

Seismisk opmåling af Grenå Havn

Kortlægning af molertracéer i Planethavnen
nord for Grenå Havn

Jørgen O. Leth



Seismisk opmåling af Grenå Havn

Kortlægning af molertracéer i Planethavnen
nord for Grenå Havn

Jørgen O. Leth

Indhold

1.	Introduktion	3
2.	Metoder og udstyr	4
2.1	Dataindsamling	4
2.2	Bathymetri	4
2.3	Sparker.....	4
2.4	Navigation	7
3.	Processering og tolkning af data	8
3.1	Seismiske data	8
3.1.1	Processering af seismikken.....	8
3.1.2	Udarbejdelse af kort.....	8
3.1.3	Usikkerheder	8
3.2	Tolkning af lagene	9
4.	Konklusion	11
5.	Referencer	12
6.	Bilagsoversigt	13
	Bilag 1: Tykkelsen af gytje-/tørvelag og dybdekurver til bund gytje-/tørvelag (A3 kort i indstikslomme)	13
	Bilag 2: Tykkelseskort over sandlaget på havbunden (A3 kort i indstikslomme)	13
	Bilag 3: Tolkede seismiske profiler af center linier.....	13
	Bilag 4: Boreprofiler over anvendte boringer.....	13

1. Introduktion

Nærværende rapport er udarbejdet for Rohde Nielsen A/S i forbindelse med en større udvidelse af Grenå Havn mod nord - den såkaldte Planethavn - omfattende ca. 600 m forlængelse af kaj og ca. 500 m dækmole. GEUS har i den anledning foretaget en opmåling af havbunden og de underliggende sedimenter baseret på nye og eksisterende seismiske sparker data samt informationer fra eksisterende borer i havneområdet.

Formålet har været at undersøge den geologiske opbygning i mole tracéerne med hensyn til at

- vurdere tykkelsen af sandlaget på havbunden
- vurdere tykkelsen af det underliggende ustabile dyndede lerede/siltede lag (gytjen)
- vurdere dybden til de underliggende stabile lag af sand/silt/ler eller moræner.

2. Metoder og udstyr

2.1 Dataindsamling

Mobilisering og indsamling af seismiske data foregik i dagene 4 – 6 februar 2004. Fartøjet "Skjold" inklusiv bemanning var stillet til rådighed for opmålingen af Rohde Nielsen A/S. Basishavn for undersøgelsen var Rohde Nielsen A/S's egen havn i Grenå. Her foregik til- og afrigning med hjælp fra Rohde Nielsen A/S medarbejdere. RTK-navigationen etableret i Grenå Havn blev benyttet under opmålingen.

Der blev i alt indsamlet ca. 12.000 m seismiske linier. Liniernes placering fremgår af figur 1.

I moletracéen blev der indsamlet seismiske data i en centerlinie samt 4 linier parallelt hermed i afstanden hhv. 15 m og 30 m på hver side af centerlinien. For at optimere dækningsgraden opdelt opmålingen af moletracéen i hhv. 5 nordøst-sydvest linier og 5 nordvest-sydpøst linier (hhv. NS-linierne og EW-linierne).

Opmålingen af miljødæmningen blev foretaget i en centerlinie og to parallelle linier i 15 m afstand på hver side af centerlinien. Her opdeltes liniestykkerne i 3 nordøst-sydvest linier og 3 nordvest-sydpøst linier (hhv. MD-EW-linierne og MD-NS-linierne).

Der blev desuden foretaget opmåling langs 4 linier, der hver især forbinder de eksisterende borer med nye seismiske data med henblik på at anvende informationerne fra borerne til tolkningen af de seismiske profiler.

2.2 Bathymetri

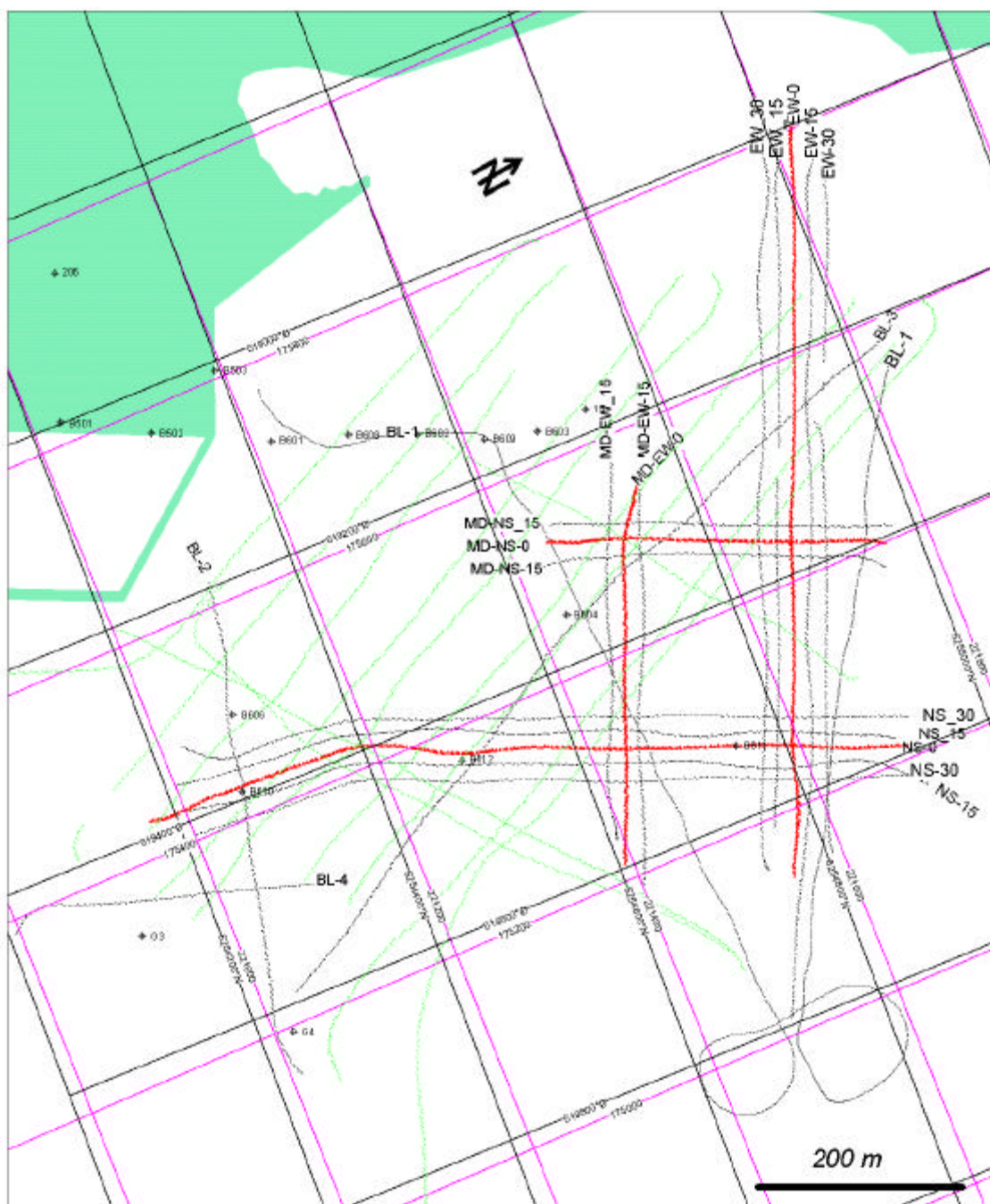
En detaljeret opmåling af vanddybderne i havneområdet er blevet foretaget af Rohde Nielsen A/S fra "Skjold" efter de seismiske opmålinger.

2.3 Sparker

En Sparker virker i princippet som et Ekkolod, men på grund af en kraftigere lydimpuls, kan den give oplysninger om bundens opbygning ned til omkring 50 meter alt efter typen af sediment og den energi sparkeren tilføres.

Til opmålingen anvendtes en sparker af typen GeoSpark 200 fra GeoResources. Sparke- ren er monteret med 200 tips, en HV strømforsyning på 3-4 kVA, 220 V og med et skudin-

terval på $\frac{1}{2}$ sekund. Den anvendte streamer var en Design Project 8 element streamer med en kabellængde på 2,8 m. Data blev opsamlet med Delph Elics Seismic dataopsamlingssoftware i SegY-format på en HP Kayak XU med datalagring på harddisk. Rådata blev udprintet under sejladsen på en printer af typen Alden 9315 CTP. Sparkeren blev trukket omkring 13 meter efter skibet.



Figur 1: De opmålte moletracéer nord for Grenå Havn med angivelse af de seismiske sparker linier indsamlet i hhv. februar 2004 (sorte) og juni 2000 (grønne). Eksisterende boringer anvendt i tolknings arbejdet er angivet med borningsnumre. På kortet er angivet 2 koordinatsystemer WGS84 (sort net) og System 34 (Jylland-Fyn) (lilla net). Den eksisterende havn ses øverst i billedet. Bemærk nordpil.

2.4 Navigation

Til positionering anvendtes skibets Sercel RTK navigation, der via interface var koblet til GEUS' navigationsprogram NaviPac for fastlæggelse og lagring af de seismiske liniers positioner. Forud for opmålingen foretog Rohde Nielsen A/S en kalibrering af referencepunkter.

Der var ikke installeret gyro ombord på "Skjold".

Det anvendte navigationsprogram var NAVIPAC survey software. Dataopsamling foregik i UTM projektionen, WGS84 (zone 32) og blev lagret i EIVA-format. Der er korrigeret for sparkerens placering i forhold til antennen, således at både antenne positionen og positionen for sparkeren er registreret.

3. Processering og tolkning af data

3.1 Seismiske data

3.1.1 Processering af seismikken

De indsamlede seismiske data er af relativ god kvalitet, med et rimeligt signal/støj forhold. Det største problem ved data har dog været de gentagne refleksioner mellem havbunden og vandoverfladen (kaldet multipler), der skyldes havbundens relative høje hårdhed. Der har i efterprocesseringen af data forgæves været forsøgt at fjerne disse multipler/ringninger ved hjælp af prediktiv dekonvolution. Den endelige processering af data, inden tolkningen, består i følgende: Data er først påført et High/low pass filter i intervallet 240 – 2000 Hz for at filtrere evt. støj fra, derefter en TVG-gain (1-50 ms) med et vindue på 0.4 ms, til at forstærke det seismiske signal i dybden og til slut en horisontal stacking med faktor 3-4.

3.1.2 Udarbejdelse af kort

Til dybdekonvertering af kortene er følgende formel anvendt: $\text{dybde} = (\text{tovejstid} \times \text{hastighed})/2$. Tovejstiden er aflæst på seismikken, hastigheden er anvendt til 1500m/s både gennem vand og sediment.

Kontureringen af kortene er foregået manuelt, på baggrund af de seismiske data. De tolkede data er herefter digitaliseret i GIS-programmet MapInfo.

Det har været muligt at kortlægge tykkelsen af det sandlag, der ligger direkte på havbunden i den største del af området (bilag 2). Endvidere er der udarbejdet et kortbilag (bilag 1), der dels viser den samlede tykkelse af gytjelaget og det underliggende tørvelag, der i størstedelen af området underlejrer gytjen, dels dybden under havbunden til bunden af disse lag.

3.1.3 Usikkerheder

Seismisk opløsning relateres til hvor tæt to punkter kan være på hinanden og stadig skelnes imellem. Den horisontale opløsning er tilnærmelsesvis lig den dominerende bølgelængde (λ). Bølgelængden er givet ved $\lambda = V/f$, hvor V er hastigheden og f er den dominerende frekvens. Den vertikale opløsning er lig 1/4 af bølgelængden (se tabel 1).

Hastighed i materiale	Horisontal opl. (m)	Vertikal opl. (m)
1500 m/s i ukonsolideret sediment	0,75 - 1,88	0,19 - 0,47
2500 m/s i relativt blød overfladenær Kalk	1,25 - 3,13	0,31 - 0,78
3000 m/s i relativt hård overfladenær Kalk	1,5 - 3,75	0,38 - 0,94

Tabel 1. Optimal horisontal og vertikal opløsning på Sparker-profilerne. Opløsningen må forventes at være ringere pga. støj. (Se definition på opløsning i teksten).

Forskellige usikkerhedsparametre ved den seismiske metode gør således, at tolkningerne er forbundet med en vis usikkerhed. Tilstedeværelse af 1 – 3 multipler pga. den relative lave vanddybde slører til tider det seismiske refleksioner på en sådan måde at den vertikale opløsning af reflektorerne på seismogrammet i det aktuelle tilfælde ligger i den øvre ende af intervallet for ukonsoliderede sedimenter (tabel 1) dvs. omkring 0,50 m.

3.2 Tolkning af lagene

Som underlag for de løse sedimenter i undersøgelsesområdet findes faststående kalk. Kalken ses tydelig på den seismiske linie EW-0 (bilag 3). I kalken er der antydninger af erosionskanaler af flere generationer, der gennem tiden har benyttet erosionsdalen i Kalken som skabelon. De ældste af disse kanaler er udfyldt af sandede og lerede smeltevandssedimenter i sen-glaciertiden (se f.eks. boringerne B604 og B15). Henover disse sedimenter findes typisk et tørvelag på 1-3 m tykkelse (se boringerne B601 – B604). Over tørvelaget følger en aflejring af marint gytje, hvis udbredelse overordnet følger strukturen af den underliggende nordøst-sydvest orienterede erosionskanal.

Det har været muligt at kortlægge tykkelsen gytje-/tørvelaget og bunden af dette indenfor moletracéen. Bunden er irregulær og ujævn og har en maksimal dybde på ca. 12 meter (se bilag 1). Gytjelaget er indenfor tracéområdet gennemboret i boringerne B604, B611 og B612. I kanten af kanalen, på dennes nordvestlige flanke, bliver den gennemboret af boring B15. Der er en uvis usikkerhed på boringens position, da den er fra 1967 og er plottet vha. pejling. De seismiske tolkninger er illustreret i de tolkede profiler af moletracéens centerlinier i bilag 3.

I forbindelse med en seismisk undersøgelse foretaget af GEUS i 2000 for Grenå Havn blev lagfølgen - med informationer fra boring B12 – tolket til at en enhed af smeltevandssand i omegnen af boring B12 overlejrer kalken. Herover ligger senglacialt fedt ler, der alene, eller sammen med andet sediment, udfylder endnu en erosionskanal, hvorover en endnu yngre kanal er lokaliseret.

Denne dybe erosionsdal i Kalken, dens placering, orientering samt optræden af ferskvandssedimenter under de marine aflejringer, gør det sandsynligt, at der findes en sammenhæng mellem dette kompleks af erosionsdale og den østlige ende af Kolindsund lavning. Kolindsund lavning er en dyb nedskåren dal, der enkelte steder ero-

dere ned i Kalken. Her findes ligende aflejringer af dybtliggende ferskvandssedimenter under marine sedimenter (Pedersen & Petersen, 1997).

