



GEOTEKNISK PLACERINGSUNDERSØGELSE

BELIGGENDE: FALKEVEJ, ØRNHØJ

REKVIRENT: ØRNHØJ MURERFORRETNING APS
VESTERLED 19
6973 ØRNHØJ

SAGSNR: 2011-0316

RÅDGIVER: DMR GEOTEKNIK
HÅNDVÆRKERVEJ 8
7470 KARUP J

DATO: 15. APRIL 2011

Geoteknisk placeringsundersøgelse på Falkevej, Ørnhøj.

Indholdsfortegnelse

1. Projekt	2
2. Mark- og laboratoriarbejde.....	2
3. Jordbunds- og vandspejlsforhold.....	2
4. Funderingsforhold.....	3
4.1 Generelt.....	3
4.2 Direkte fundering	5
4.3 Direkte fundering efter delvis udskiftning.....	6
5. Sætninger	6
6. Tørholdelse.....	6
6.1 Midlertidig	6
6.2 Permanent	6
7. Afrømningsniveau	7
8. Udførelsmæssige forhold	7
9. Supplerende undersøgelser.....	7
10. Kontrol	7
11. Miljø.....	7
11.1 Generelt.....	7
11.2 Områdeklassificering	7
11.3 50 cm reglen.....	8
12. Afsluttende bemærkninger	8
Bilag 1. Boreprofiler.	
Bilag 2. Situationsskitse – ikke målfast.	
Bilag 3. Principskitse for indbygning af sandpude.	
Bilag 4. Principskitse for fundering på fedt ler.	

Sagsbehandler



Anne-Mette D. Holm
Geotekniker, diplomingeniør

Kvalitetskontrol



Claus Gammelmark Therkildsen
Geotekniker, akademiingeniør

1. Projekt

Det aktuelle projekt omfatter en udstykning af 5 parcelhusgrunde.

Yderligere foreligger ikke oplyst.

Det forudsættes, at der opføres parcelhuse i 1-1½ plan uden kælder.

Det forudsættes desuden, at gulve maksimalt udsættes for en last på 5,0 kN/m².

2. Mark- og laboratoriearbejde

Den 4. april 2011 er der med Ø150 mm sneglebor udført 5 uforede geotekniske borer (1 - 5), som er afsluttet 4,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Under borearbejdet er der registreret laggrænser, optaget omrørte prøver og udført vingeforsøg.

Ovenstående arbejde er udført i henhold til DGF's "Felthåndbogen", 1999.

Boringerne er afsat på baggrund af det fra rekvirenten fremsendte tegningsmateriale og fremgår af situationsskitsen i bilag 2.

Terrænkoten ved borepunkterne er bestemt, idet der som højdefikspunkt er anvendt overkant af skelpæl på grunden. Overkant af skelpælen er tildelt relativ kote +10,00.

Der er nedsat Ø25 mm pejlerør i borerne til registrering af grundvandsspejlets beliggenhed. Der er pejlet umiddelbart efter borearbejdets afslutning.

Samtlige prøver er geologisk bedømt og klassificeret i henhold til DGF's "Vejledning i ingeniør-geologisk prøvebeskrivelse", 1995.

Det naturlige vandindhold er bestemt på udvalgte prøver i henhold til DGF's "Laboratoriehåndbogen", 2001.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne i bilag 1, som er optegnet i henhold til DGF's "Referenceblad for geotekniske profiler", 1995.

Signaturer og definitioner fremgår af bilag 1.

3. Jordbunds- og vandspejlsforhold

I boring 1 og 5 er der øverst truffet fyld (sandmuld og ler) til 0,3 á 0,6 m u. t., hvorefter der er truffet vekslende senglaciale/glaciale aflejringer i form af ler og sand til den borede dybde af 4,0 m u. t.

I boring 2 - 4 er der øverst truffet fyld (ler samt ler- og sandmuld) til 0,3 á 0,6 m u. t., hvorefter der er truffet senglacialt/glacialt fedt ler til 2,1 á 2,3 m u. t. Herefter er der truffet tertiært fedt ler til den borede dybde af 4,0 m u. t.

Det trufne fede ler har et højt svind- og svelnings-potentiale.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning, hvor der ikke blev registreret et frit grundvandsspejl (GVS).

Grundvandsspejlet må påregnes at være afhængigt af årstid og nedbør.

Fortsat pejling anbefales. Senest 1 måned efter endt pejlearbejde skal pejleboringerne sløjfes.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbunds- og vandspejlsforholdene henvises til boreprofilerne i bilag 1.

4. Funderingsforhold

4.1 Generelt

Med jordbundsforhold som fundet i boringerne kombineret med de forudsatte funderingsniveauer hører funderingsprojektet under geoteknisk kategori 2. Med forhold som ved boringerne 2, 3 og 4 skal der træffes en række særlige foranstaltninger, dels på grund af det fede lers ringe udrænedede forskydningsstyrke og dels på grund af det fede lers meget uheldige svind- og svelningsegenskaber. Der henvises i denne forbindelse til SBI-anvisning nr. 181, side 100 - 103, samt bilag 4, som omhandler fundering på fedt ler.

Overside bæredygtige lag, OSBL, som sammen med afrømningsniveau for gulve, AFRN, er angivet i tabel 4.1.

Boring nr.	Terræn Kote, relativ	OSBL		AFRN	
		Dybde, m u. t.	Kote, relativ	Dybde, m u. t.	Kote, relativ
1	+8,2	0,6	+7,6	0,6	+7,6
2	+7,5	0,4	+7,1	0,4	+7,1
3	+8,2	0,3	+7,9	0,3	+7,9
4	+9,1	0,6	+8,5	0,6	+8,5
5	+10,3	0,3	+10,0	0,3	+10,0

Tabel 4.1: Overside bæredygtige lag, OSBL, og afrømningsniveau for gulve, AFRN, for det aktuelle projekt.

Det skal sikres, at der overalt funderes i mindst frostfri og udtøringsfri dybde under fremtidigt terræn, hvilket, hvis der funderes i fedt ler er minimum 1,5 meter. I alle de andre aflejringer under OSBL er frostfri dybde 0,9 meter for opvarmede konstruktioner og 1,2 meter for uopvarmede konstruktioner. Udtøringsfri dybde under fremtidigt terræn for fedt ler øges, så-

fremt der forefindes løvfældende træer indenfor en afstand af 1,5 gange vegetationens endelige højde, da disse øger risikoen for svind- og svelningsprocesser.

Det anbefales, at der ved fundering i fedt ler opstilles restriktioner mht. beplantning.

Fundamenterne dimensioneres i såvel korttids- som langtidstilstanden og i henhold til EC7 samt det danske nationale anneks. Ved fundering i fedt ler henvises endvidere til SBI-anvisning nr. 181 side 100 - 103.

