



# Lisbjerg Helhedsplan

## Projektområde H1400

---

Geoteknisk  
Placeringsundersøgelse

---

AARHUS KOMMUNE

---

12. APRIL 2019

## Sammenfatning

Projekt nr.: 10400588-037

Version 2

Revision 1

Udarbejdet af KHO/JKD

Kontrolleret af BAL/BOA

Godkendt af BAL

Aarhus kommune planlægger at sælge/udvikle arealer nord for Lisbjerg Bygade i Lisbjerg. NIRAS har sammenfattet denne rapport på baggrund af eksisterende boringer udført af GEO og der er ikke foretaget supplerende geotekniske boringer. Denne rapport dækker projektområde H1400.

Undersøgelsen omfatter 17 geotekniske boringer, hvori der under 0,2 á 1,3 m muld og fyld primært er truffet bæredygtige senglaciale/glaciale aflejringer af smeltevandsler, -silt og -sand samt glacialt moræneler og morænesand. I en enkelt boring er der mellem muld og senglaciale aflejringer truffet et lag af postglacialt ler. Boringer er afsluttet i bæredygtige aflejringer 3,0-10,0 m u. t.

Ud fra de udførte boringer vurderes det, at funderingsmetoden i området generelt må forventes udført som en direkte fundering kombineret med ekstra fundering i form af sandpudefundering.

I 7 ud af de 17 boringer er der ikke registreret vandspejl. I de resterende boringer er der registreret vandspejl 0,6 á 6,8 m u. t., som vurderes at være sekundære vandspejl. I to af boringerne er der truffet spændte vandførende sandlag under leraflejringer.

I enkelte boringer, er vandspejlet registreret højere end niveau for OSBL, der vurderes derfor behov for grundvandssænkning. Dette vurderes mest hensigtsmæssigt udført som en direkte lænsning evt. suppleret med sugespids. Ved de resterende boringer vurderes der umiddelbart ikke behov for en midlertidige grundvandssænkning, dog skal der tages hensyn til at der er truffet spændte magasiner.

Det anbefales, at der udføres supplerende miljøprøver, da der er oplysninger om tidligere aktiviteter i området, der kan give anledning til tilstedeværelse af jord med byggeaffald.

Når der foreligger et konkret projekt, skal omfanget af supplerende undersøgelser vurderes og tilpasses projektet

# Indhold

---

|     |                                                |    |
|-----|------------------------------------------------|----|
| 1   | Indledning                                     | 4  |
| 2   | Undersøgelsens omfang                          | 4  |
| 2.1 | Eksisterende boringer                          | 5  |
| 2.2 | Laboratorieundersøgelser                       | 5  |
| 3   | Resultater                                     | 5  |
| 3.1 | Jordbundsforhold                               | 5  |
| 3.2 | Vandspejlsforhold                              | 6  |
| 3.3 | Miljøforhold                                   | 7  |
| 4   | Vurderinger                                    | 7  |
| 4.1 | Funderingsforhold                              | 7  |
| 4.2 | Projektering                                   | 9  |
| 4.3 | Nedsivningsforhold                             | 9  |
| 4.4 | Miljøforhold og bortskaffelse af overskudsjord | 10 |
| 5   | Udførelse                                      | 10 |
| 6   | Supplerende undersøgelser                      | 11 |
| 7   | Referencer                                     | 11 |