Over den største del af undersøgelsesområdet findes aflejret et lag af marint finsand direkte på havbunden. Sandet, der betragtes som recent – sub-recent, vil være udsat for den strøm- og bølgepåvirkning, der findes i og omkring havnen. Det antages, at denne påvirkning kun bevirker en minimal sedimenttransport.

Fordelingen af sandlaget er kortlagt (se bilag 2). Bortset fra to sandakkumulationer med tykkelser på op til ca. 3 m i hhv. den nordlige og den sydlige del af det kortlagte område udgør sandtykkelsen generelt 1-2 m. I et sammenhængende område vest for midten af EW-linierne findes dog et tykkelses minimum, hvor sandlaget er mindre end 0,5 tykt eller ikke til stede. Det har pga. begrænsningerne i den vertikale opløsning af seismikken ikke været muligt at opløse lagtykkelser under 0,5 m.

4. Konklusion

Det kan ud fra denne og tidligere undersøgelser konkluderes, at der i det undersøgte område findes en omkring 50 meter dyb, NØ-SV strygende, erosionsdal, der er eroderet ned i en tyk underliggende enhed. Den underliggende lagdelte enhed består af et forholdsvis stærkt reflekterende materiale, og er tolket til at være kalk. Det konkluderes, at det overordnede aflejningsmønster for de ukonsoliderede sedimenter har været styret af kalkoverfladens topografi. I moletracéens nordlige del, hvor kalken befinder sig umiddelbart under havbunden, findes den nordlige flanke af erosionsdalen, hvorfor gytjelagene forsvinder.

Der er observeret antydninger af erosionskanaler af flere generationer, der gennem tiden har benyttet erosionsdalen i Kalken som skabelon. Den yngste af disse erosionskanaler udfyldt af gytje-/tørveaflejringer er blevet kortlagt. Dybden til kanalbunden, der jf. borerne i området består af lerede og sandede smeltevandssedimenter, er blevet kortlagt. De største tykkelser af gytje-/tørveaflejringer er kortlagt til 10 – 12 m. Den største dybde til bunden af disse aflejringer er ca. 12 m.

Det øverste sandlag finder sin maksimale tykkelse på ca. 3 m hhv. i moletracéens sydlige og nordlige ende.

5. Referencer

Grenå Havn. Havneudvidelse. Geoteknisk rapport nr. 1. Carl Bro A/S, 2003 (projektnr. 25.0307.41).

Lærke Andersen et al. 2000: Grenå Havn bundundersøgelse. Seismisk kortlægning af område nord for Grenå Havn. GEUS Rapport 2000/51.

Pedersen, S.A.S & Petersen, K.S. (1997). Djursland Geologi, Danmarks og Grønland Geologiske Undersøgelse, Miljø- og Energiministeriet.

6. Bilagsoversigt

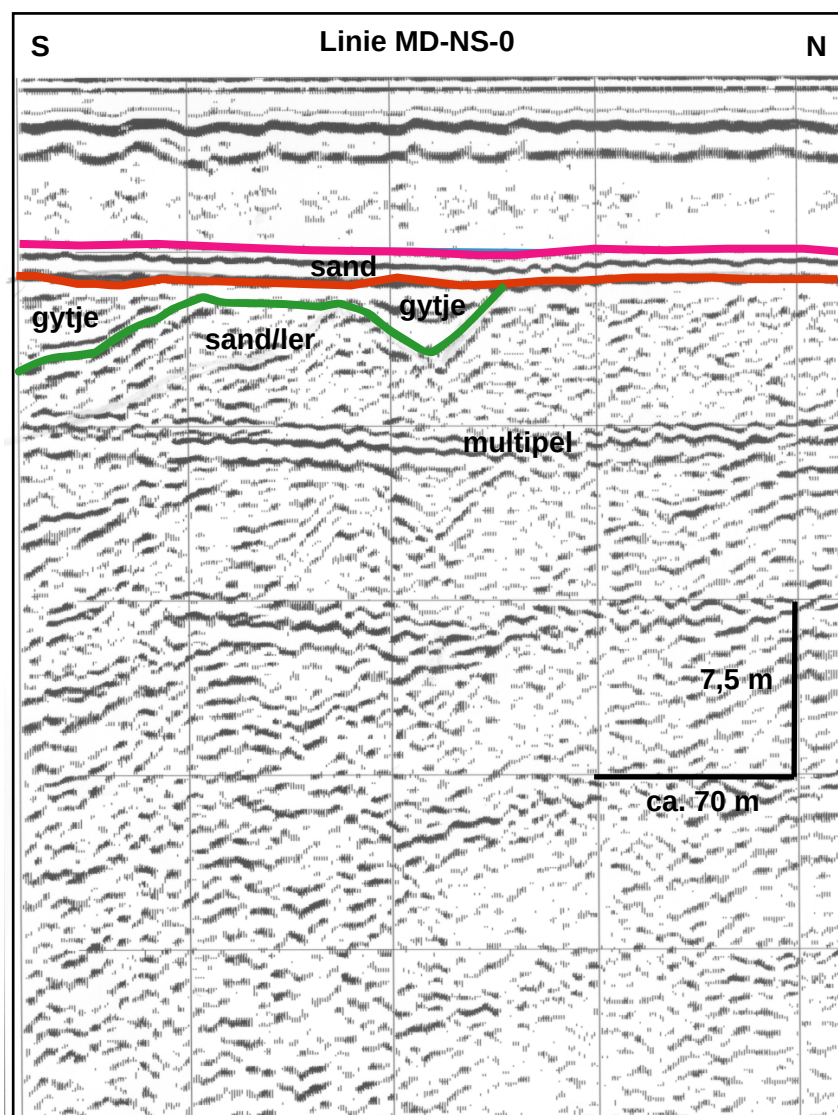
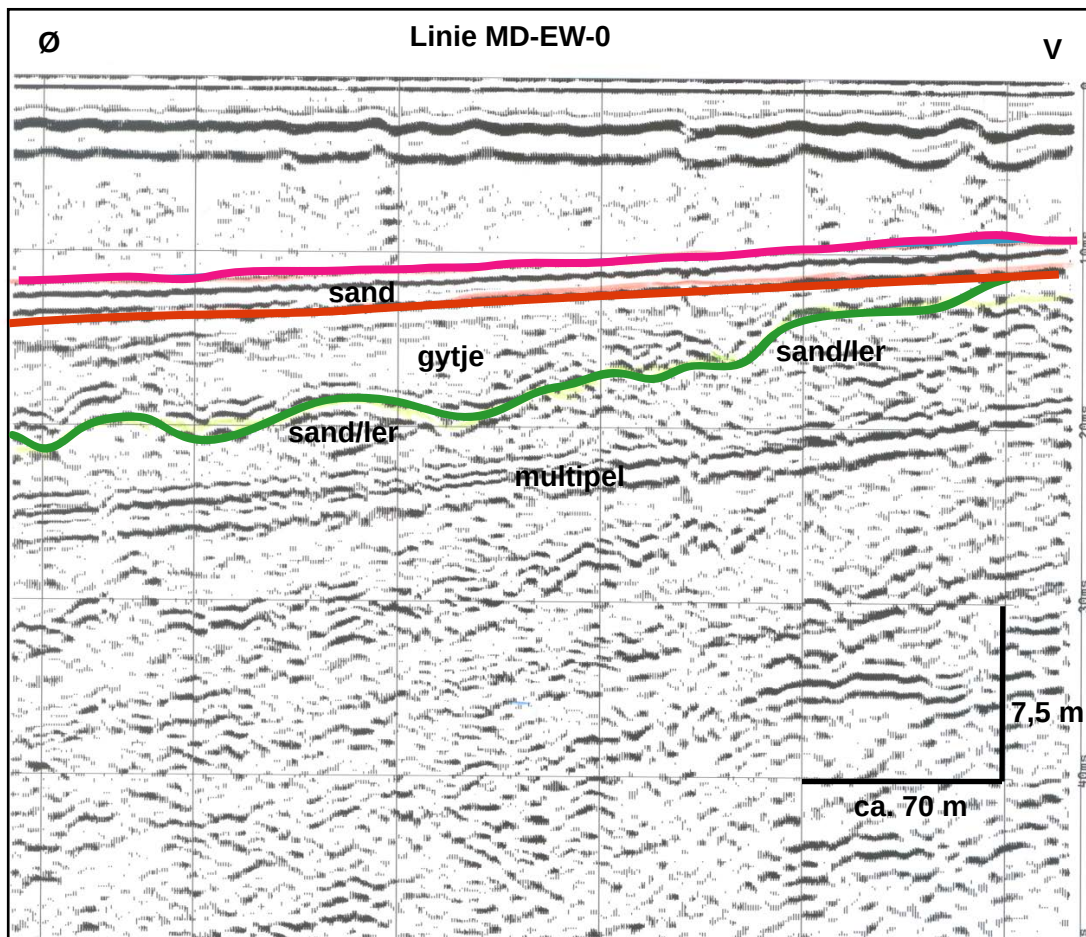
Bilag 1: Tykkelsen af gytje-/tørvelag og dybdekurver til bund gytje-/tørvelag (A3 kort i indstikslomme)

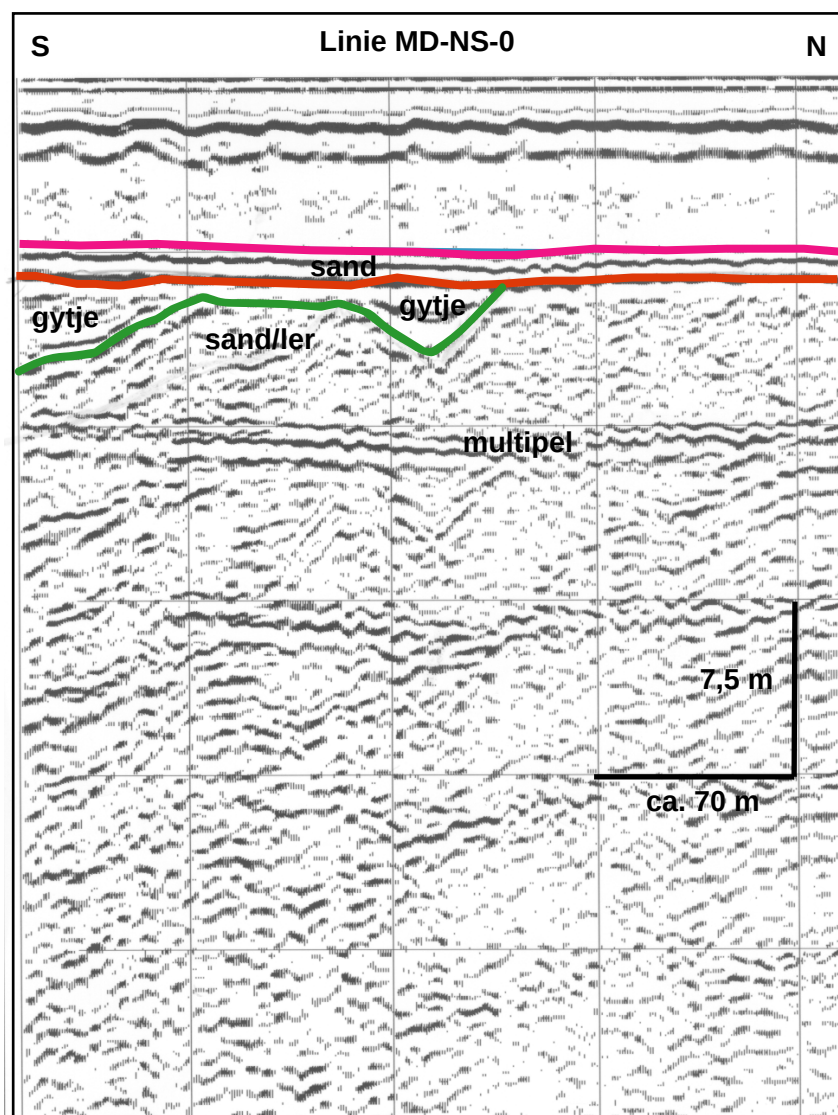
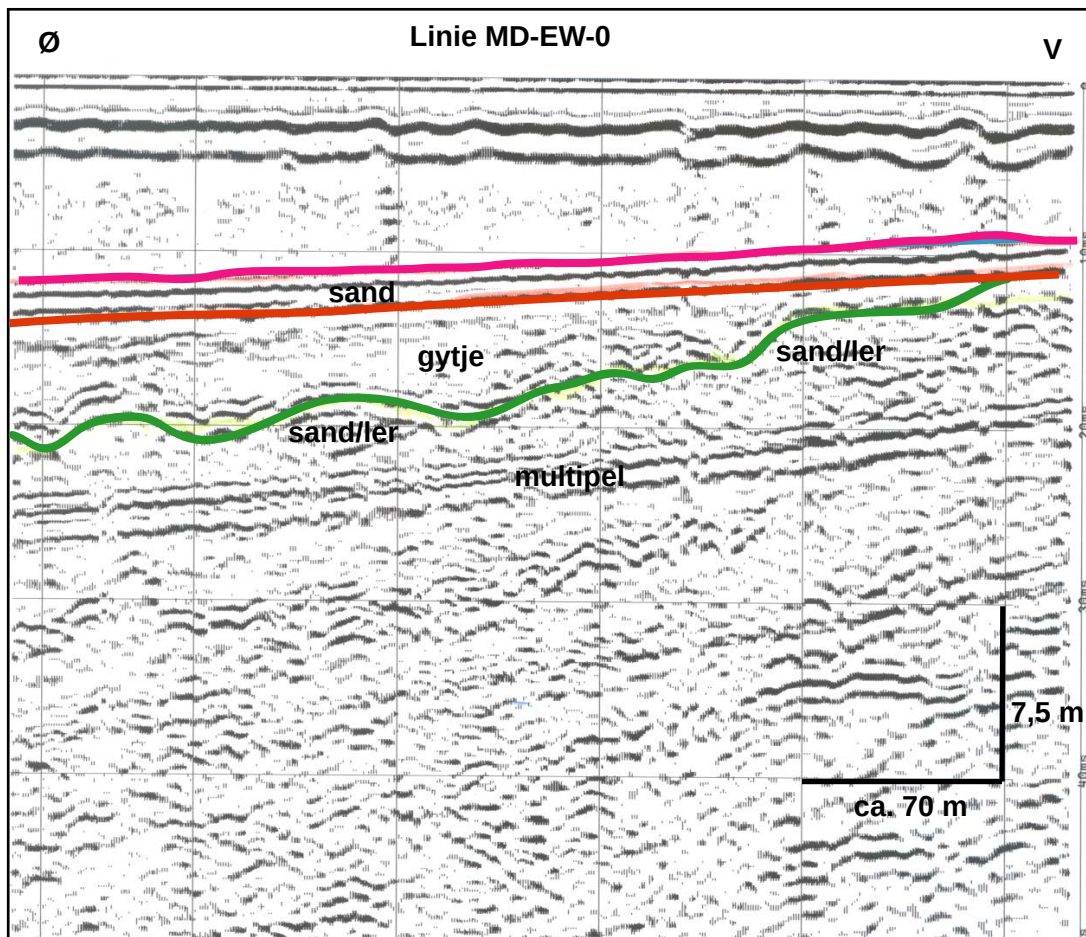
Bilag 2: Tykkelseskort over sandlaget på havbunden (A3 kort i indstikslomme)