For de trufne aflejringer under OSBL og indbygget velkomprimeret sandfyld kan der påregnes følgende skønnede karakteristiske styrkeparametre og rumvægte, hvor værdierne for det fede ler er reduceret for et skønnet I_p på 100%:

	Rumvægt γ/γ' kN/m ³	Korttidstilstanden		Langtidstilstanden	
		$\varphi_{k,pl}$ °	$c_{k,u}$ kN/m ²	$\varphi'_{k,pl}$ °	$c_{k,d}$ kN/m ²
Ler, ikke fedt	19/9	0	80	25	8,0
Ler, fedt, sg/gc	18/8	0	40	15	0
Ler, fedt, Te	15/5	0	40	15	0
Sand	18/10	36	0	33	0
Sandfyld	18/10	37	0	37	0

Ved fundering i ler og sandaflejringer og med et maksimalt vandspejl ved funderingsniveau, kan der for et lodret og centralbelastet sribefundament anvendes den mindste af de relevante regningsmæssige bæreevner, R_d , opnået ved bæreevneformlerne for ler- og sandtilfældet i såvel korttidstilstanden som langtidstilstanden:

Korttidstilstanden:

$$\text{Stribefundament i ler, ikke fedt: } R_d = B \cdot H \cdot 19 + B \cdot 225 \quad \text{kN/m}$$

$$\text{Stribefundament i ler, fedt, sg/gc: } R_d = B \cdot H \cdot 18 + B \cdot 110 \quad \text{kN/m}$$

$$\text{Stribefundament i sand: } R_d = B \cdot B \cdot 90 + B \cdot H \cdot 380 \quad \text{kN/m}$$

Langtidstilstanden:

$$\text{Stribefundament i ler: } R_d = B \cdot B \cdot 16 + B \cdot H \cdot 135 + B \cdot 105 \quad \text{kN/m}$$

$$\text{Stribefundament i ler, fedt, sg/gc: } R_d = B \cdot B \cdot 3 + B \cdot H \cdot 55 \quad \text{kN/m}$$

$$\text{Stribefundament i sand: } R_d = B \cdot B \cdot 90 + B \cdot H \cdot 380 \quad \text{kN/m}$$

hvor B, er fundamentsbredden (m) og H er den mindste værdi af funderingsniveau under fremtidig terræn og afstanden fra laveste tilstødende gulv til funderingsniveau (m).

For de trufne aflejringer under OSBL og indbygget velkomprimeret sandfyld kan der påregnes følgende skønnede deformationsparametre:

$$\text{Konsolideringsmodul, ler, ikke fedt} \quad K = 14.000 \quad \text{kN/m}^2$$

Konsolideringsmodul, ler, fedt, sg/gc	K = 5.500	kN/m ²
Konsolideringsmodul, ler, fedt, Te	K = 14.000	kN/m ²
Konsolideringsmodul, sand, sg/gc	K = 15.000 - 25.000	kN/m ²
Konsolideringsmodul, velkomprimeret sandfyld	K = 50.000	kN/m ²

Det anbefales eventuelt at verificere ovenstående værdier ved udførelse af konsolideringsforsøg.

Såfremt en sætningsberegning viser, at de beregnede sætninger overstiger det acceptable, udskiftes det fede ler med velkomprimeret ren sandfyld til fornøden dybde, som beskrevet i afsnit 4.3.

Alternativt kan større fundamenter og/eller en delvis udskiftning af de trufne fede leraflejringer muligvis afhjælpe problemet.

For det aktuelle projekt og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes den naturligste funderingsløsning at være enten en direkte fundering i/under OSBL eller en direkte fundering i frostfri dybde efter en delvis udskiftning af det fede ler med velkomprimeret sandfyld.

De 2 funderingsmetoder er nærmere beskrevet i det følgende.

4.2 Direkte fundering

Der funderes direkte på intakte leraflejringer under OSBL og i mindst frostfri og svindfri dybde under fremtidigt terræn.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag kan udlægges direkte efter afrømning af samtlige aflejringer over AFRN.

Eventuel efterfyldning under gulve foretages med ren sandfyld, som udlægges i tynde lag (max. 0,3 meter) under effektiv komprimering.

Det anbefales at opstille følgende komprimeringskrav til sandfyld under gulve:

Middel af alle kontrolforsøg	> 96% SP
Ingen kontrolforsøg	< 94% SP

hvor SP angiver Standard Proctor ved isotopsondemetoden.

4.3 Direkte fundering efter delvis udskiftning

Det fede ler udskiftes til fornøden dybde med velkomprimeret sandfyld efter de i bilag 3 viste retningslinier, hvorefter der funderes direkte i mindst frostfri dybde under fremtidigt terræn (0,9 meter).

Det anbefales at opstille de i tabel 4.2 angivne komprimeringskrav til indbygget sandfyld under fundamentsunderkant, FUK, hvor SP angiver Standard Proctor ved isotopsondemetoden:

	Under FUK
Middel af alle kontrolforsøg	> 98% SP
Ingen kontrolforsøg	< 96% SP

Tabel 4.2: Komprimeringskrav under FUK.

5. Sætninger

For at imødegå eventuelle skadelige differenssætninger anbefales det, at der i top og bund af samtlige sribefundamenter lægges revnefordelende armering svarende til 0,2 % af sribefundamenternes tværsnitsareal ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armering; jf. SBI-anvisning nr. 181. Såfremt der benyttes uarmerede fundamenter og gulve, må der forventes en mere synlig revneudvikling i konstruktionen.

Når endeligt projekt foreligger, skal der ubetinget udføres egentlige sætningsberegninger til afklaring af, om de forventelige sætninger kan accepteres.

6. Tørholdelse

6.1 Midlertidig

Der forventes ingen væsentlige grundvandsproblemer under udførelsen. Eventuelt tilstrømmende overfladevand bortledes mest hensigtsmæssigt ved hjælp af drænrender ført til pumpe-sump, eventuelt suppleret med belastede dræn i udgravningssiderne.

6.2 Permanent

Det kræves, at konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overfladevand, grundvand, jordfugt, kondensvand og luftfugtighed ikke medfører fugtskader og fugtgener; jf. SBI-anvisning nr. 181.

Terrændæk skal derfor udføres på fast og tør jordbund, og således at terrænet ikke udsættes for oversvømmelser. Overfladevand skal bortledes ved eksempelvis at udføre et tilstrækkeligt fald på terrænet bort fra bygningen.

Da de trufne leraflejringer ikke vurderes at være tilstrækkelig selvdrænende, skal der etableres omfangsdræn i henhold til gældende normer for at sikre en permanent tørholdelse.

7. Afrømningsniveau

Det anbefales, at afrømningsniveau beklædes med plastfolie.

De trufne leraflejringer kan karakteriseres som udblødningsfarlige og følsomme overfor dynamiske påvirkninger - specielt i forbindelse med nedbør og højtstående grundvand.