---

Bilag 1 – Geotekniske boringer

Bilag A – Signaturforklaring og Definitioner

Bilag S – Situationsplan

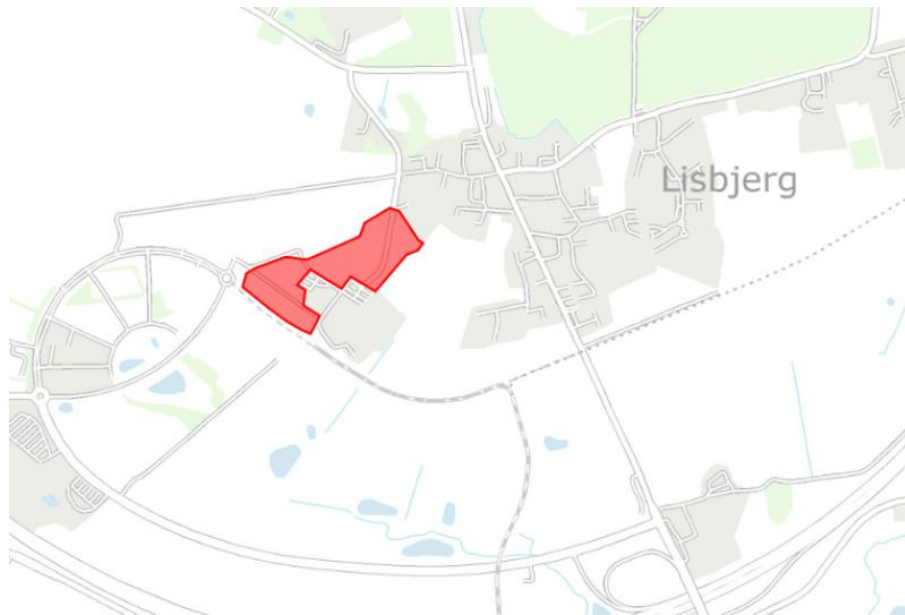
---

## 1 Indledning

Aarhus kommune planlægger at sælge/udvikle arealer nord for Lisbjerg Bygade i Lisbjerg. NIRAS har sammenfattet denne rapport på baggrund af eksisterende boringer udført af GEO og der er ikke foretaget supplerende geotekniske boringer. Denne rapport dækker projektområde H1400. Projektområdets placering fremgår af figur 1.1.

Figur 1.1: Projektlokalitet

Planen er nordvendt



Ifølge historiske luftfoto tilbage til 1944, har arealet siden dengang og frem til 2002 været anvendt til landbrug. Dele af området ligger stadig hen som græsmarker, men indenfor de sidste 10-15 år, har der været en del aktivitet. Der er blandt andet nedgravet ledninger, anlagt veje og en letbanestrækning syd for projektområdet.

I henhold til jordartskort (1:25.000) kan der i den øverste meter forventes aflejringer af glacialt moræneler. Grundet aktiviteter på arealet, må der forventes fyld eller omgravet aflejringer i den øvre zone.

Denne rapport er sammenfattet på baggrund af kendt viden og omfatter derfor en beskrivelse af de boringer der er udført indenfor det specifikke projektområde. Der er ikke i forbindelse med afrapporteringen foretaget nye geotekniske boringer.

Der foreligger ikke noget projekt for arealet.

## 2 Undersøgelsens omfang

Grundlaget for denne rapport er allerede udførte og kendte boringer udført af GEO og udført i andre henseender. Aarhus Kommune har udleveret rapporter fra disse geotekniske undersøgelser. De specifikke undersøgelser er opstillet i afsnit 7.

Undersøgelsesomfanget svarer til en geoteknisk placeringsundersøgelse i henhold til Eurocode 7.

Når der foreligger konkrete planer for udformning af salgsarealer og placering af bygninger, skal der ubetinget udføres en geoteknisk parameterundersøgelse tilpasset det konkrete areal.

## 2.1 Eksisterende boringer

Aarhus Kommune har fremsendt geotekniske rapporter fra tidligere undersøgelser i området udført af GEO. Ud fra disse rapporter, er der fundet 17 boringer, som ligger indenfor eller nær projektområde H1400. Boringerne er udført i perioden mellem september 2005 og januar 2012 og er derfor udført før anlægsarbejderne i området. Forholdene kan derfor se anderledes ud end det som boringerne antyder.

Boringerne er udført som geotekniske boringer, iht. DGF Bulletin no. 14.

Koordinater og terrænkoten ved boringerne fremgår af de respektive boreprofiler, Bilag 1. Koter referer til DVR90 og koordinater til System 34J, og der gøres derfor opmærksom på den højdemæssige forskel der er mellem DVR90 og DNN i Aarhus. Iht. KMS er DNN-koten 5 cm større end DVR90-koten.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen i Bilag S.