Bilag 3: Tolkede seismiske profiler af center linier

Bilag 4: Boreprofiler over anvendte boringer

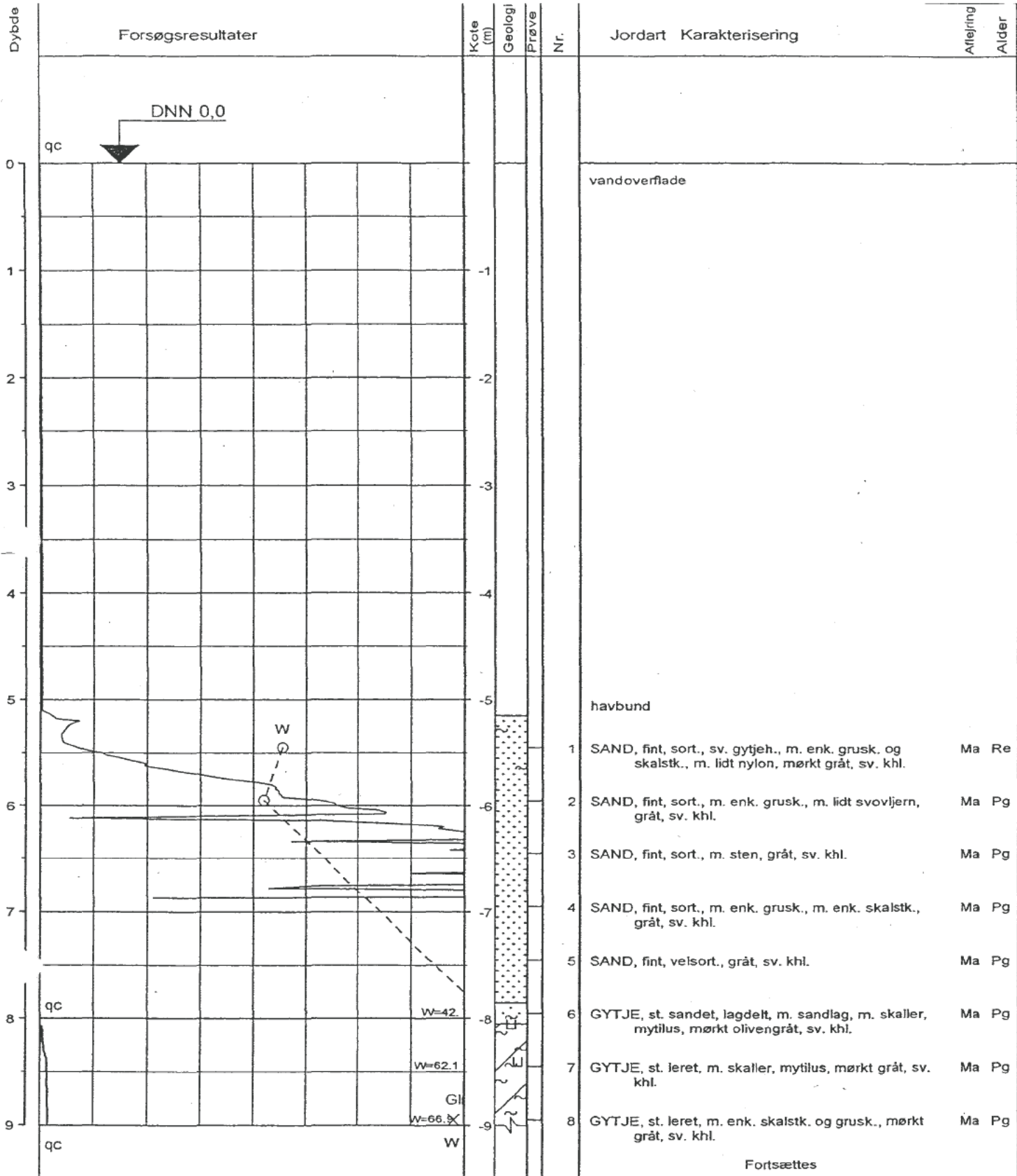
Bilag 3





Bilag 4

Kote m	Lb. nr.	Jordart
0		
-1		
-2		
-3		
-4		
-5		
-6		
	Boring B 15	
-7	111 Sand, mellemkornet, mørkegråt, m. sten, lerklumper og enk. skaller, postglacialt, marint.	
	112 Dynd, stærkt leret, gråsort, m. en enk. sten, postglacialt, marint.	
-8	113 Dynd, stærkt leret, gråsort, m. enk. skaller, postglacialt, marint.	
	114 Dynd, stærkt leret, gråsort, m. enk. sten, postglacialt, marint.	
-9	115 Dynd, finsandet, siltholdigt, sort, m. enk. sten, postglacialt, marint.	
	116 Sand, mellemkornet, gruset, gråt, m. mange småsten, postglacialt, marint.	
	117 Ler, finsandet, siltholdigt, grågrønt, m. enk. småsten, senglacialt.	
-10	118 Ler, ret fedt, grågrønt, m. striber af fint sand og enk. småsten, senglacialt.	
	119 Ler ret fedt, grågrønt, med enk. småsten, senglaci- alt.	
-11	120 Ler, fedt, gråt, m. en enk. lille sten, senglaci- alt.	
	121 Sand, fint, gråt, diluvialt.	
	122 Sand, fint gulgråt med lag af ler og silt, diluvial	
-12	123 Sand, fint, gulgråt, m. lag af ler og silt, dilu- vialt.	
	124 Sand, mellemkornet, gruset, gulgråt, m. sten og lerklump, diluvialt.	
	125 Sand, mellemkornet, gruset, gråt, m. småsten, dilu- vialt.	
-13	126 Sand, mellemkornet og grus, gråt, m. mange små- sten, diluvialt.	
	127 Sand, fint, og grus, gråt med sten, diluvialt.	
-14		
-15		
-16		
-17		
c_v og c_v	DANSK GEOTEKNIK A/s	
Boremodstand	SN 67220 GRENÅ HAVN	
	BOREPROFIL	BORING NR. B15
Udf. af: PEN	Tegnet: JJ	Dato: 11.12.1987
Udf. af:	Skrevet: HØ/V.M.	Rev. G NR. 27



10/03 08:33:43

○	10	20	30	W (%)	Plasticitetsforsøg er udført på prøve 12 samt på en blandeprøve bestående af prøverne 7, 8, 9 og 10
●○	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)	
X	2	4	6	Gl. (%)	
		10		qc (MN/m²)	

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : PES

Boret af : PBA/PER

Dato : 20030811 DGU-nr.:

Boring : C/B601

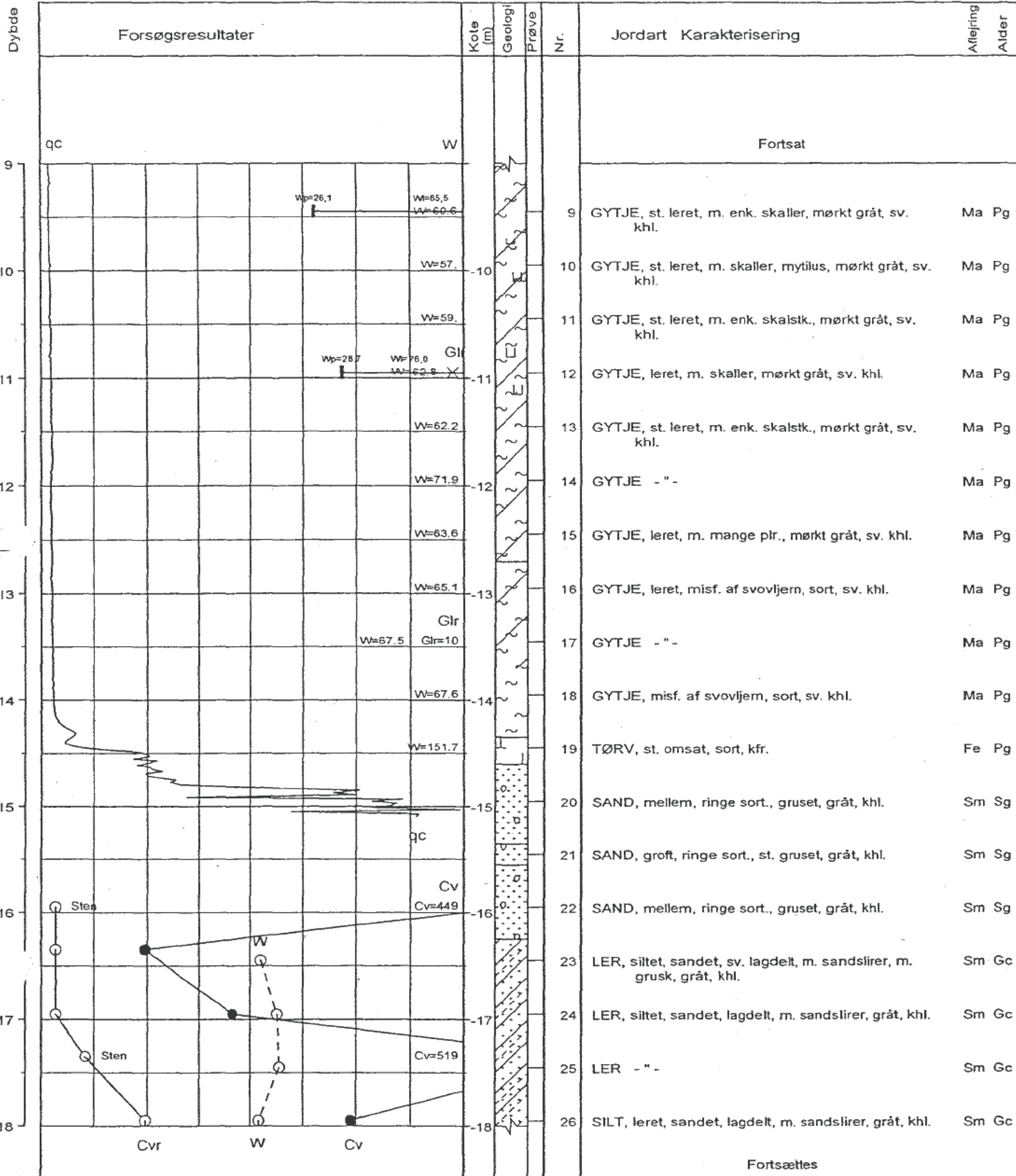
Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : HG Dato : 01.10.2003

Bilag : 1

S. 1/3



○	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
X	2	4	6	Gl. (%)
		10		qc (MN/m²)

Plasticitetsforsøg er udført på prøve 12 samt på en blandeprøve bestående af prøverne 7, 8, 9 og 10

Boremetode : Tørboring med foring

X : -175723 (m) Y : 221219 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : PES

Boret af : PBA/PER

Dato : 20030811 DGU-nr.:

Boring : C/B601

Udarb. af : HLa

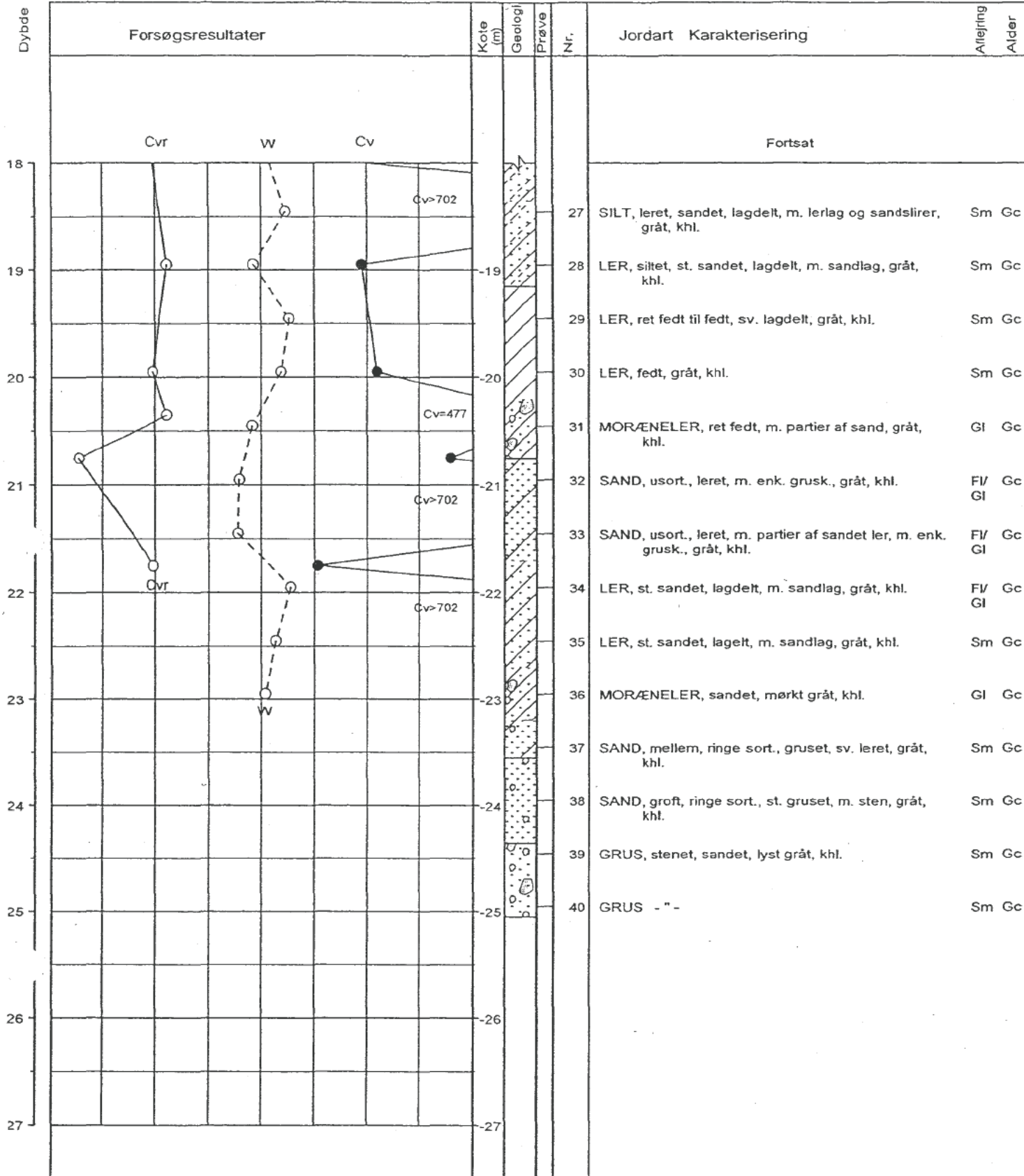
Kontrol : HLa

Godkendt : H

Dato : 01.10.2003

Bilag : 1

S. 2/3



Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : PES

Boret af : PBA/PER

Dato : 20030811 DGU-nr.:

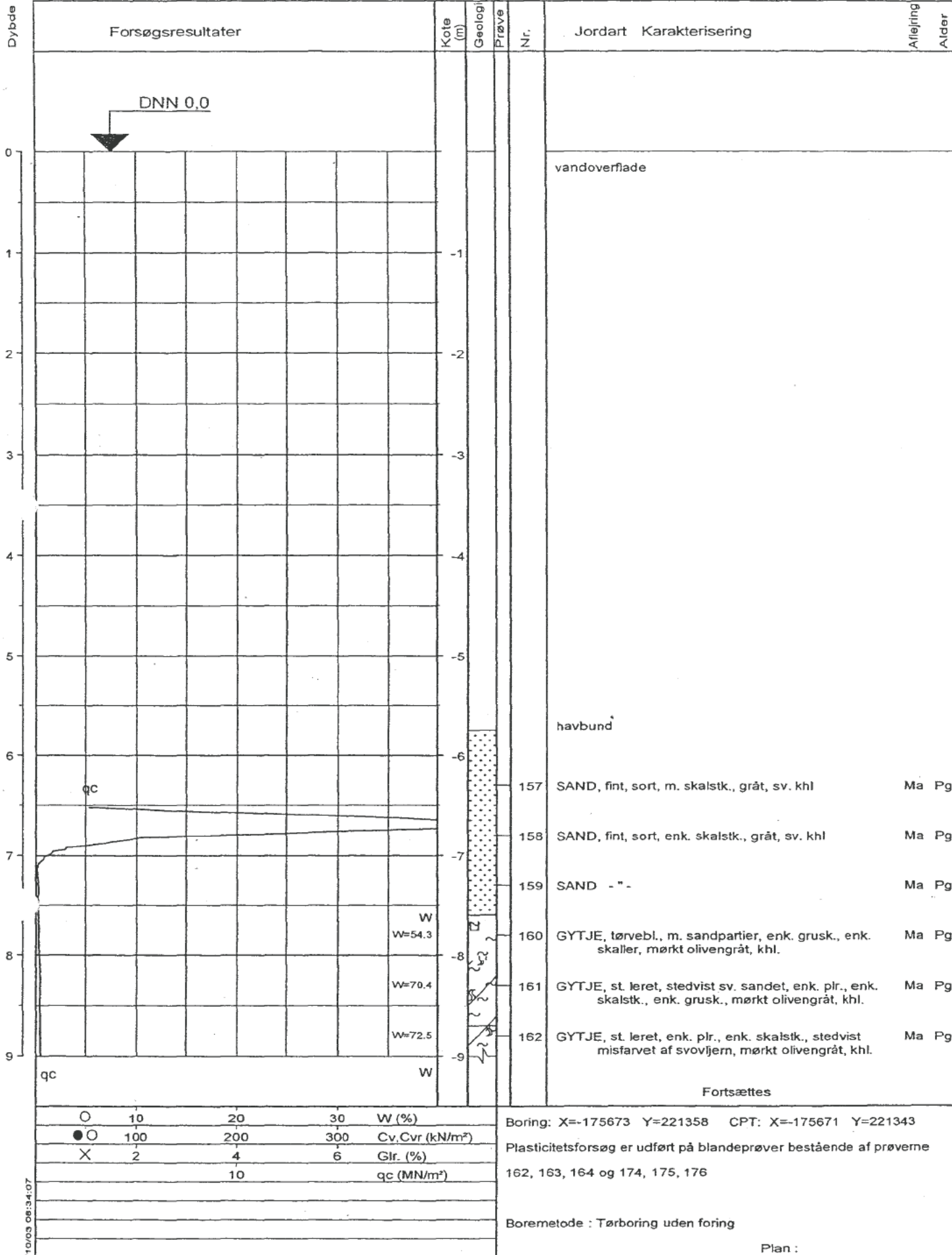
Boring : C/B601

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : K Dato : 10.10.2003

Bilag : 1 s. 3 / 3



Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030826 DGU-nr.:

Boring : C/B602

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

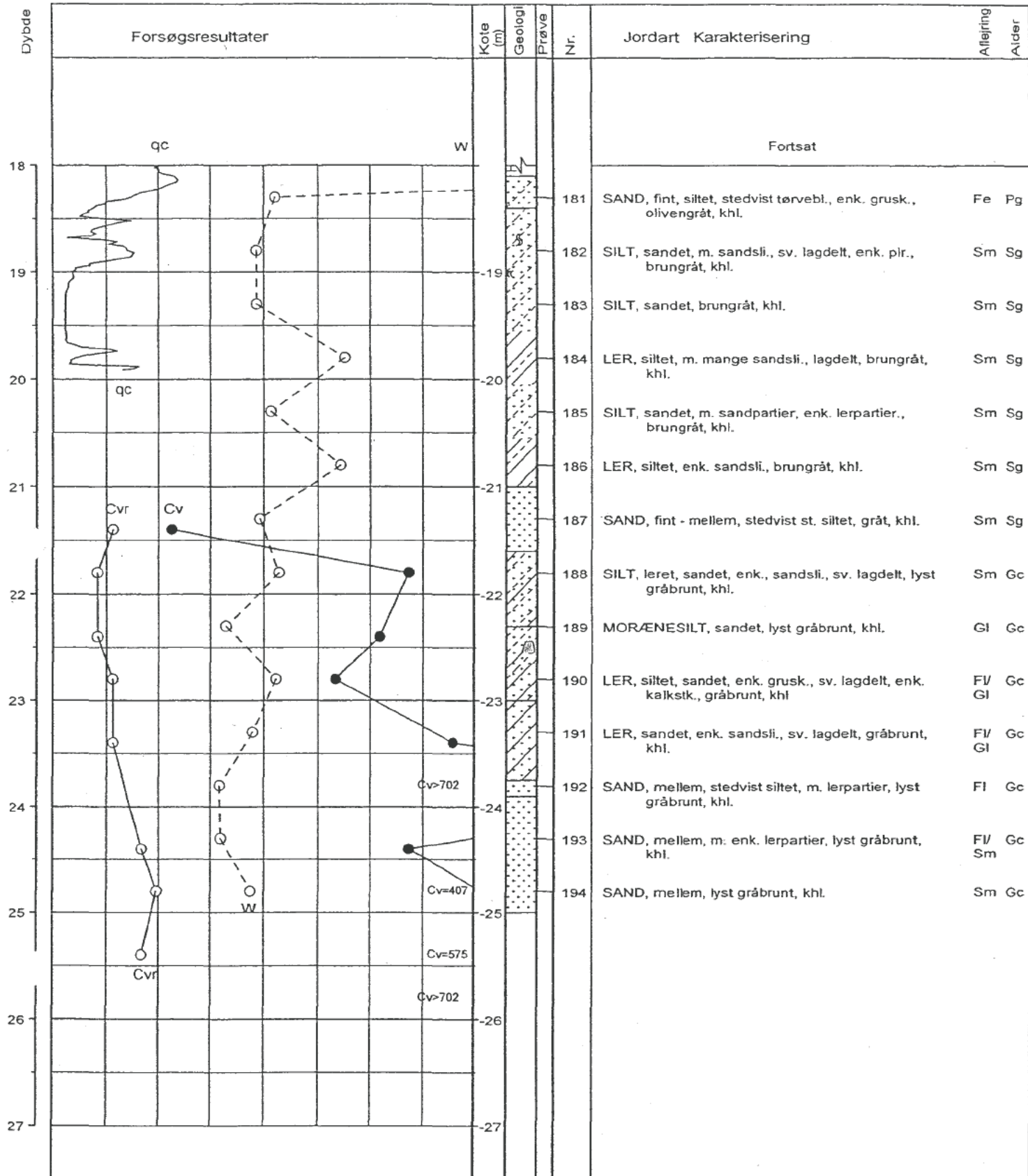
Godkendt : *Kv* Dato : *01.10.2003*

Bilag : 2 s. 1 / 3

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Boring : C/B602

Bilag : 2 s. 2 / 3



○	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
X	2	4	6	Gl. (%)
		10		qc (MN/m²)

Boring: X=-175673 Y=221358 CPT: X=-175671 Y=221343

Plasticitetsforsøg er udført på blandeprøver bestående af prøverne 162, 163, 164 og 174, 175, 176

Boremethode : Tørboring uden foring

Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030826 DGU-nr.:

Boring : C/B602

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *KL* Dato : *01/10.2003*

Bilag : 2 s. 3 / 3

Dybde	Forsøgsresultater						Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder
0	DNN 0,0												
0												vandoverflade	
1							-1						
2							-2						
3							-3						
4							-4						
5							-5						
6							-6					havbund	
7							-7			41	SAND, fint, sort., m. skalstk., gråt, sv. khl.	Ma	Pg
8							-8			42	SAND, fint, ringe sort., gruset, m. skalstk., gråt, sv. khl.	Ma	Pg
9							-9			43	GYTJE, st. leret, m. enk. skalstk., mørkt gråt, sv. khl.	Ma	Pg
										44	GYTJE, st. leret, m. plr. og enk. skalstk., mørkt olivengråt, sv. khl.	Ma	Pg
										45	GYTJE, leret, m. mange plr., mørkt olivengråt, sv. khl.	Ma	Pg
											Fortsættes		

○	10	20	30	W (%)
● ○	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
	10			qc (MN/m²)

Boremetode : Tørboring med foring

X : -175630 (m) Y : 221471 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : PES

Boret af : PBA/PER

Dato : 20030814 DGU-nr.:

Boring : C/B603

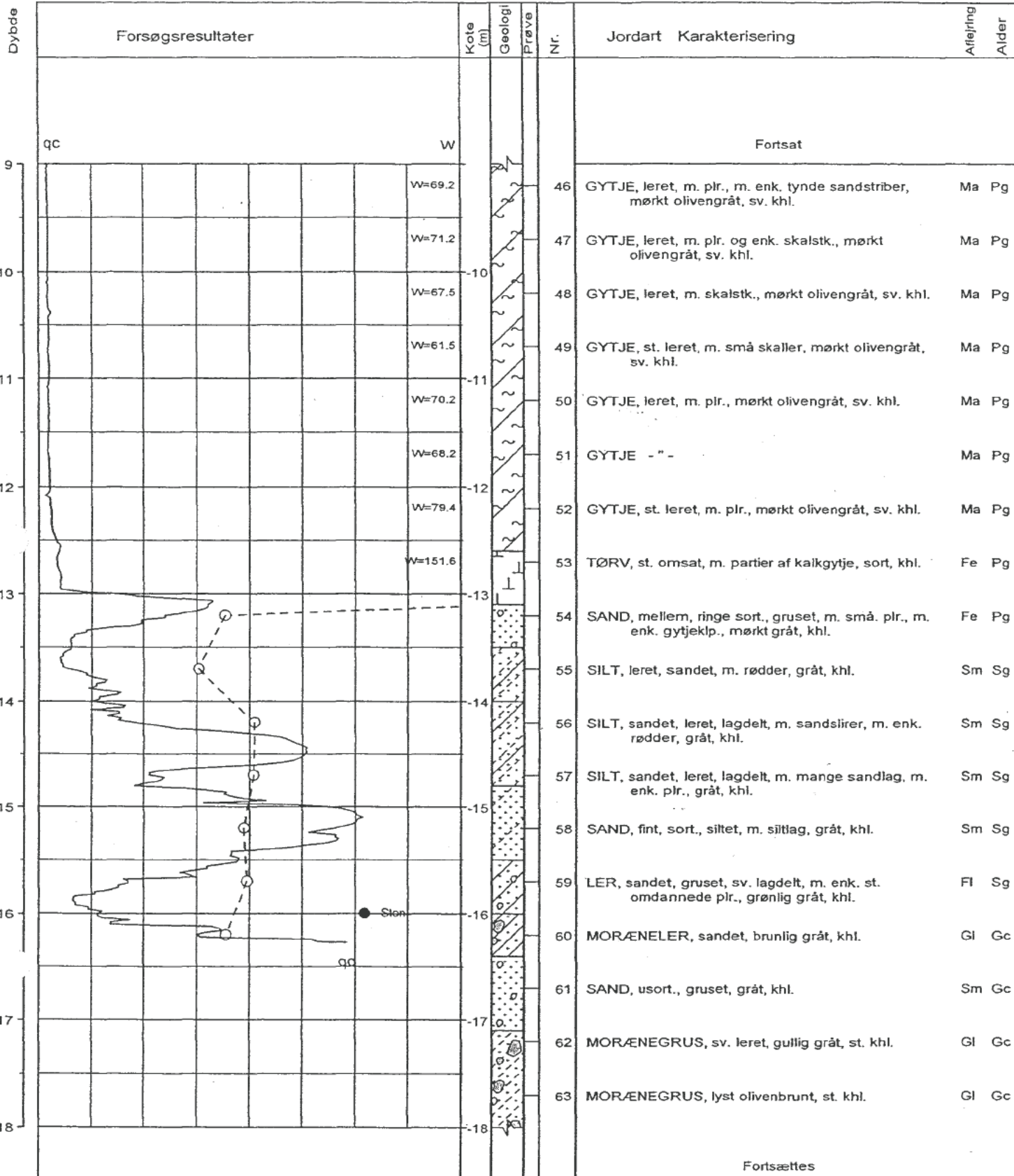
Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *KL* Dato : 01/10.2003

Bilag : 3

S. 1 / 3



○	10	20	30	W (%)
● ○	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
		10		qc (MN/m²)

Boremetode : Tørboring med foring

X : -175630 (m) Y : 221471 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : PES

Boret af : PBA/PER

Dato : 20030814 DGU-nr.:

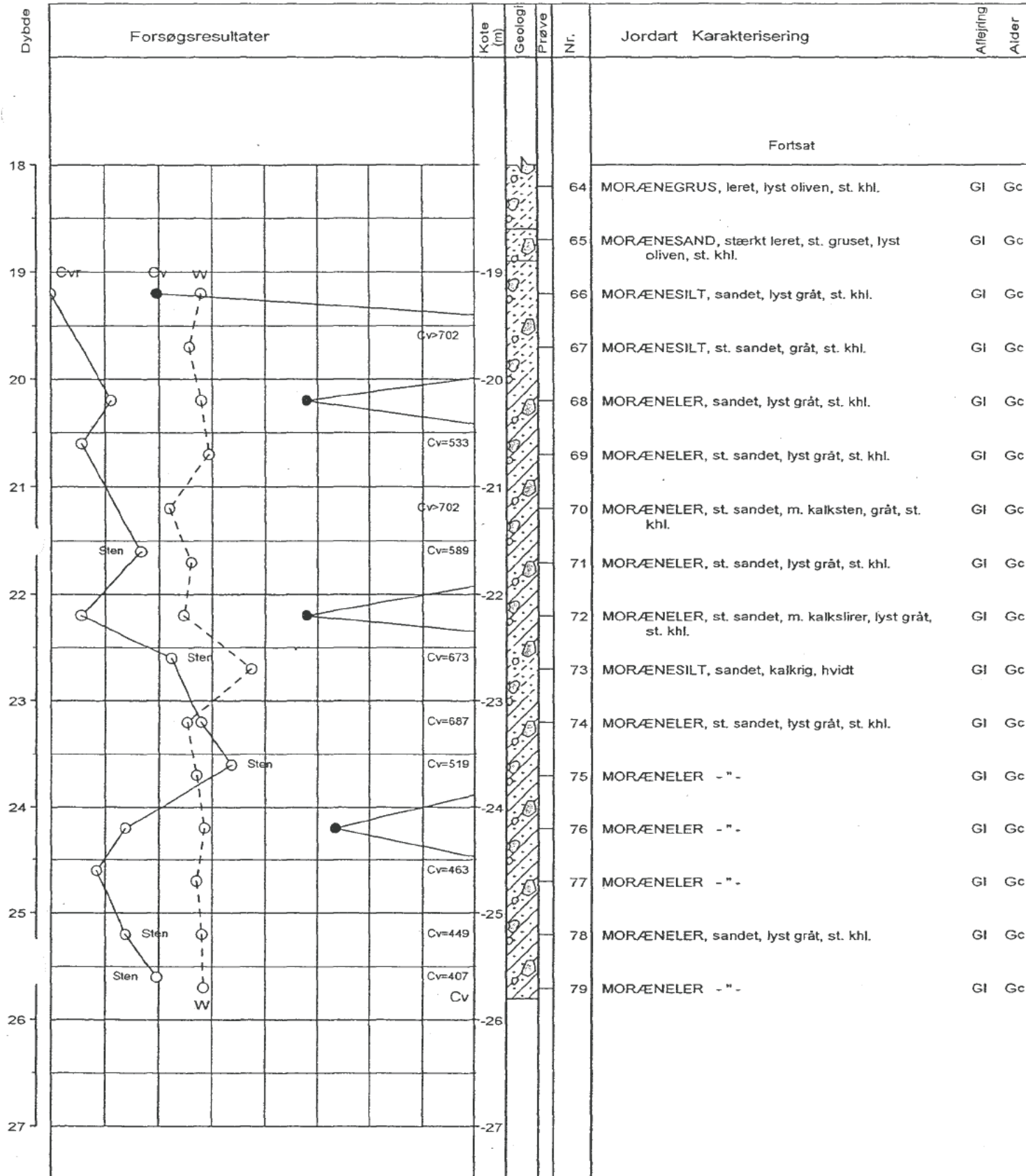
Boring : C/B603

Udarb. af : HLa

Kontrol : HL

Godkendt : *HL* Dato : 01.10.2003

Bilag : 3 s. 2/3



Boremetode : Tørboring med foring

X : -175630 (m) Y : 221471 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : PES

Boret af : PBA/PER

Dato : 20030814 DGU-nr.:

Boring : C/B603

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt :

Dato : 01.10.2003

Bilag : 3

s. 3 / 3

9.

- 7

haybund

Ma Pg

Ma Pg

Ma Pg

Ma Pg

Fortsættes

○	10	20	30	W (%)
● ○	100	200	300	C _v , C _{vr} (kN/m ²)
		10		q _c (MN/m ²)

Boremethode : Tørboring med foring

X : -175457 (m) Y : 221430 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030818 DGU-nr.:

Boring : C/B604

Udarb. af: HLa

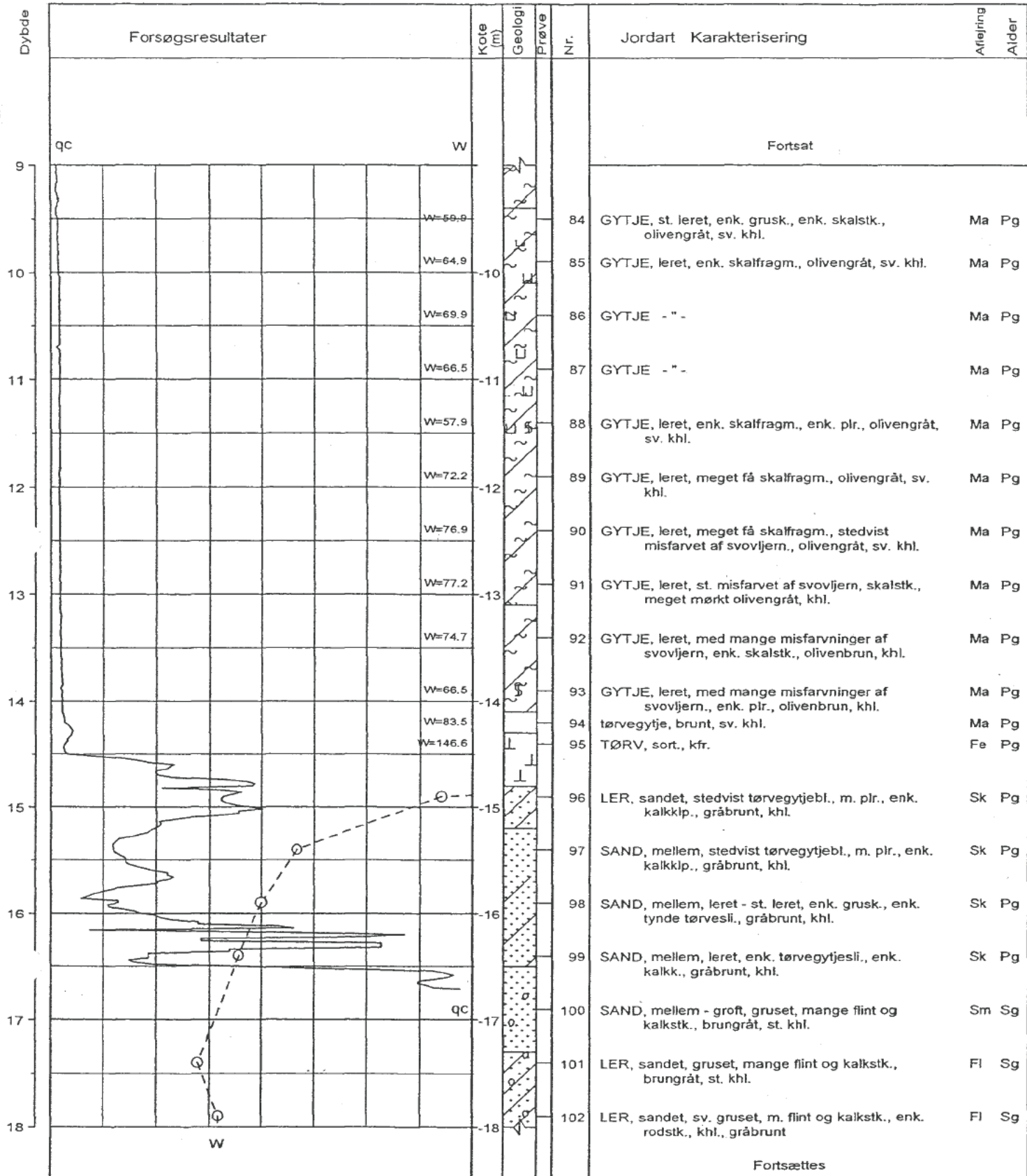
Kontrol : HLa

Godkendt :

Dato : 25.12.2023

Bilag : 4

S. 1 / 3



BRegister - PSTGULN 2.0 - 01/10/03 08:34:33

○	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cv,Cvr (kN/m²)
		10		qc (MN/m²)

Boremetode : Tørboring med foring

X : -175457 (m) Y : 221430 (m) Plan :

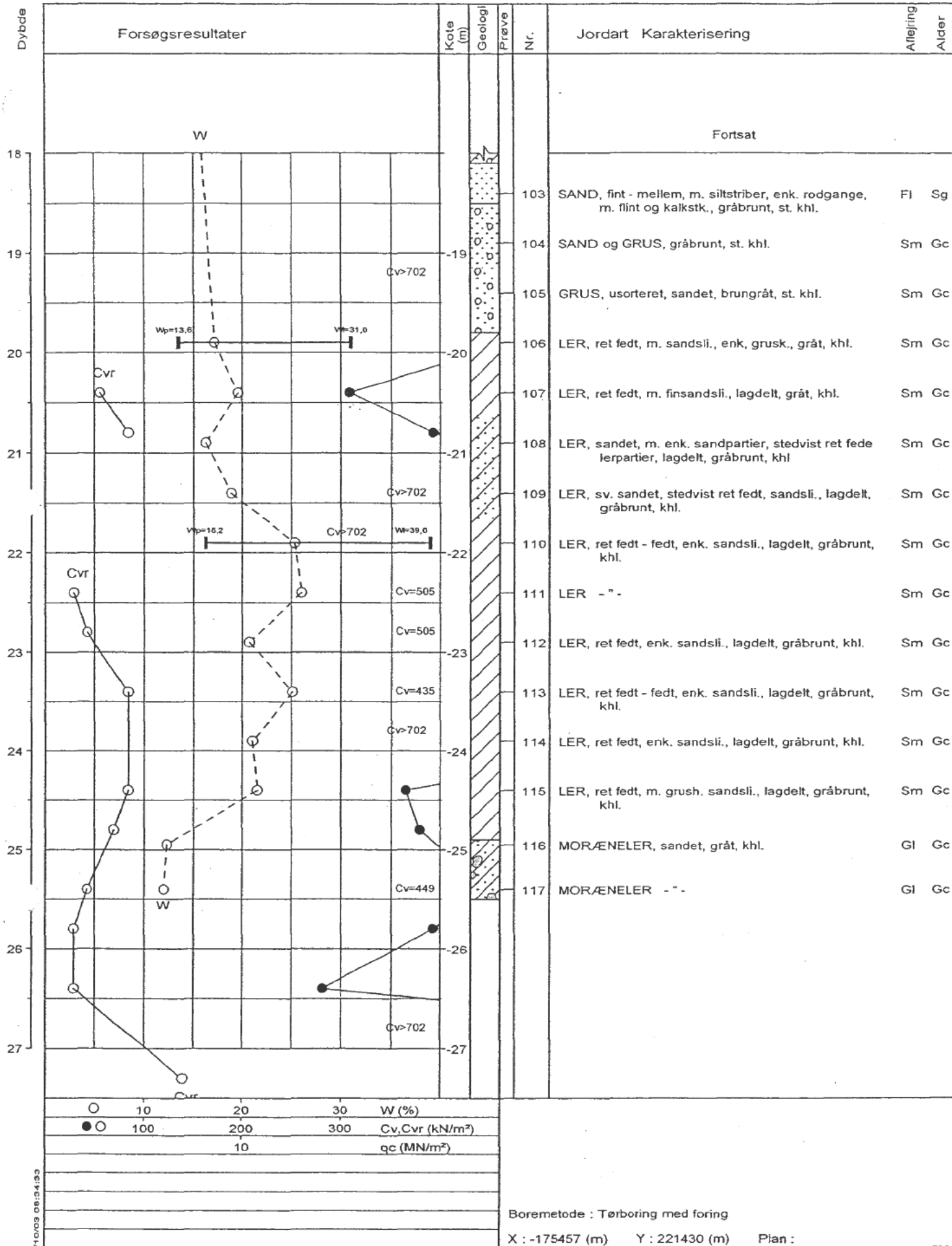
Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP Boret af : PBA Dato : 20030818 DGU-nr.: Boring : C/B604
 Udarb. af : HLa Kontrol : HLa Godkendt : *RE* Dato : 01/06.2003 Bilag : 4 s. 2/3



Tlf. 98 79 98 00, Fax 98 79 98 01
 Sofiendalsvej 94, 9200 Aalborg SV

Boreprofil



Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030818 DGU-nr.:

Boring : C/B604

Udarb. af : HLa

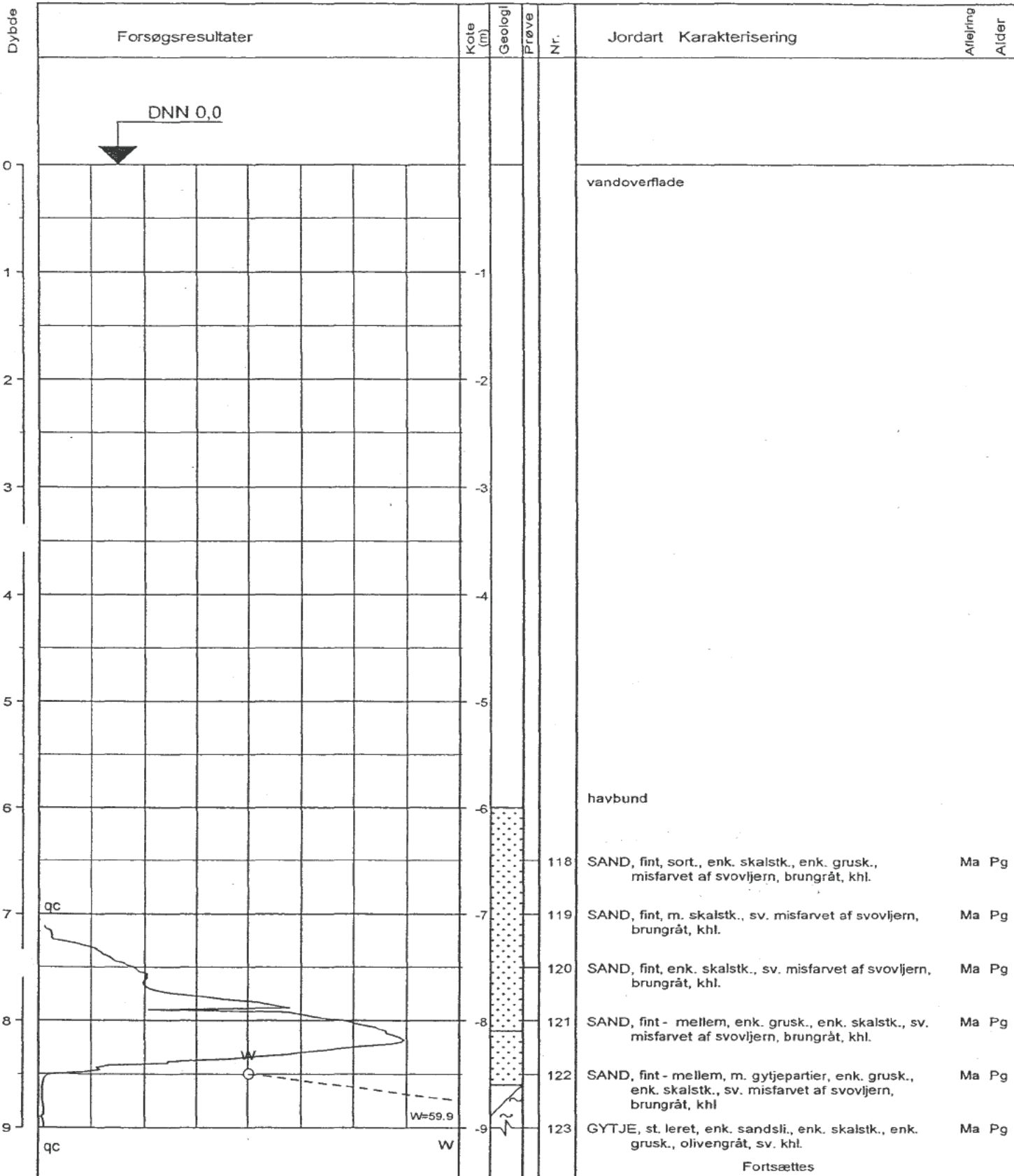
Kontrol : HLa

Godkendt : *EL*

Dato : 1/10/2003

Bilag : 4

s. 3 / 3



O	10	20	30	W (%)
● O	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
X	2	4	6	Glr. (%)
		10		qc (MN/m²)