I så tilfælde bør al færdsel med entreprenørmateriel på afrømningsniveau undgås for at bevare jorden intakt og fyldsand indbygges i takt med udgravningen.

8. Udførelsesmæssige forhold

Ved fundering, udgravning, ændring af terrænhøjde eller anden terrænændring på en grund samt midlertidige eller permanente sænkninger af grundvandstanden skal der træffes enhver foranstaltning, der er nødvendig for at sikre omliggende grunde, bygninger og ledningsanlæg af enhver art.

9. Supplerende undersøgelser

For at bestemme styrkeparametrene anbefales det, at der bestemmes plasticitetsindeks og -grænser, I_p , w_L og w_p på udvalgte prøver.

Det anbefales desuden, at der udføres en geoteknisk optimeringsundersøgelse til afklaring af, om de beregnede sætninger er acceptable.

10. Kontrol

Samtlige udgravninger bør inspiceres til kontrol af, at der overalt funderes på intakte aflejringer, svarende til de under OSBL trufne; jf. EC7 kapitel 4.3.

Komprimeringen af sandfyld bør ved mægtigheder større end ca. 0,6 meter kontrolleres ved forsøg; jf. EC7 kapitel 5.3.4.

11. Miljø

11.1 Generelt

De udførte undersøgelser på ejendommen omfatter ikke nedenstående miljømæssige aspekter.

11.2 Områdeklassificering

I henhold til jordforureningsloven er alle arealer indenfor byzonen som udgangspunkt områdeklassificeret med mindre kommunalbestyrelsen har udtaget arealet af områdeklassificeringen. For områdeklassificerede arealer gælder, at jorden klassificeres som lettere forurenet, og at der derfor stilles krav til håndtering og anmeldelse af jord, som deponeres/flyttes udenfor matriklen.

Klassificeringen som lettere forurenede jord kan dog ændres, hvis det ved kemiske analyser af jordprøver kan påvises, at jordens indhold af miljøfremmede stoffer (olieprodukter, PAH forbindelser og tungmetaller) ikke overstiger Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier.

Krav til jordhåndteringen kan have indflydelse på projektets tidsplan og økonomi, hvorfor dette anbefales afklaret så hurtigt som muligt og helst inden opstart af projektet i marken.

11.3 50 cm reglen

I henhold til jordforureningslovens §72b skal ejer eller bruger af arealer til boligformål dokumentere, at de øverste 50 cm jordlag af den ubebyggede del af arealet ikke er forurenede, eller at der er etableret en varig fast belægning.

Dokumentationen skal omfatte analyser af jorden som indsendes til kommunen. Antallet af analyser skal aftales med kommunen.

12. Afsluttende bemærkninger

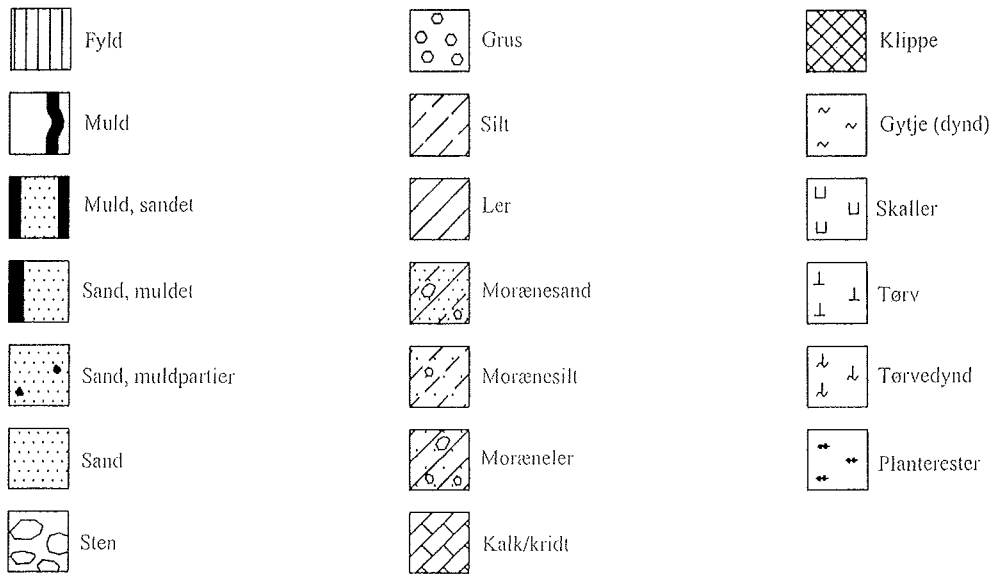
Der skal jf. EC7 kapitel 2.8 udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som blandt andet indeholder dokumentation for sammenhængen mellem de faktiske belastninger og jordens bæreevne.

I det omfang det ønskes, står DMR Geoteknik selvsagt til rådighed for udarbejdelse af den geotekniske projekteringsrapport samt videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

Det indkomne prøvemateriale opbevares 2 uger fra dato, hvorefter det bortskaffes, medmindre der forinden foreligger anden aftale.

Bilag 1

SIGNATURER OG DEFINITIONER



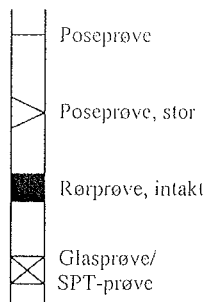
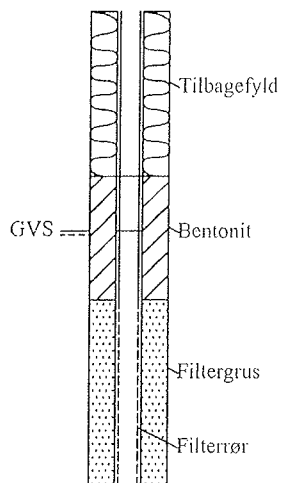
Filtersætning og afpropping

Prøvetype

Dannelsesmiljø

Geologisk alder

Forkortelser



- Br Brakvand
- Fe Ferskvand
- Fl Flydejord
- Gl Gletscher
- Ma Marin
- Ne Nedskyl
- O Overjord
- Sk Skredjord
- Sm Smeltevand
- Vi Vindaflejret
- Vu Vulkansk

- Kv Kwartær
- Pg Postglacial
- Sg Senglacial
- Al Allerød
- Gc Glacial
- Ig Interglacial
- Is Interstadial
- Te Tertiær
- Pi Pliocæn
- Mi Miocæn
- Oligocæn