## 2.2 Laboratorieundersøgelser

For de geotekniske boringer har GEO udført standard klassifikationsforsøg.

Resultaterne af feltarbejdet og prøvebedømmelser er optegnet på geotekniske boreprofiler, der er vedlagt som Bilag 1. Signaturer og definitioner fremgår af Bilag A.

# 3 Resultater

## 3.1 Jordbundsforhold

I boringerne er der generelt på de første 0,2 á 1,3 m u. t. truffet muld, fyld og overjord. De recente aflejringer er underlejret af senglacialt/glacialt smeltevandsler, -silt og -sand samt glacialt moræneler og -sand til boringernes slutdybde 3,0-10,0 m u. t.

Der er dog i boring SP8 mellem muld og senglaciale aflejringer truffet 1,2 m post-glacialt ler.

Der er i boring SP2, SP4, SP5, SP8, S6, S13, S17 og S19, indenfor de øverste ca. 3 m, truffet aflejringer af fedt og meget fedt senglacialt/glacialt smeltevandsler og glacialt moræneler.

Da der tidligere har været aktivitet i området, må der forventes vekslende mægtigheder af fyld evt. med indhold af beton, tegl, asfalt og lign., obstruktioner som brønde, ledninger m.m., som skal håndteres i forbindelse med jordarbejdet.

### 3.2 Vandspejlsforhold

Boringerne er pejlet ved borearbejdets afslutning og ca. halvdelen af boringerne er genpejlet 4-9 dage efter borearbejdets afslutning. Det skal bemærkes at boringerne er pejlet på forskellige tidspunkter fra 2005-2018. Resultater fremgår af tabel 3.1.

Tabel 3.1: Resultater af højest registreret vandspejl.

| Boring | GEO<br>sags nr. | Terræn<br>(DVR90) | VSP<br>(efter borearbejde) |         | VSP<br>(genpejling) |         |
|--------|-----------------|-------------------|----------------------------|---------|---------------------|---------|
|        |                 |                   | (m u. t.)                  | (DVR90) | (m u. t.)           | (DVR90) |
| SP2    | 34897           | +67,1             | 6,8                        | +60,3   | >7,0                | <+60,1  |
| SP4    | 34897           | +64,0             | 4,7                        | +59,3   | 3,1                 | +60,9   |
| SP5    | 34897           | +67,3             | 6,7                        | +60,6   | 6,8                 | +60,5   |
| SP6    | 34897           | +62,9             | 2,4                        | +60,5   | 0,7                 | +62,2   |
| SP8    | 34897           | +63,5             | 0,6                        | +62,9   | 0,7                 | +62,8   |
| S6     | 26848           | +65,6             | >3,0                       | <+62,6  | -                   | -       |
| S9     | 26848           | +63,6             | 2,5                        | +61,1   | -                   | -       |
| S10    | 26848           | +64,4             | 2,5                        | +61,9   | -                   | -       |
| S13    | 26848           | +65,8             | >3,0                       | <+62,8  | -                   | -       |
| S14    | 26848           | +63,2             | 2,2                        | +61,0   | -                   | -       |
| S17    | 26848           | +64,1             | >3,0                       | <+61,1  | -                   | -       |
| S18    | 26848           | +63,1             | >3,0                       | <+60,1  | -                   | -       |
| S19    | 26848           | +62,5             | >3,6                       | <+58,9  | -                   | -       |
| S23    | 26848           | +63,3             | >3,0                       | <+60,3  | -                   | -       |
| S24    | 26848           | +62,8             | >3,0                       | <+59,8  | -                   | -       |
| S25    | 26848           | +61,3             | 3,8                        | +57,5   | -                   | -       |
| 1019   | 34896           | +61,3             | 3,7                        | +57,6   | 3,7                 | +57,6   |

I boring S6, S13, S17, S18, S19, S23 og S24 er der ikke registreret vand. De registrerede vandspejl er beliggende mellem kote +57,5 og kote +62,9. De registrerede vandspejl vurderes generelt at være sekundære vandspejl. I boring SP4 og SP8 er der truffet spændte vandførende sandlag under leraflejringer.