Boremetode : Tørboring med foring

X : -175497 (m) Y : 221080 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030820 DGU-nr.:

Boring : C/B606

Udarb. af : HLa

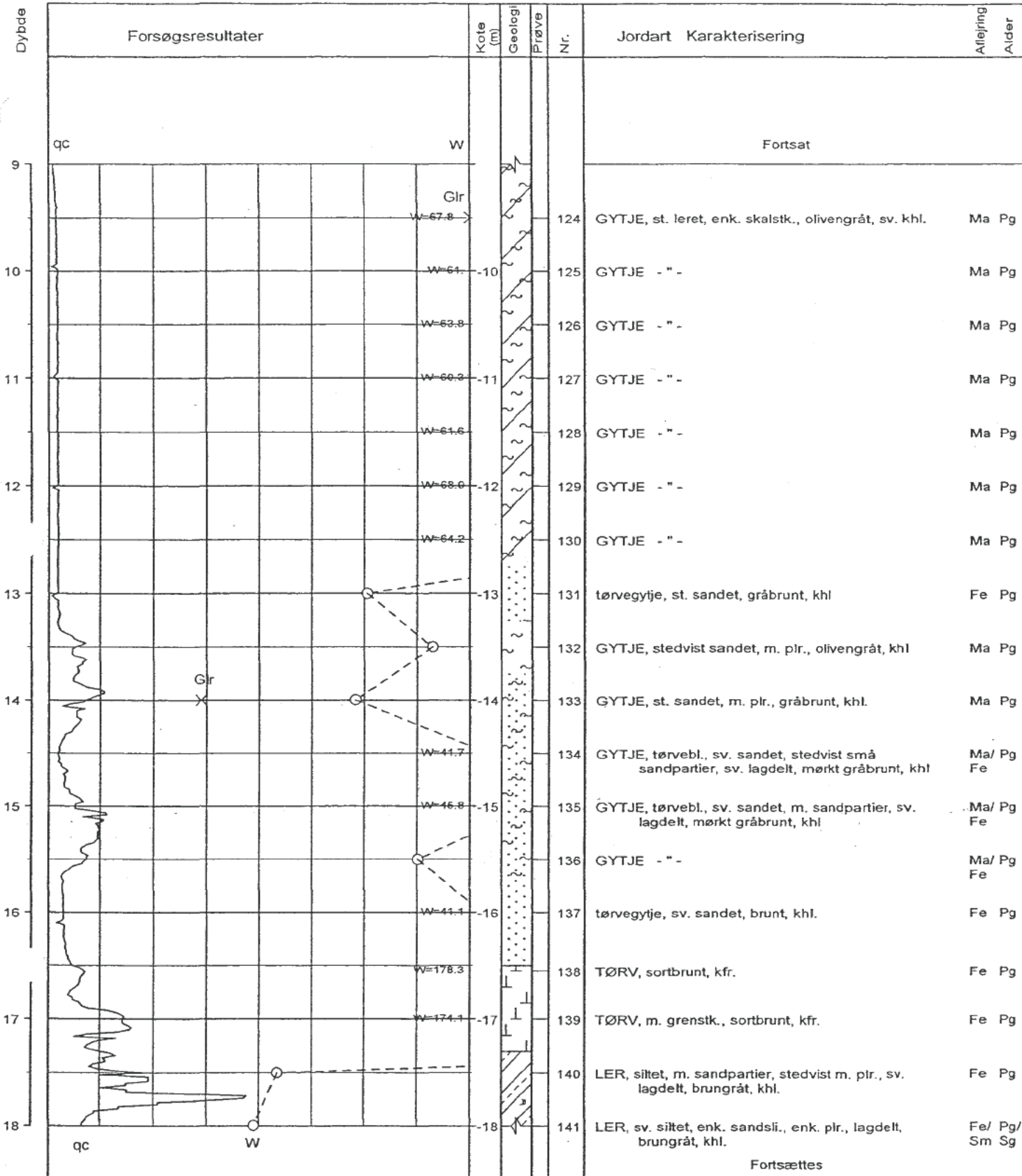
Kontrol : HLa

Godkendt : *RE*

Dato : 01.10.2003

Bilag : 5

S. 1 / 4



Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030820 DGU-nr.:

Boring : C/B606

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *RE* Dato : 01/10/2003

Bilag : 5

S. 2 / 4



Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030820 DGU-nr.:

Boring : C/B606

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *ER* Dato : 01/06.2003

Bilag : 5 s. 3 / 4

Dybde

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

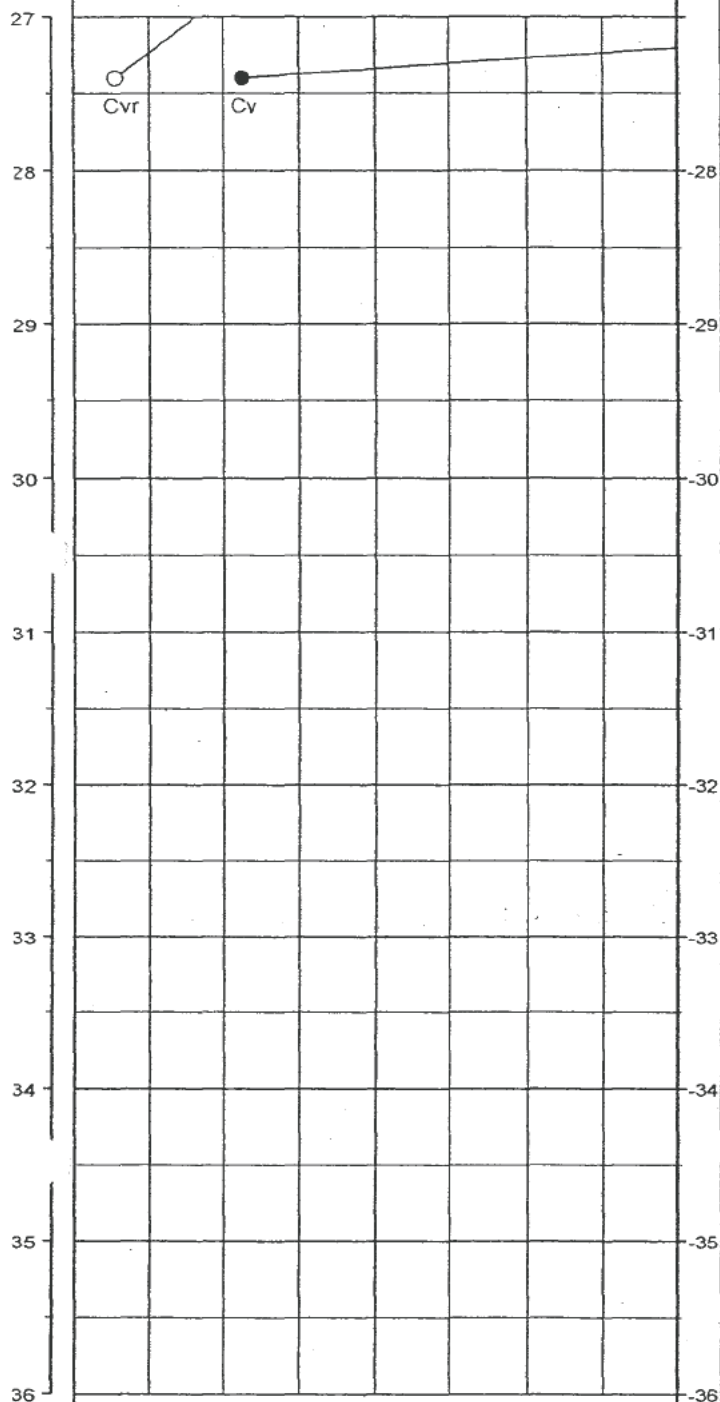
Aftejring

Alder

Cvr

Cv

Fortsat



○	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
X	2	4	6	Gr. (%)
		10		qc (MN/m²)

Boremetode : Tørboring med foring

X : -175497 (m) Y : 221080 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030820 DGU-nr.:

Boring : C/B606

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *EL* Dato : 01.10.2003

Bilag : 5

S. 4 / 4

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

Aflæsning
Alder

DNN 0,0

vandoverflade

havbund

qc

qc

Fortsættes

10

qc (MN/m²)

Boremetode : CPT

X : -175699 (m) Y : 221293 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning :

Boret af : PBA

Dato : 20030902 DGU-nr.:

Boring : C608

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt :  Dato : 01.10.2003

Bilag : 6

s. 1 / 3

Dybde

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

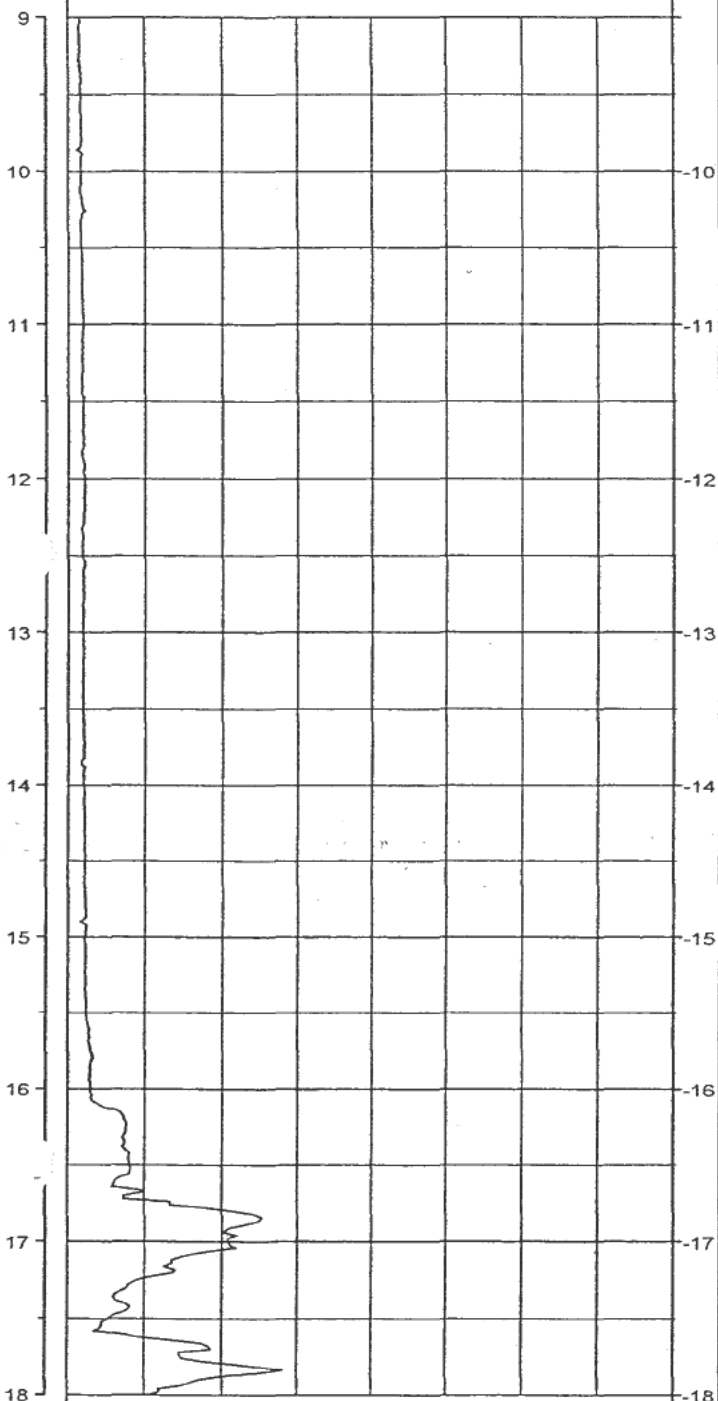
Jordart Karakterisering

Aflægning

Alder

qc

Fortsat



qc

Fortsættes

10

qc (MN/m²)

Boremetode : CPT

X : -175699 (m) Y : 221293 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning :

Boret af : PBA

Dato : 20030902 DGU-nr.:

Boring : C608

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *ex* Dato : 01.10.2003

Bilag : 6

S. 2 / 3

Dybde

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

Aflejring

Alder

qc

qc

Fortsat

18
19
20
21
22
23
24
25
26
27-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27

10

qc (MN/m²)

Boremetode : CPT

X : -175699 (m)

Y : 221293 (m)

Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning :

Boret af : PBA

Dato : 20030902 DGU-nr.:

Boring : C608

Udarb. af : HLa

Kontrol : *HL*Godkendt : *RE*Dato : *01.10.2003*

Bilag : 6

S. 3 / 3



 Tlf. 98 79 98 00, Fax 98 79 98 01
 Sofiendalsvej 94, 9200 Aalborg SV

Boreprofil

Dybde

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

Aflægning

Alder

DNN 0,0

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8

-9

vandoverflade

havbund

Fortsættes

10

qc (MN/m²)

Boremetode : CPT

X : -175643 (m)

Y : 221419 (m)

Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning :

Boret af : PBA

Dato : 20030909 DGU-nr.:

Boring : C609

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *KL*Dato : *01/02/03*

Bilag : 7

s. 1/2

Dybde

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

Aflæsning

Alder

qc

Fortsat

9

10

11

qc

12

13

14

15

16

17

18

qc

10

qc (MN/m²)

Boremetode : CPT

X : -175643 (m)

Y : 221419 (m)

Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning :

Boret af : PBA

Dato : 20030909 DGU-nr.:

Boring : C609

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

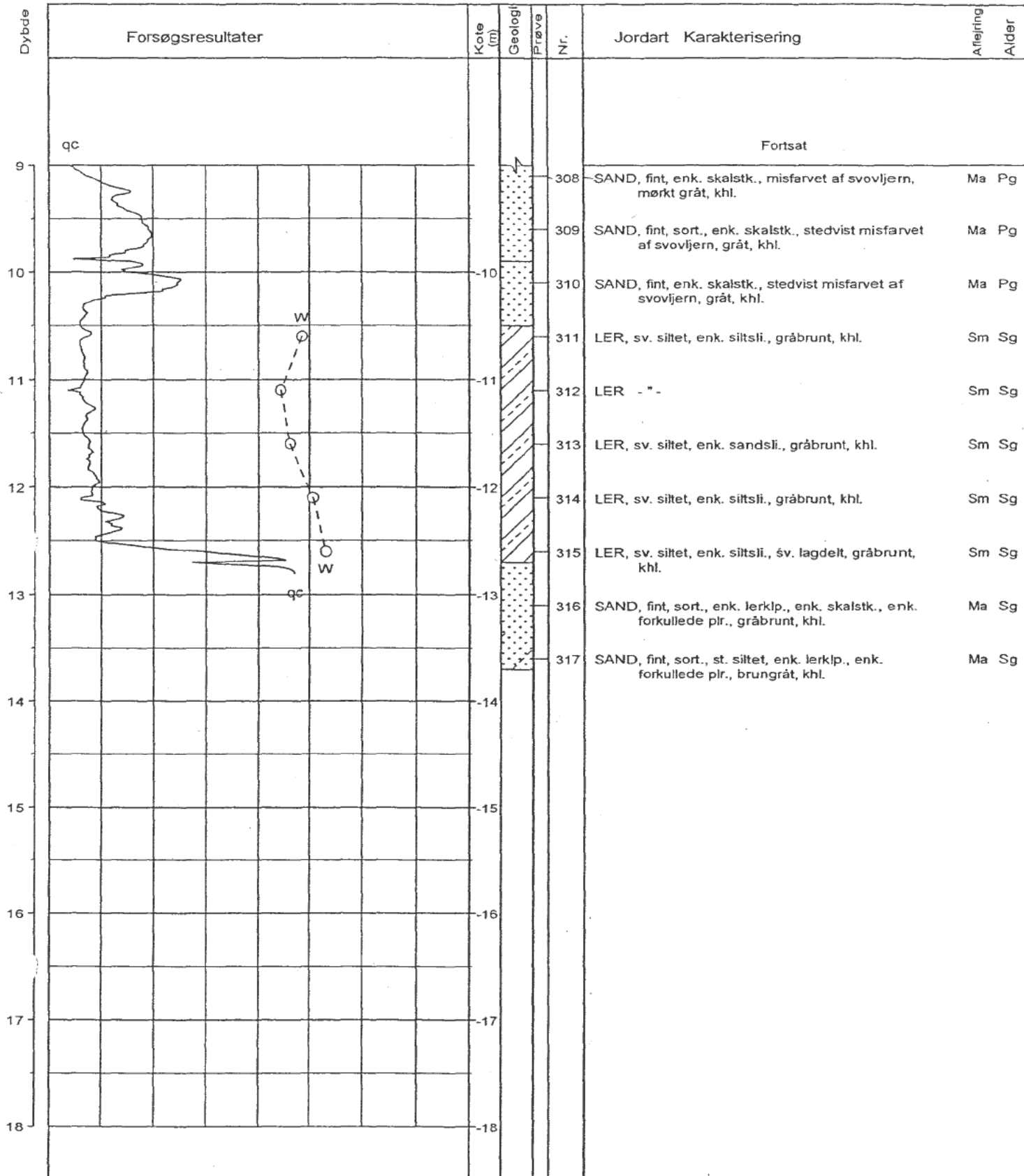
Godkendt : *KL*

Dato : 01.10.2003

Bilag : 7

s. 2/2

Dybde	Forsøgsresultater					Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart	Karakterisering	Aflejring	Alder
0						0							
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8	qc					-8		306	SAND, fint, sort., enk. skalstk., misfarvet af svovljern, mørkt gråt, khl.		Ma	Pg	
9	qc					-9		307	SAND, fint, sort., enk. skalstk., stedvist sv. sillet, stedvist misfarvet af svovljern, gråt, khl.		Ma	Pg	
Fortsættes													
○ 10 20 30 W (%) 10 qc (MN/m²)													
					Boremetode : Tørboring med foring								
					X : -175426 (m) Y : 221060 (m) Plan :								
Sag : 25.0307.41 Grenå Havn													
Strækning : DOP				Boret af : PBA		Dato : 20030911				DGU-nr.:		Boring : C/B610	
Udarb. af : HLa				Kontrol : <i>HLa</i>		Godkendt : <i>RE</i>				Dato : <i>01/10/2003</i>		Bilag : 8 S. 1/2	
					Tlf. 98 79 98 00, Fax 98 79 98 01 Sofiendalsvej 94, 9200 Aalborg SV					Boreprofil			



○ 10 20 30 W (%)

10 qc (MN/m²)

Boremetode : Tørboring med foring

X : -175426 (m) Y : 221060 (m) Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030911 DGU-nr.:

Boring : C/B610

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *HL*

Dato : 01.10.2003

Bilag : 8

S. 2 / 2

Dybde	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart	Karakterisering	Aflejring	Alder
0	DNN 0,0								
1		-1							
2		-2							
3		-3							
4		-4							
5		-5							
6		-6							
7		-7							
8		-8							
9	Cv qcCv	-9				301	SAND, fint, st. siltet, m. skalstk., sv. plr., misfarvet af svovljern, mørkt gråt, khl.	Ma	Pg

havoverflade

havbund

Fortsættes

Boring: X=-175277 Y=221539 CPT: X=-175276 Y=221546

Boremetode : Tørboring med foring

Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP Boret af : PBA Dato : 20030910 DGU-nr.: Boring : C/B611
Udarb. af : HLa Kontrol : HLa Godkendt : *HL* Dato : 01/10/2003 Bilag : 9 s. 1 / 2



Tlf. 98 79 98 00, Fax 98 79 98 01
Sofiendalsvej 94, 9200 Aalborg SV

Boreprofil

BRegister - PSTGUR 2.0 - 01/10/03 08:35:10

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

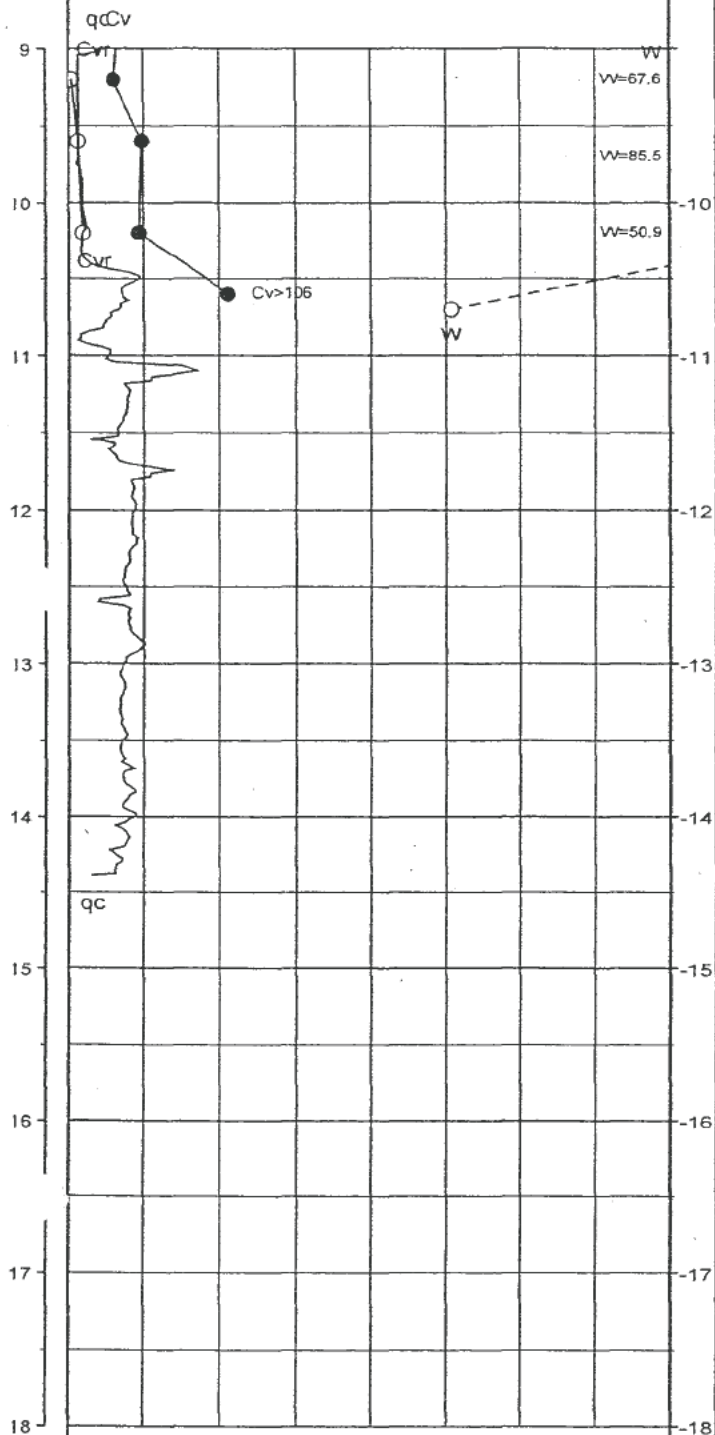
Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

Aflægning

Alder



Fortsat

302	GYTJE, st. leret, enk. skalstk., enk. plr., mørkt olivengråt, khl.	Ma Pg
303	GYTJE, st. leret, mange plr., mørkt olivengråt, khl.	Ma Pg
304	GYTJE, st. leret, stedvist tørveh., stedvist gruset, enk. skalstk., meget mørkt olivengråt, khl.	Sk Pg
305	LER, sv. siltet, enk. sv. grusede sandsli., olivengråt, khl.	Sm Sg

○	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
		10		qc (MN/m²)

Boring: X=-175277 Y=221539 CPT: X=-175276 Y=221546

Boremetode : Tørboring med foring

Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030910 DGU-nr.:

Boring : C/B611

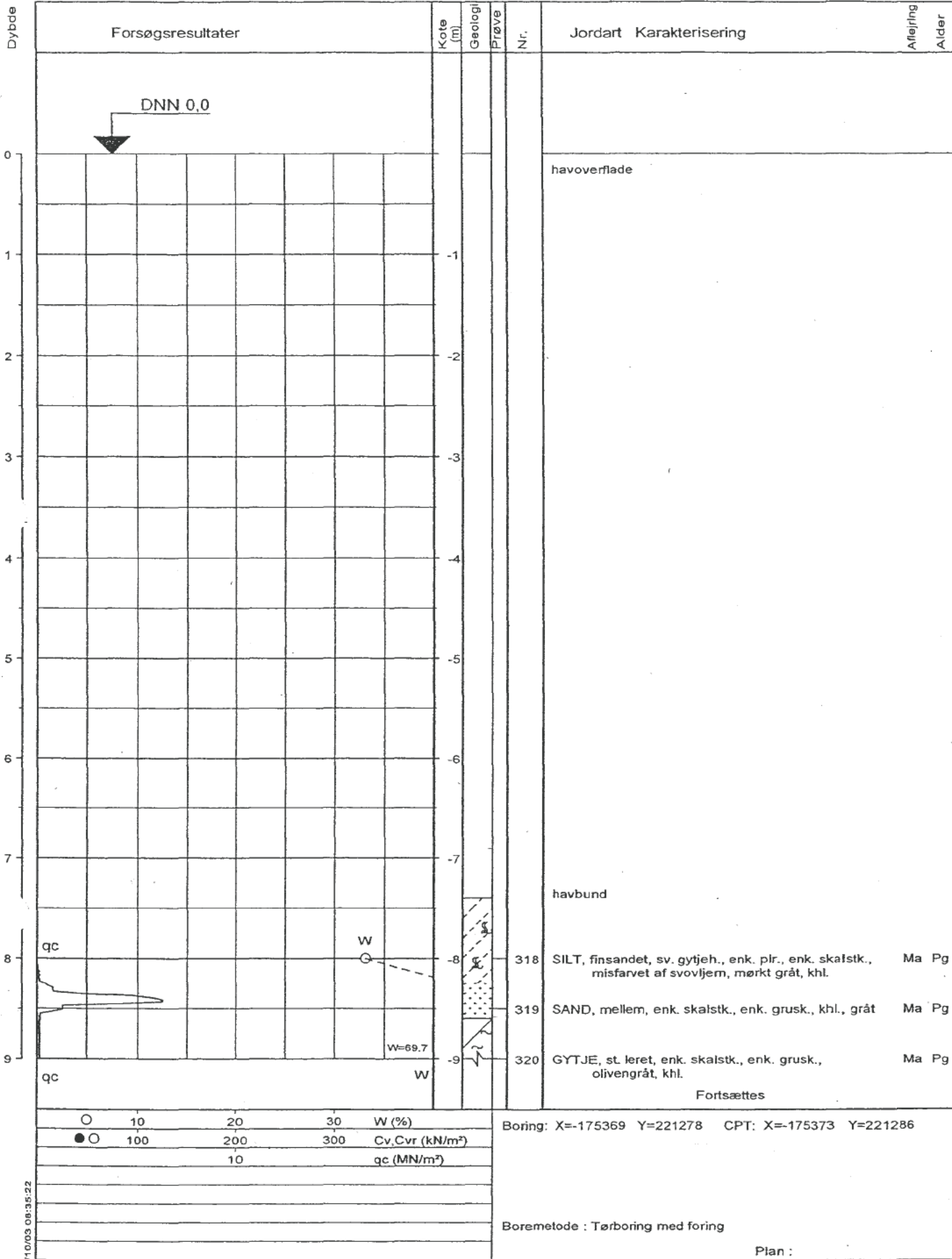
Udarb. af : HLa

Kontrol : HL

Godkendt : *HL* Dato : 21/6. 2003

Bilag : 9

s. 2 / 2



Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030912 DGU-nr.:

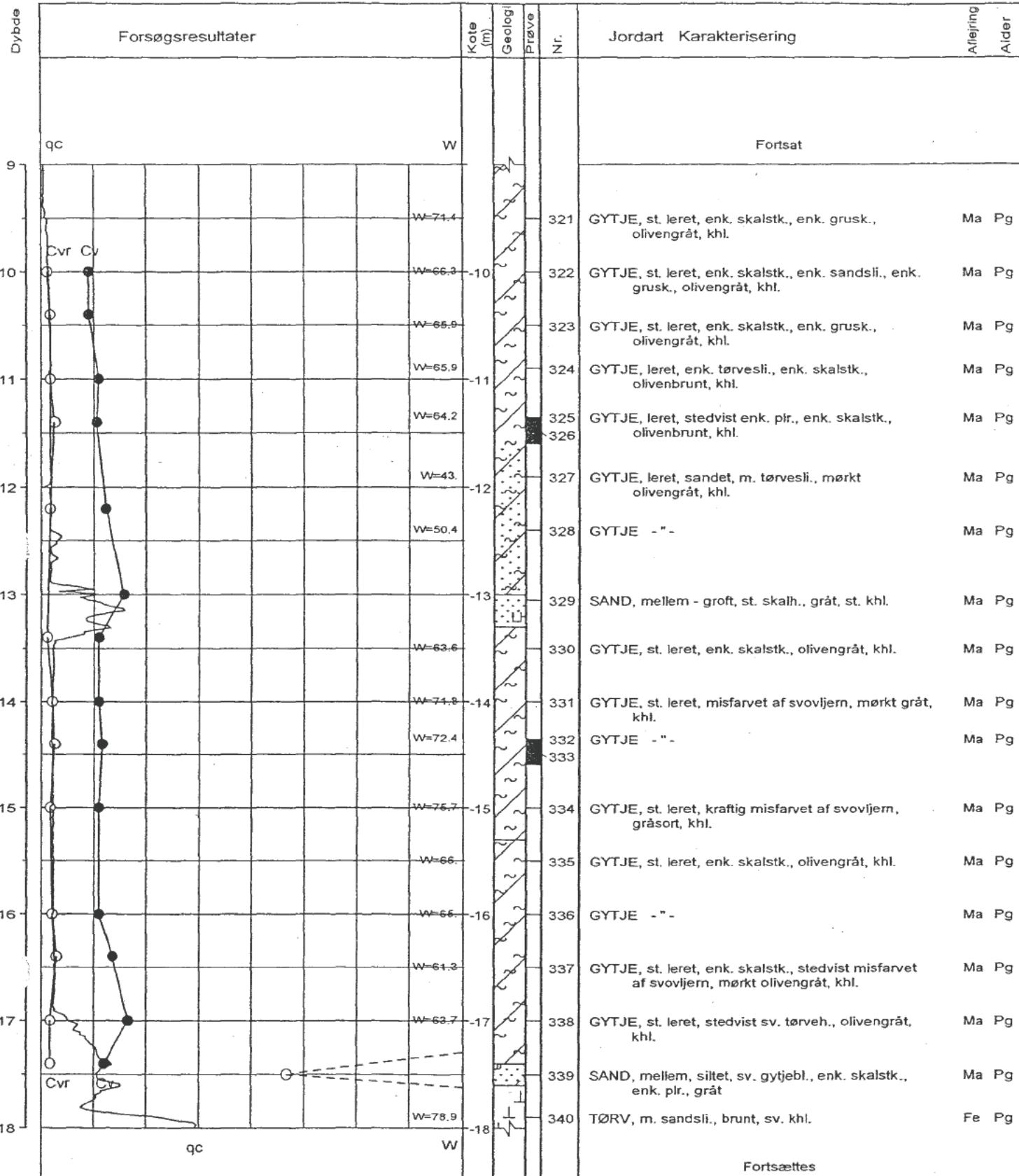
Boring : C/B612

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *IKK* Dato : 21.10.2003

Bilag : 10 s. 1/3



Fortsættes

○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cv,Cvr (kN/m²)
 10 qc (MN/m²)

Boring: X=-175369 Y=221278 CPT: X=-175373 Y=221286

Boremethode : Tørboring med foring

Plan :

Sag : 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning : DOP

Boret af : PBA

Dato : 20030912 DGU-nr.:

Boring : C/B612

Udarb. af : HLa

Kontrol : HLa

Godkendt : *kl* Dato : 01/10.7a3

Bilag : 10 s.2/3

Carl Bro
Intelligent Solutions

Tlf. 98 79 98 00, Fax 98 79 98 01
Sofiedalsvej 94, 9200 Aalborg SV

Boreprofil

Dybde

Forsøgsresultater

Kote
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

Aflægning

Alder

qc

W

Fortsat

18

W=40.1

W

341

SAND, fint - mellem, tørvebl. brunt, sv. khl.

Fe Pg

19

-19

qc

20

-20

21

-21

22

-22

23

-23

24

-24

25

-25

26

-26

27

-27

○

10

20

30

W (%)

● ○

100

200

300

Cv, Cvr (kN/m²)

10

qc (MN/m²)

Boring: X=-175369 Y=221278 CPT: X=-175373 Y=221286

Boremetode: Tørboring med foring

Plan:

Sag: 25.0307.41 Grenå Havn

Strækning: DOP

Boret af: PBA

Dato: 20030912 DGU-nr.:

Boring: C/B612

Udarb. af: HLa

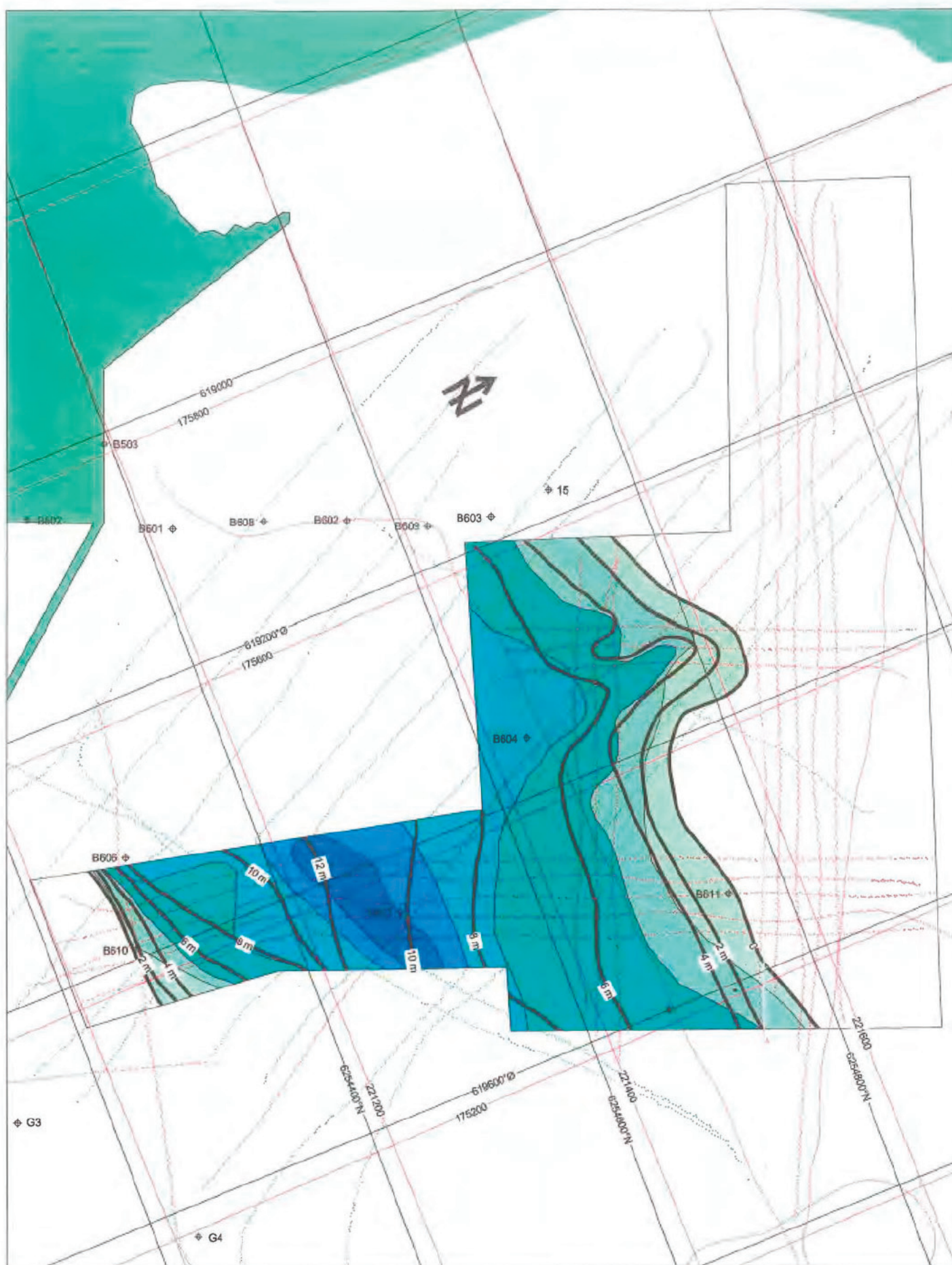
Kontrol: HLa

Godkendt: 

Dato: 01/10 2003

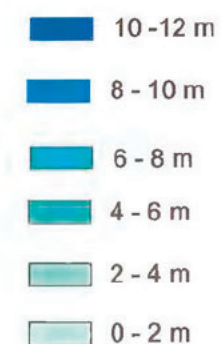
Bilag: 10

s. 3/3



Tykkelsen af gytje/tørvelag med dybdekurver til bunden af gytje/tørvelaget

tykkelse i meter



— Dybde til bund gytje/tørv (m under havbund)

✦ Boringer

— Seismiske linier 2000-survey

— Seismiske linier 2004-survey

— Koordinatsystem WGS84

— Koordinatsystem system-34

Koordinatsystemer:
UTM projektion WGS84, zone 32
System 34 (Jylland-Fyn)

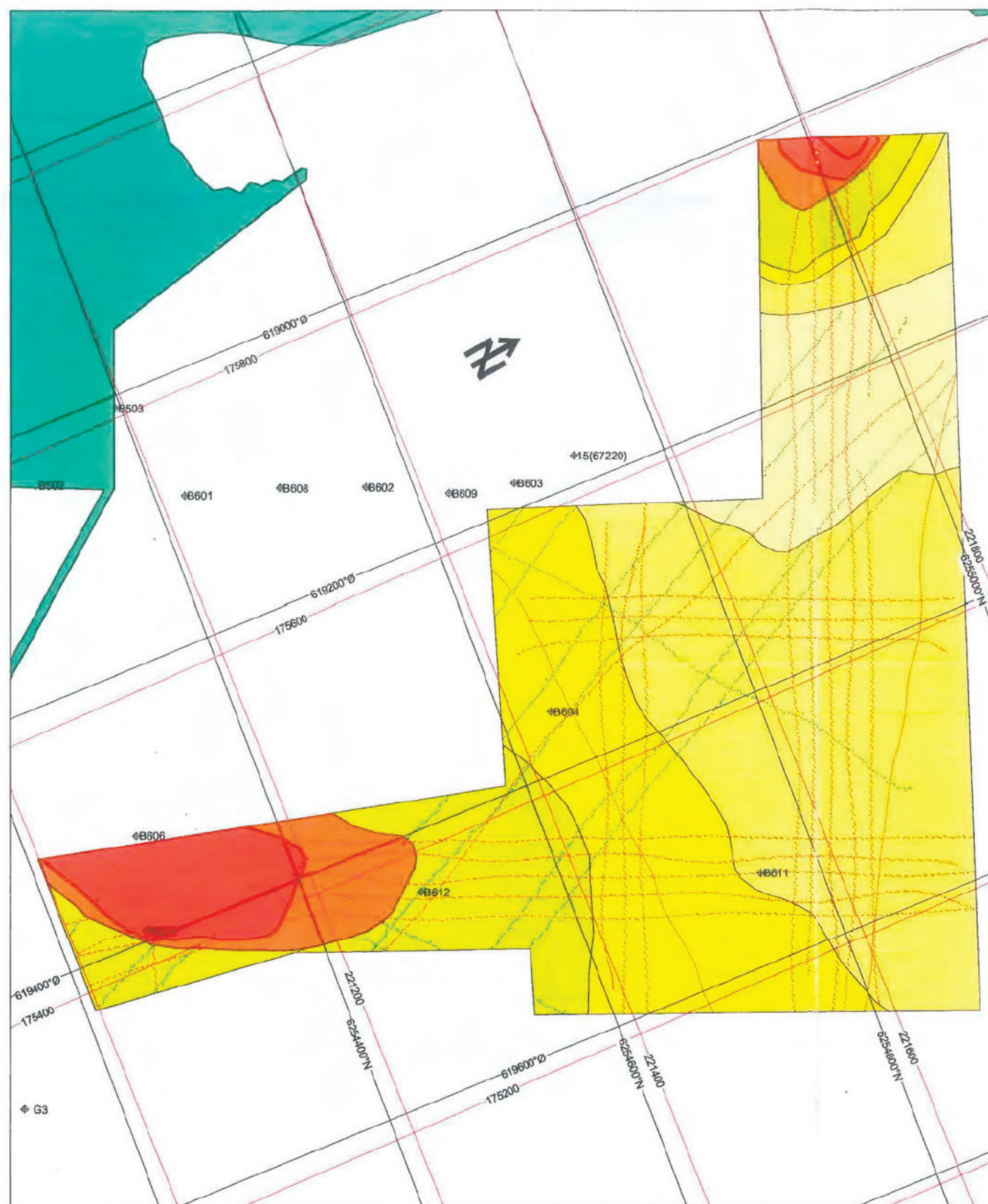
Målestoksforhold 1: 4.000

Seismisk opmåling af Grenå Havn

Kortlægning af moletracéer i Planethavnen
nord for Grenå Havn

GEUS Rapport 2004/24
Bilag 1





Tykkelsen af sandlaget på havbunden

tykkelse i meter

> 3,0 m

2,5 til 3,0 m

2,0 - 2,5 m

1,5 - 2,0 m

1,0 - 1,5 m

0,5 - 1,0 m

< 0,5 m

✦ Boringer

— Seismiske linier 2000-survey

— Seismiske linier 2004-survey

— Koordinatsystem System 34 (Jylland-Fyn)

— Koordinatsystem WGS84

Koordinatsystemer:
UTM projektion WGS84, zone 32
System 34 (Jylland-Fyn)

Målestoksforhold 1: 4.000

Seismisk opmåling af Grenå Havn

Kortlægning af moletracéer i Planethavnen
nord for Grenå Havn

GEUS Rapport 2004/24
Bilag 2