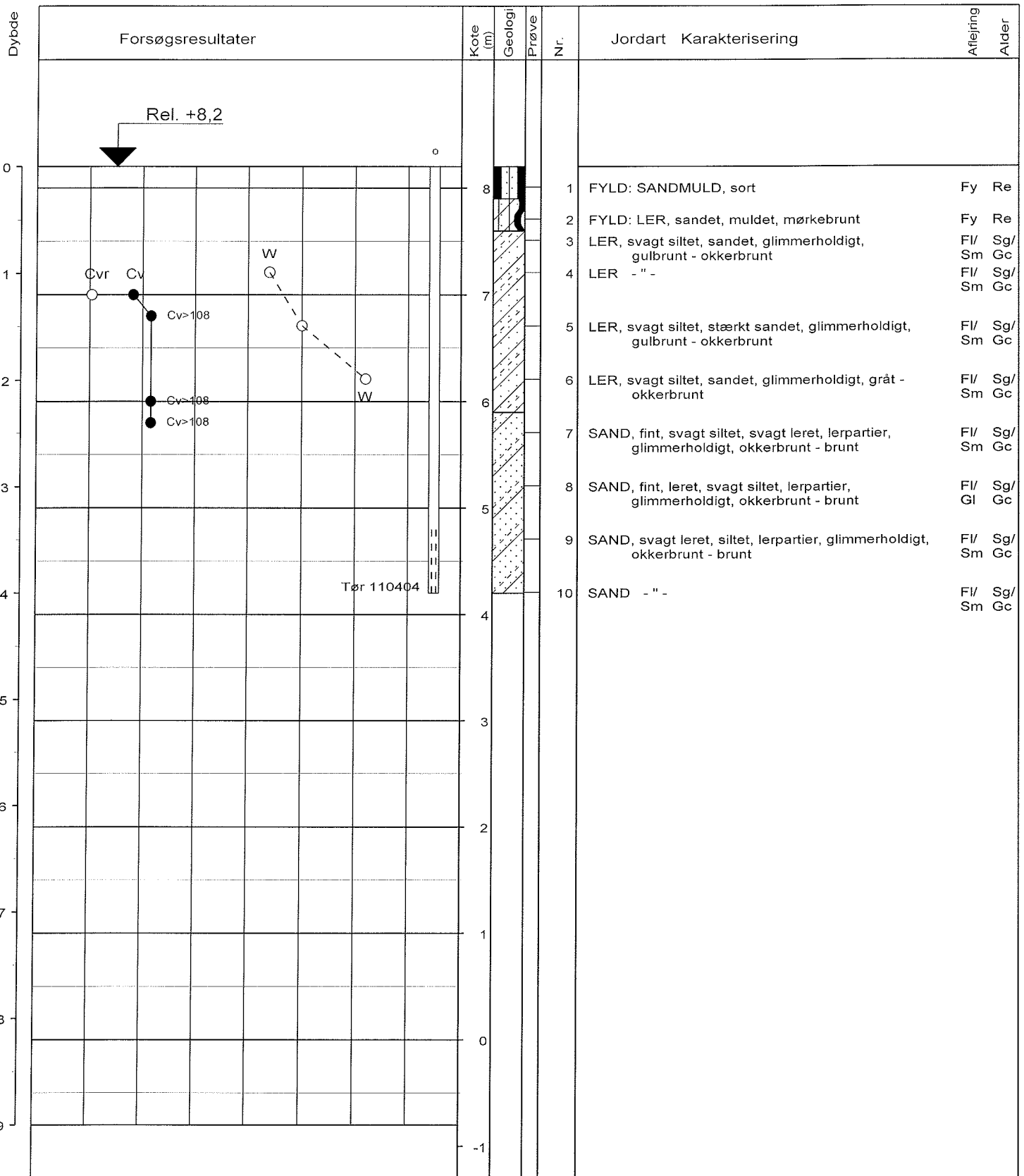
- Eo Eocæn
- Pl Palæocæn
- Sl Selandien
- Da Danien
- Kt Kridt
- Se Senon
- Re Recente

- enk. enkelte
- sort. sorteret
- st. stærkt
- sv. svagt
- kfr. kalkfri
- khl. kalkholdig

Forsøgsresultater

- W (%) ○ : Vandindhold, forholdet mellem vandvægt og kornvægt
- W_L (%) W_L ←————→ W_p : Vandindhold ved overgang fra flydende til plastisk konsistens
- W_p (%) : Vandindhold ved overgang fra plastisk til halvfast konsistens
- γ (kN/m³) △ : Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
- C_v, C_{vr} (kN/m²) ●, ○ : Udrænet forskydningsstyrke bestemt ved vingeforsøg
- N (slag/30cm) ▼ : Resultat af standard penetration tast
- gl (%) + : Forholdet mellem vægttab ved glødning og kornvægt (reduceret for kalk)
- e ▼ : Forholdet mellem porevolumen og kornvolumen

-  Boring
-  Boring med prøvetagning
-  Gravning / komprimeringskontrol
-  Tryksondering / CPT forsøg
-  Vingeforsøg
-  Belastningsforsøg
-  Prøveramning
-  Sætningsmåling
-  Poretryksmåling
-  Geoelektrisk punktprofil
-  Geoelektrisk linieprofil
-  Fixpunkt for nivellement



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

Boremetode : Tørboring uden foring

Plan :