Da der er truffet lavpermeable aflejringer, må der forventes årstids- og nedbørsafhængige, sekundære grundvandspejl eller nedsivningshorisonter, hvorfor der kan være højere liggende og sekundære vandspejl. I lavninger kan der tillige forventes vandspejl i niveau med terræn.

### 3.3 Miljøforhold

Vurderingen af miljøforholdene er baseret på de tidligere udførte undersøgelser.

Indenfor det aktuelle delområde er der tidligere udført 17 boringer i hhv. 2005 /1/, 2011 /2/, 2011 /3/, 2011 /4/ og 2012 /5/.

Fra undersøgelsen i 2005 ligger 11 boringer i delområdet H1400: boring S6, S9, S10, S13, S14, S17-S19 og S23-S25. Der er udtaget analyser fra boringerne ved at blande prøverne med hinanden. Eksempelvis er jordprøver fra S1, S5 og S6 (0,2-0,5 m u.t.) blandet sammen og analyseret som en samlet prøve. Prøverne er analyseret for indhold af totalkulbrinter, PAH'er og metaller hos Milana A/S. For yderligere beskrivelse af opblanding af prøver, analyserapporter mv. henvises til /1/.

Der er ikke ved analyse af blandeprøver, hvori S6, S9, S10, S13, S14, S17-S19 eller S25 indgår, fundet indhold af totalkulbrinter, PAH'er eller metaller der overskrider Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for følsom arealanvendelse. I blandeprøven, hvori S23 og S24 indgår, er der fundet indhold af nikkel på niveau med Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for følsom arealanvendelse. GEO vurderer, at indholdet ikke skyldes forurening, men at det stammer fra et naturligt forhøjet indhold i den fede ler /1/.

Fra undersøgelser i 2011 ligger fem boringer i delområdet: boring SP2, SP4, SP5 /2/, SP6 /3/ og SP8 /4/. Der er ikke målt PID-værdier over baggrundsniveau, hvilket indikerer at prøverne ikke er forurenede med flygtige kulbrinter eller med opløsningsmidler. Der er ikke analyseret jordprøver ved disse undersøgelser. I stedet er resultater fra analyse af blandeprøver fra de nærliggende boringer fra den tidligere udførte undersøgelse i 2005 /1/ anvendt.

I SP2, SP4, SP5 er der fundet ler- og sandmuld, fyld til 0,4-0,6 m u.t. uden affaldslignende fraktioner. I SP6 og SP8 er der fundet lermuld til 1,1 m u.t. - også uden affaldslignende fraktioner.

Fra undersøgelsen i 2012 ligger en boring i delområdet: boring 1019 /5/. Der er ikke analyseret jordprøver ved undersøgelsen. Der er i boring 1019 fundet lermuld til 0,3 m u.t. uden affaldslignende fraktioner.

## 4 Vurderinger

### 4.1 Funderingsforhold

Ud fra de udførte boringer vurderes det, at funderingsmetoden i området generelt må forventes udført som en direkte fundering. Stedvist er der behov for ekstra fundering i form af en sandpudefundering ligesom der må forventes ekstra funderingsforanstaltninger ved fundering langs med Lisbjerg Bygade samt Letbanen.

Det endelige omfang af ekstra fundering skal ubetinget fastlægges ved supplerende geotekniske undersøgelser for de konkrete byggeprojekter.

Dog gøres der opmærksomt på, at der kan forventes fyld og omgravede aflejringer vilkårligt på arealet omkring eksisterende vej- og baneanlæg samt ledningsgrave, ligesom eksisterende vej/bane dæmning må forventes at indeholde komprimerede fyldaflejringer.

