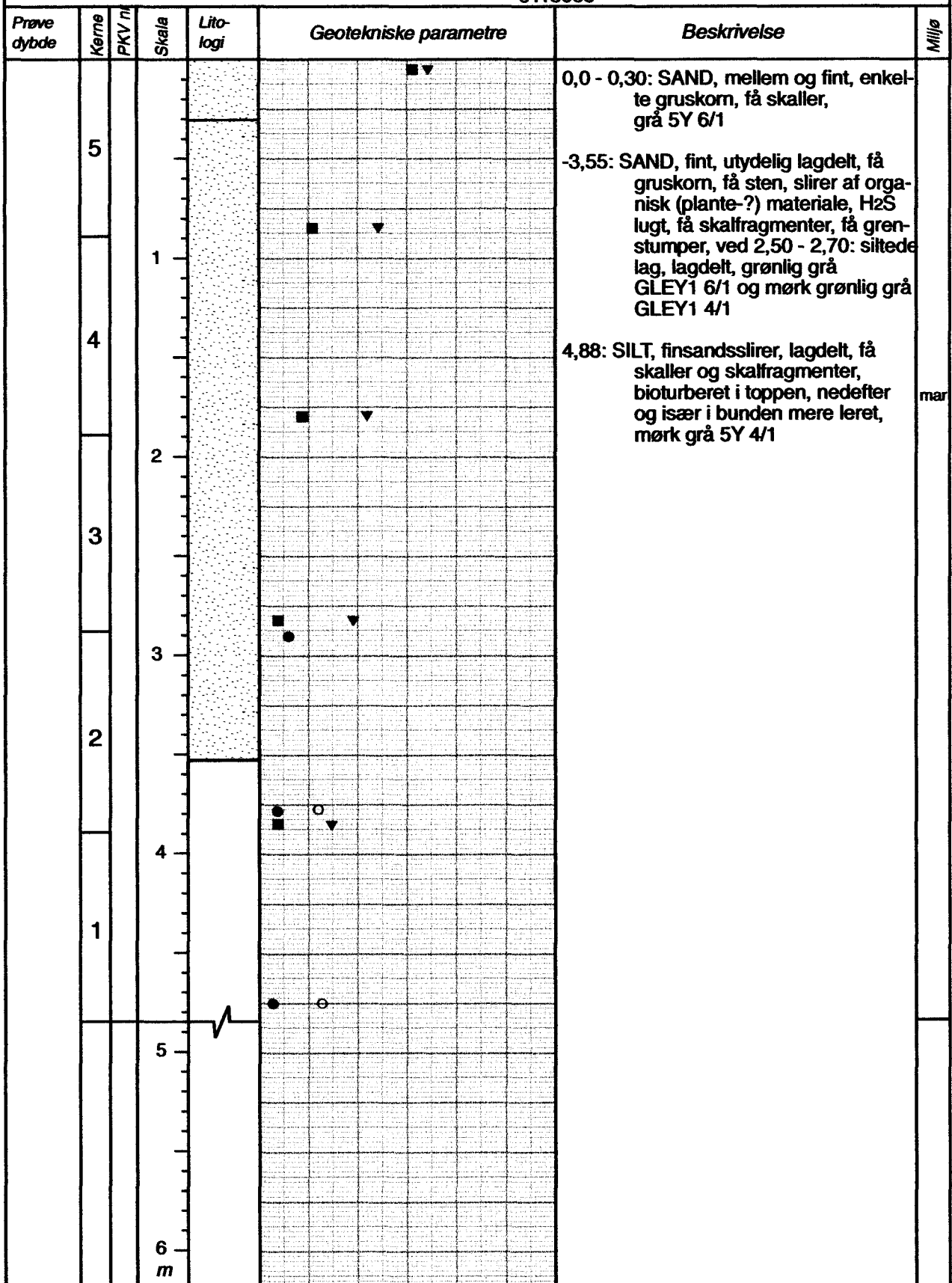
A 13

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510184

POSITION: 644661
6118668

Dybde: 4,0 m

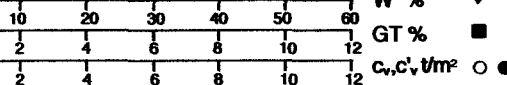


13-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:



Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

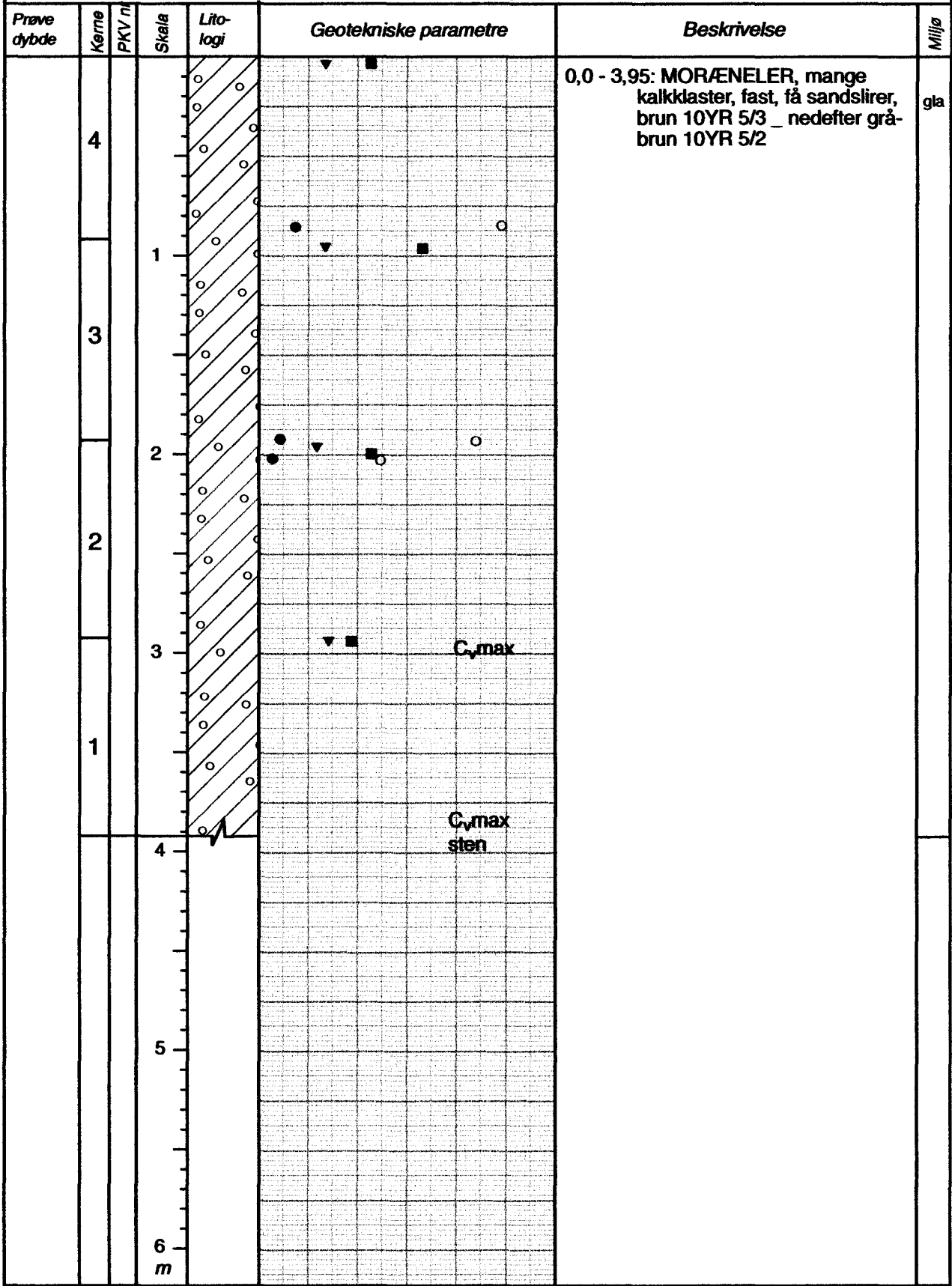
A 14

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510185

POSITION: 644329
6119072

Dybde: 2,5 m



15-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:

10	20	30	40	50	60
2	4	6	8	10	12
2	4	6	8	10	12

W %

GT %

C_v, C'_v t/m²

▼

■

○ ●

Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

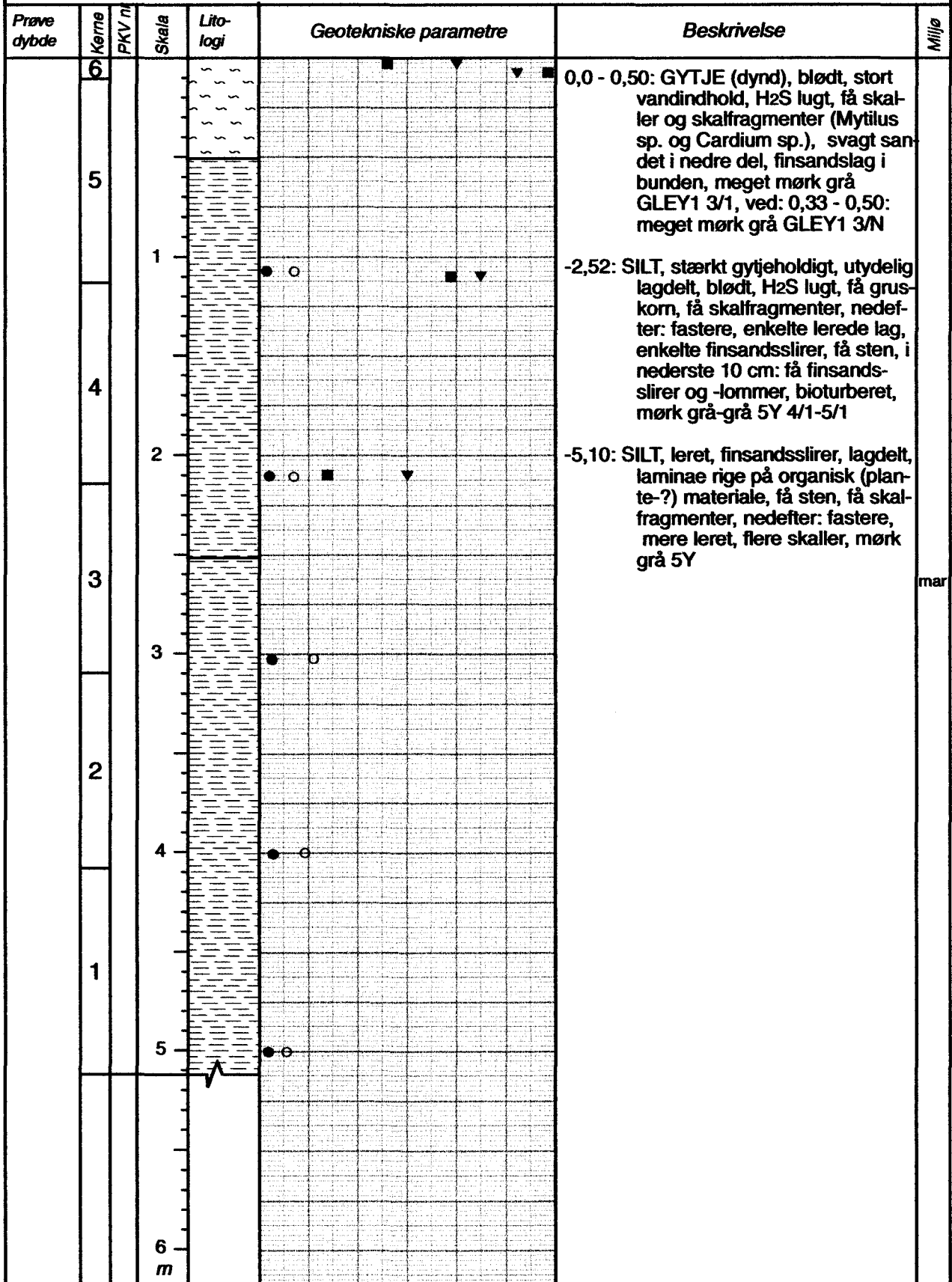
A 15

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510186

POSITION: 644437
6118501

Dybde: 8,5 m

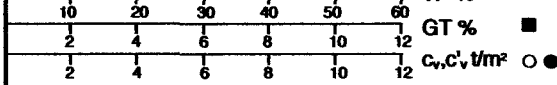


13-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:



▼ Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

A 16

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510187

POSITION: 644422
6118243

Dybde: 19,5 m

Prøve dybde	Kerne	PKV nr.	Skala	Lito- logi	Geotekniske parametre	Beskrivelse	Miljø
				▼		0,0 -0,87: GYTJE (dynd), meget blødt, stort vandindhold, svagt siltet, få skalfragmenter, sort GLEY1 2.5/N_3/N	mar
4				▼		-1,12: SAND, fint og mellem, utydelig lagdelt, få gruskorn, lomme af gytje, enkelte skalfragmenter, grå 5Y 5/1	
			1		■	-1,55: SAND, fint, mellem og groft, siltet, med fingrus og få kom af grovgrus, i bunden mere gruset, gulbrun 10YR 5/4	
			3		▼	-2,00: FINGRUS, sandet, med grovgrus, få sten, mørk gulbrun 10YR 4/4	
			2		■	-2,85: GROVGRUS, fingruset, finende opad, sandet, stenet, mørk gråbrun 10YR 4/2	flu
2						-3,44: STEN, stærkt gruset, sandet, gulbrun, 10 YR 5/4 residual?	
			2		▼	-3,60: KALK, knust, med glaciale sten, hvid GLEY1 8/N lokalmoræne?	
			3		■	Spids: -do.-	
			1				
			4		Ingen C_v målinger.		gla
			5				
			6				
			m				

14-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:

10	20	30	40	50	60
2	4	6	8	10	12
2	4	6	8	10	12

W %

GT %

C_v, C'_v /m²

▼

■

○ ●

Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

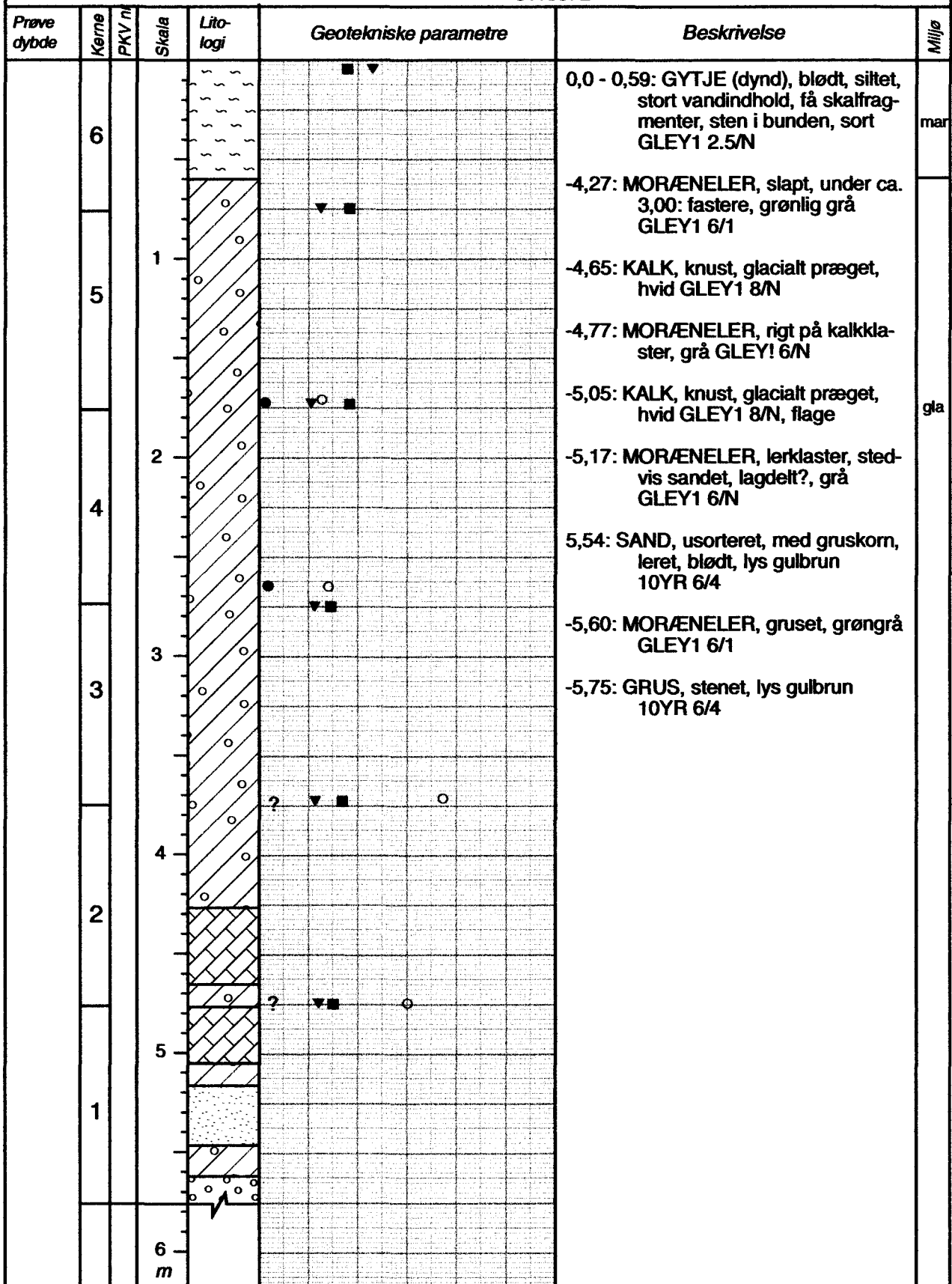
A 17

SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 131-09-510188

POSITION: 643916
6118872

Dybde: 18,0 m

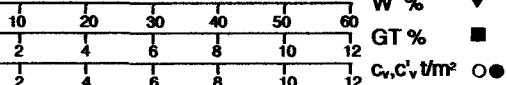


15-05-02

PK

Dato

Beskrivelse af:

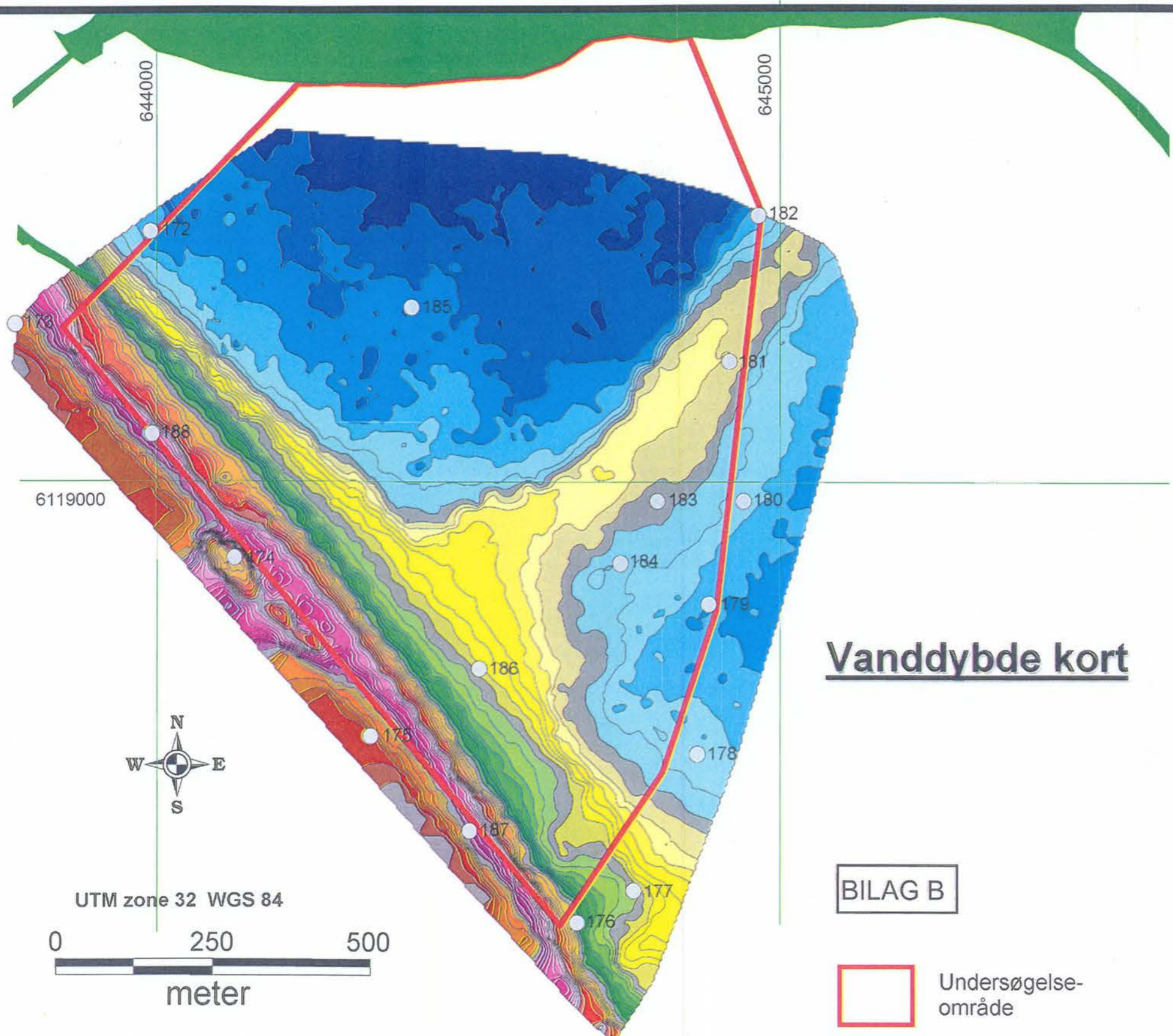


▼ Denmark og Grønlands
Geologiske Undersøgelse



Bilag

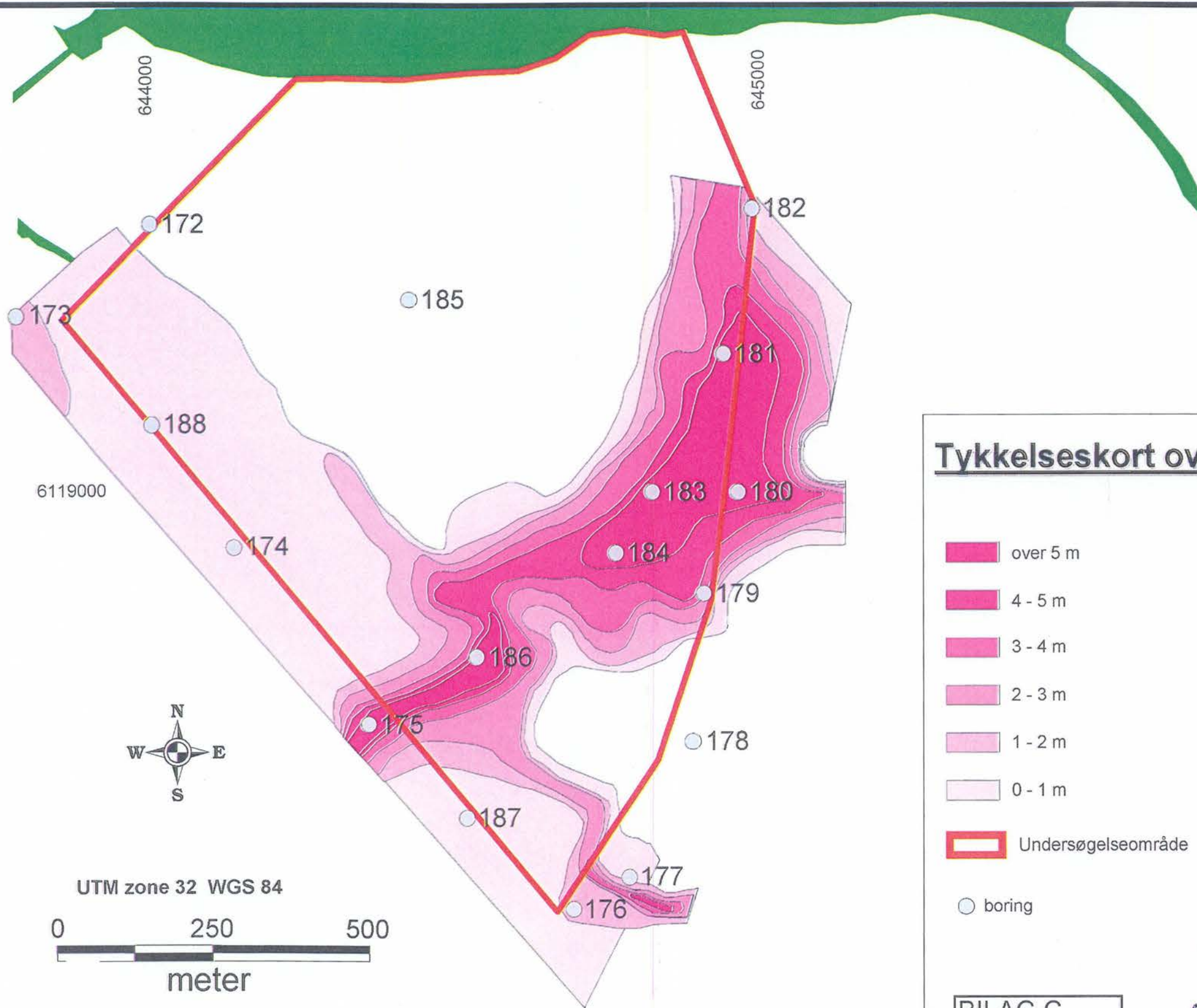
A18





Vanddybde kort

BILAG B

 Undersøgelse-
område

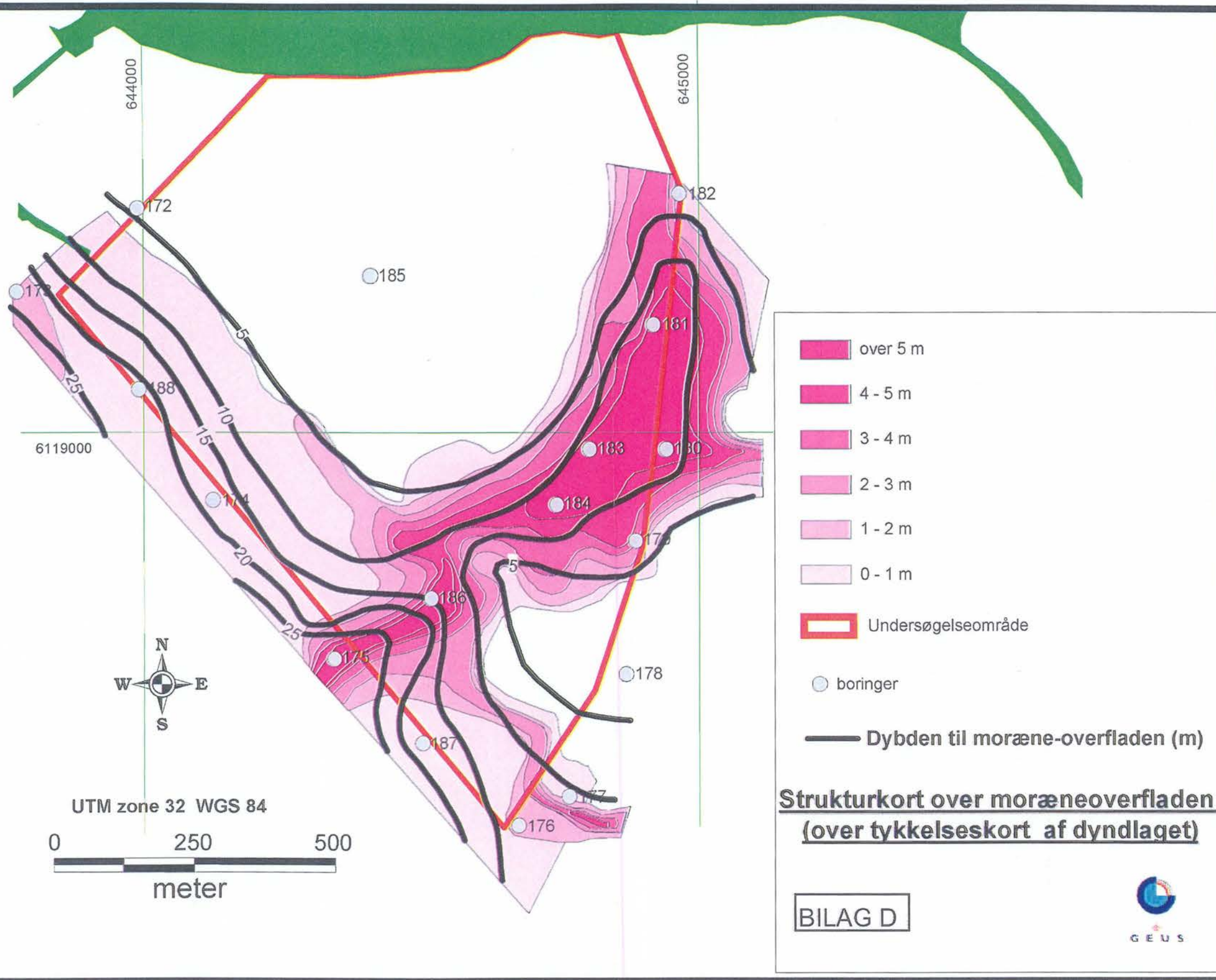


Tykkelseskort over dynd

-  over 5 m
-  4 - 5 m
-  3 - 4 m
-  2 - 3 m
-  1 - 2 m
-  0 - 1 m
-  Undersøgelseområde
-  boring

BILAG C





**Strukturkort over moræneoverfladen
(over tykkelseskort af dyndlaget)**

BILAG D