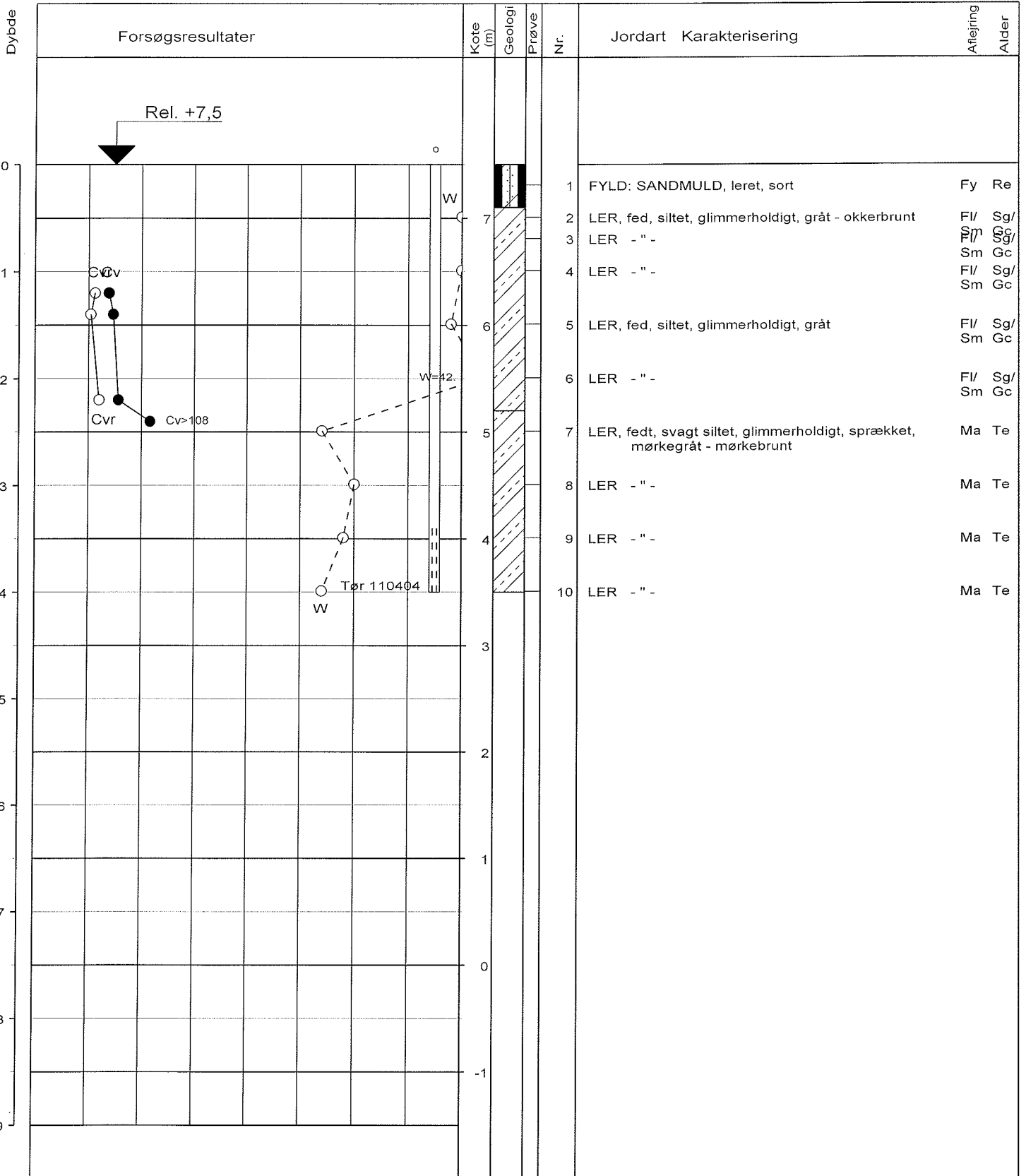
Sag : 2011-0316 Falkevej, Ørnhøj

Strækning : Boret af : JGV/S/K Dato : 20110404 DGU-nr.: Boring : 1
 Udarb. af : AMH Kontrol : CGT Godkendt : CGT Dato : 20110408 Bilag : 1 s. 1 / 1

DMR Geoteknik

Boreprofil

BRegister - PST/GDK 2.0 - 11/04/2011 13:57:43



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

Boremethode : Tørboring uden foring

Plan :

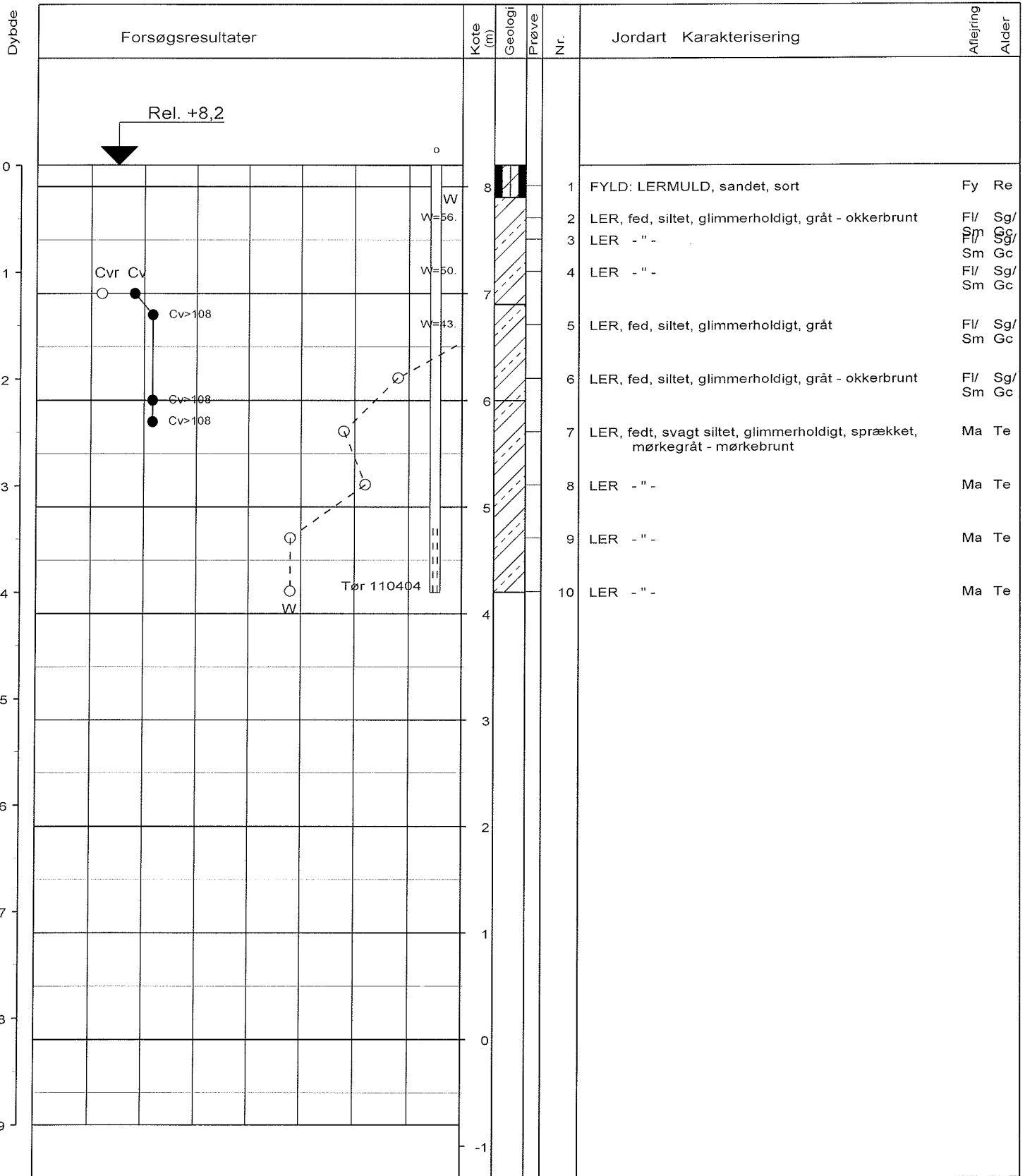
Sag : 2011-0316 Falkevej, Ørnholm

Strækning : Boret af : JGV/S/K Dato : 20110404 DGU-nr.: Boring : 2

Udarb. af : AMH Kontrol : CGT Godkendt : CGT Dato : 20110408 Bilag : 1 s. 1 / 1

DMR Geoteknik

Boreprofil



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

Boremethode : Tørboring uden foring

Plan :

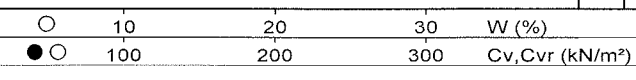
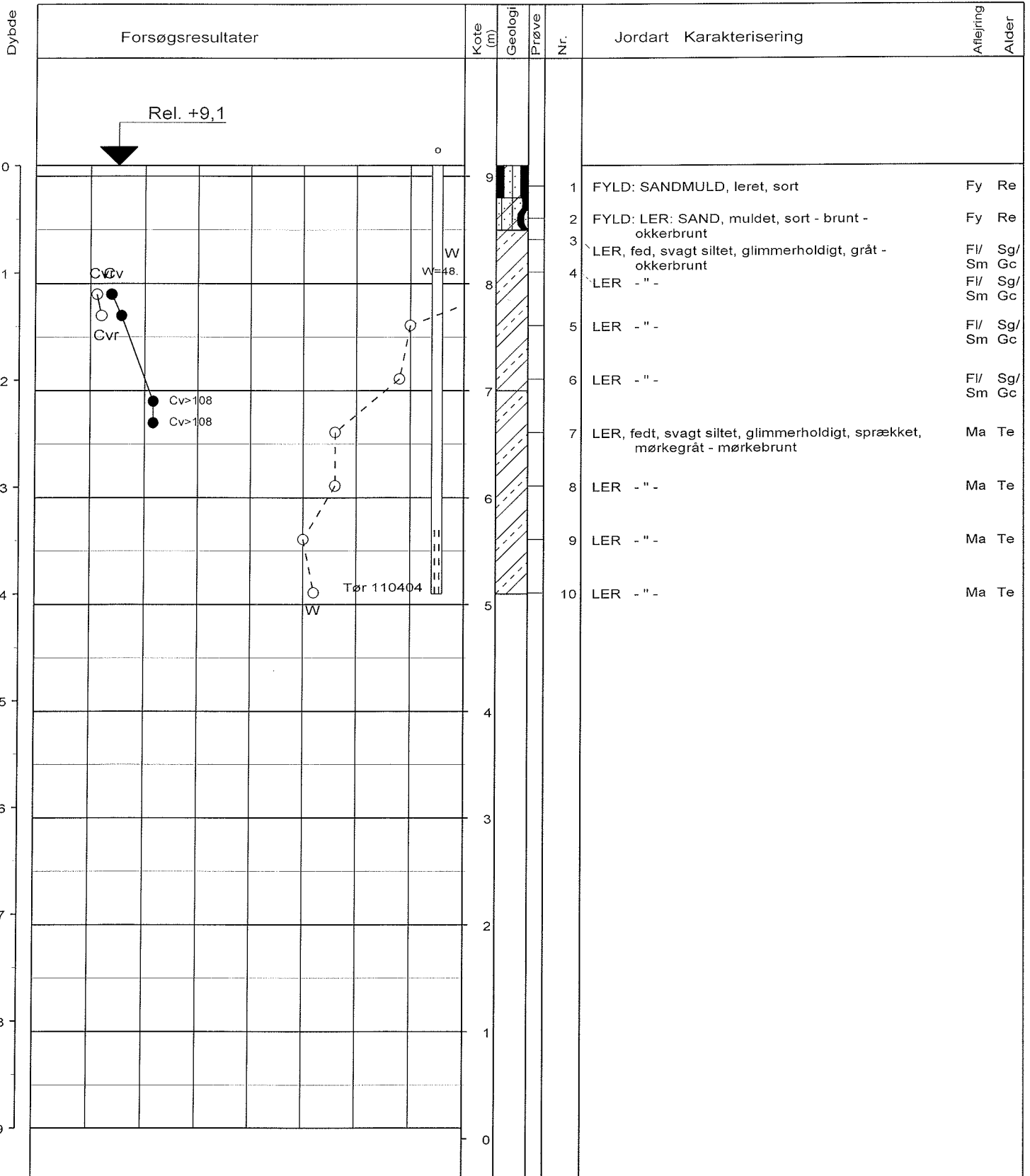
Sag : 2011-0316 Falkevej, Ørnholm

Strækning : Boret af : JGV/S/K Dato : 20110404 DGU-nr.: Boring : 3

Udarb. af : AMH Kontrol : CGT Godkendt : CGT Dato : 20110408 Bilag : 1 s. 1 / 1

DMR Geoteknik

Boreprofil



Boremetode : Tørboring uden foring

Plan :

Sag : 2011-0316 Falkevej, Ørnholm

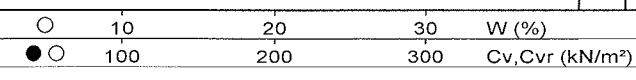
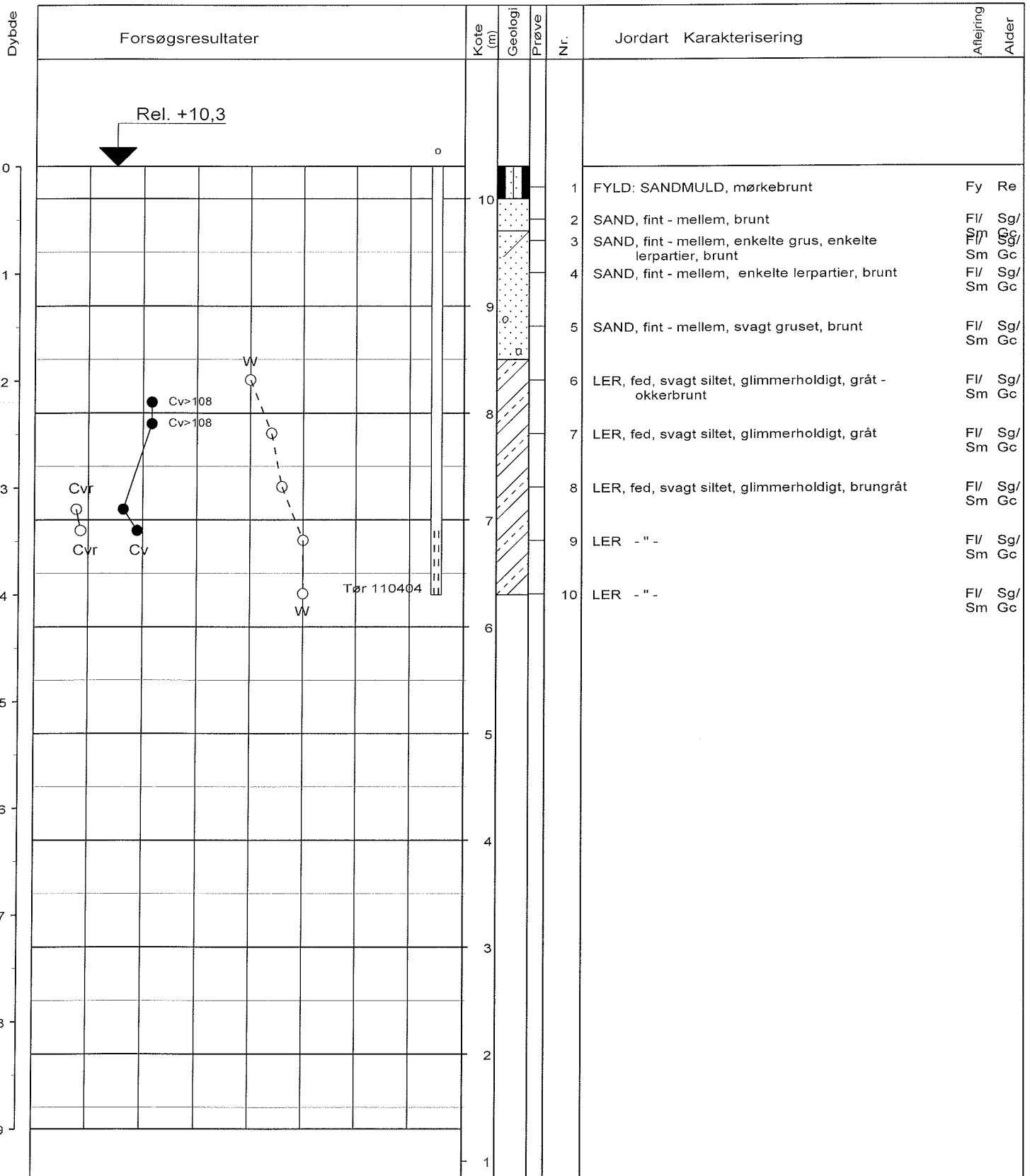
Strækning : Boret af : JGVS/K Dato : 20110404 DGU-nr.: Boring : 4

Udarb. af : AMH Kontrol : CGT Godkendt : CGT Dato : 20110408 Bilag : 1 s. 1 / 1

DMR Geoteknik

Boreprofil

BRegister - PSTGDK 2.0 - 11/04/2011 13:46:33



Boremetode : Tørboring uden foring

Plan :

Sag : 2011-0316 Falkevej, Ørnhøj

Strækning : Boret af : JGVS/ Dato : 20110404 DGU-nr.: Boring : 5
 Udarb. af : AMH Kontrol : CGT Godkendt : CGT Dato : 20110408 Bilag : 1 s. 1 / 1

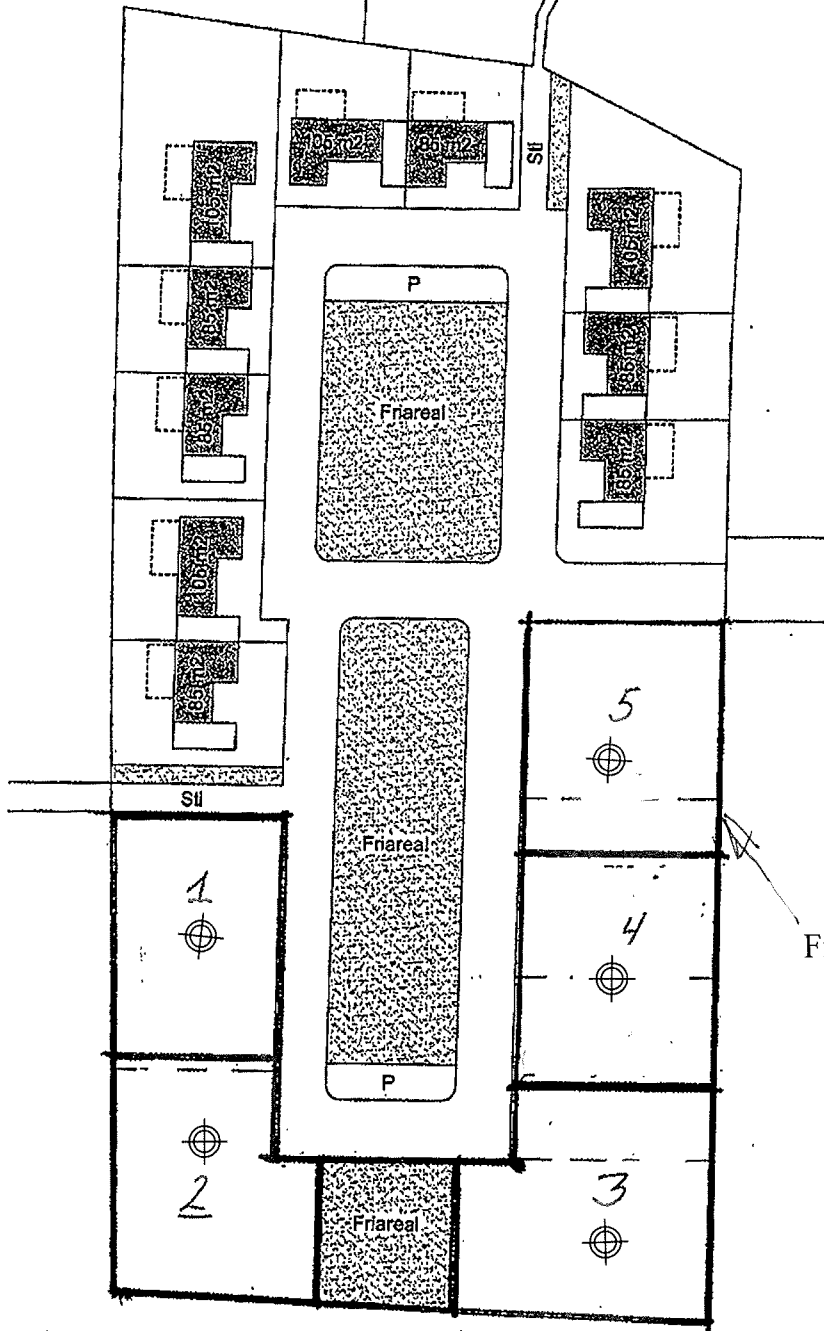
DMR Geoteknik

Boreprofil

BRegister - PSTGDK 2.0 - 11/04/2011 13:47:19

Bilag 2

Hovedgaden



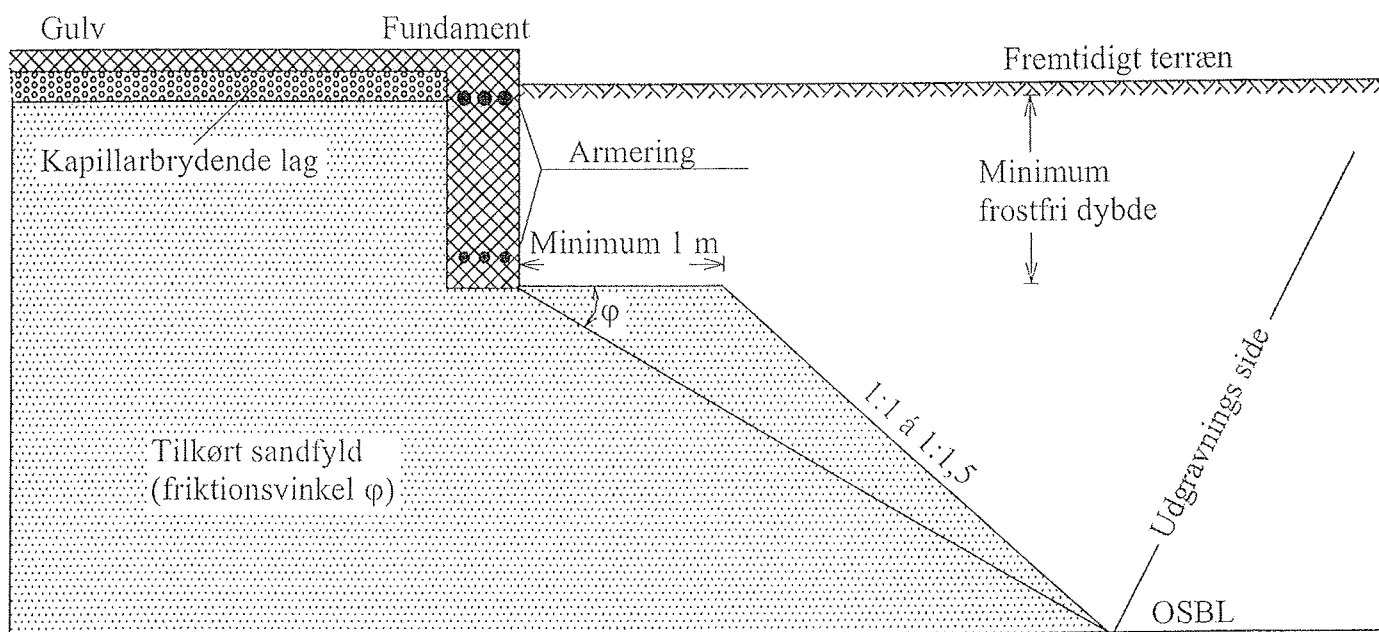
Falkevej

Fix = top skelpæl
= relativ kote +10,00

Bilag 3

Principskitse for indbygning af sandpude

Skematisk snit



Udførelse

Samtlige aflejringer over OSBL fjernes og erstattes med tilkørt sandfyld (friktionsvinkel φ), der udlægges i lag af højst 30 cm under effektiv komprimering til mindst 98 % Standard Proctor.

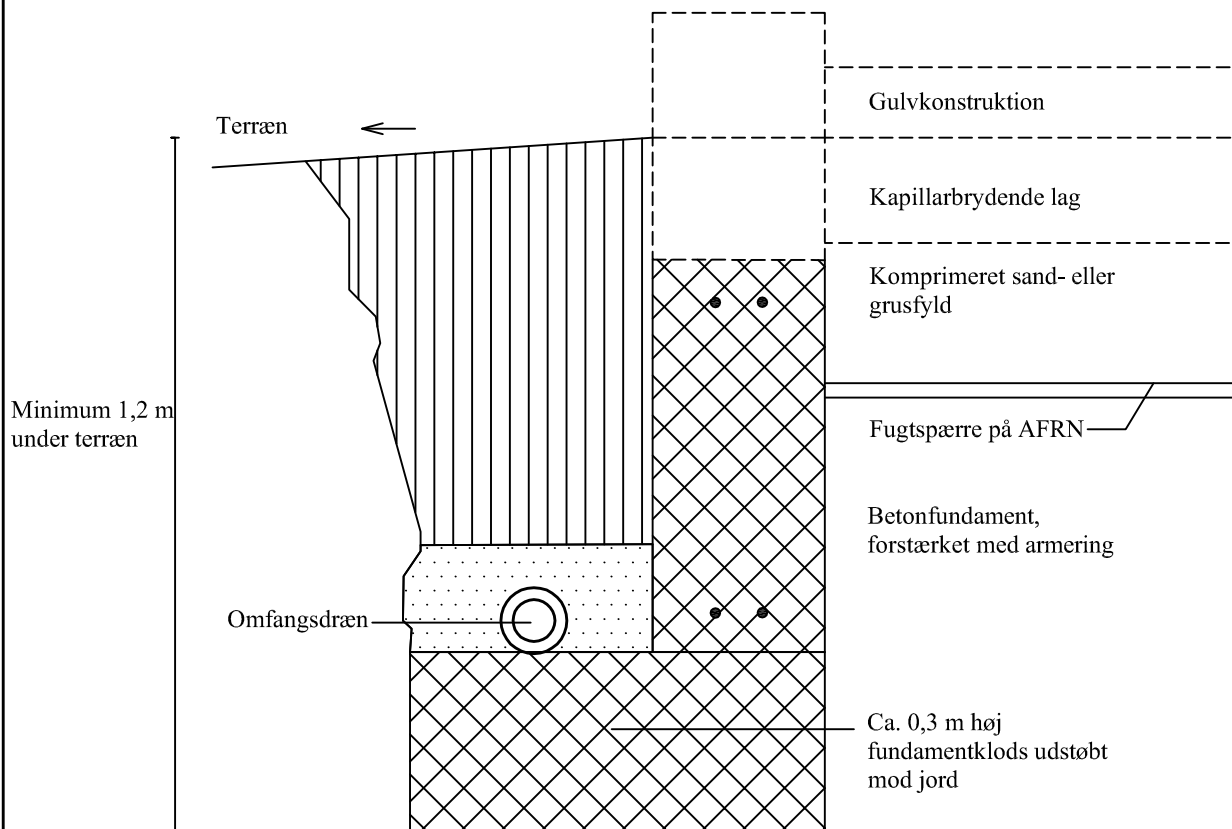
Derefter udføres normal, direkte fundering i frostfri dybde med gulve udlagt direkte på kapillarbrydende lag. Fundamenterne forsynes eventuelt med armering, svarende til 0,2 % af betontværsnitsarealet i såvel top som bund.

Udskiftningen udføres i fornødent omfang udenfor fundamenterne (jf. ovenstående snit), således at stabilitets- og bæreevnekriterier er overholdt. Ved moderate belastninger kan dette normalt påregnes ved udskiftning under en linie udgående 1 meter udenfor fundamentsyderkant med hælding 1:1 á 1:1,5 nedefter.

Bilag 4

Principskitse for fundering på fedt ler

Skematisk snit



Udførelse

Funderingsprojekter i fedt ler kan henføres til geoteknisk kategori 2, jf. EC7 og det nationale annek. s.

Fundamenter under bærende vægge føres til frost-, svind- og svelningsikker dybde, hvilket afhænger af nærliggende løvfældende bevoksning, dog minimum 1,2 m under fremtidigt terræn.

Stribefundamenter skal armeres svarende til 0,2 % af stribefundamenternes tværsnitsareal. Gulvkonstruktion anbefales ligeledes armeret.

Der skal etableres omfangsdræn i henhold til gældende normer og fremtidigt terræn skal hælde væk fra den projekterede bygning.

Afrømningsniveau skal afdækkes med damp-tæt folie for at forhindre udtørring af det fede ler.