For samtlige boringer er der i tabel 4.1 angivet niveau for overside bæredygtigt lag (OSBL) sammen med terrænniveau og højest registreret vandspejl (VSP).

Tabel 4.1: Terrænniveau samt niveau for OSBL og VSP.

| Boring | Terræn  | OSBL              |                     | VSP     |
|--------|---------|-------------------|---------------------|---------|
|        | (DVR90) | (m u. t.)         | (DVR90)             | (DVR90) |
| SP2    | +67,1   | 0,4               | +66,7               | +60,3   |
| SP4    | +64,0   | 0,7               | +63,3               | +60,9   |
| SP5    | +67,3   | 0,7               | +66,6               | +60,6   |
| SP6    | +62,9   | 1,1               | +61,8               | +62,2   |
| SP8    | +63,5   | 2,2 <sup>*)</sup> | +61,3 <sup>*)</sup> | +62,9   |
| S6     | +65,6   | 0,8               | +64,8               | < +62,6 |
| S9     | +63,6   | 0,3               | +63,3               | +61,1   |
| S10    | +64,4   | 1,3               | +63,1               | +61,9   |
| S13    | +65,8   | 0,7               | +65,1               | < +62,8 |
| S14    | +63,2   | 0,8               | +62,4               | +61,0   |
| S17    | +64,1   | 0,4               | +63,7               | < +61,1 |
| S18    | +63,1   | 0,9               | +62,2               | < +60,1 |
| S19    | +62,5   | 1,3               | +61,2               | < +58,9 |
| S23    | +63,3   | 0,2               | +63,1               | < +60,3 |
| S24    | +62,8   | 1,3               | +61,5               | < +59,8 |
| S25    | +61,3   | 0,8               | +60,5               | +57,5   |
| 1019   | +61,3   | 0,3               | +61,0               | +57,6   |

<sup>\*)</sup> Niveau for OSBL kan muligvis hæves i forbindelse med geoteknisk udgravningskontrol.

I boringerne S6, S10, S18, S19 og S25 er der under OSBL truffet leraflejringer med lave styrkeparametre, på ned til  $c_{u,k} = 25 \text{ kN/m}^2$ , hvorfor der er risiko for gennemlokning. Ved projektering skal der undersøges for gennemlokning.

I flere af boringerne er der truffet rødder og formuldede rodgange under OSBL, hvorfor der i forbindelse med en udgravningskontrol skal udføres håndboringer, som en stikprøvekontrol, for at verificere niveau for OSBL.

Fundamenterne skal føres ned til niveau for OSBL og i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn.

## 4.2 Projektering

Det kræves, at konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overfladevand, grundvand og jordfugt ikke medfører fugtskader og fugtgener. Terrændæk udføres på fast og tør jordbund, og da jordbunden ikke vurderes tilstrækkelig selvdrænende, anbefales det at lægge omfangsdræn iht. Norm for dræning af bygværker mv., DS436:1993.

Det endelige dimensioneringsgrundlag for fundamenter skal ubetinget fastlægges i forbindelse med supplerende undersøgelser.

Hvor der funderes i leraflejringer, vurderes det at fundamenter overvejende kan projekteres for en karakteristisk udrænet forskydningsstyrke på  $c_{u,k} = 50 \text{ kN/m}^2$ . Med forhold som i boringerne S6, S10, S18, S19 og S25 skal fundamenterne kontrolleres for gennemlokning som følge af underliggende svage leraflejringer.

Hvor der funderes i intakte sandaflejringer/indbygget sandpude, vurderes det at fundamenter kan projekteres for en karakteristisk plan friktionsvinkel på  $\phi_{pl,k} = 37^\circ$ .

Det trufne fede og meget fede ler giver anledning til, at der skal tages hensyn til problemer forbundet med fundering på fedt ler. Hensynet kan indebære tiltag som forøget fundamentsdybde, restriktioner vedr. beplantning, udformning samt armering af fundamenterne m.v. Der henvises til DS/EN 1997-1 samt SBI-anvisning 231 for mere detaljerede anvisninger.

## 4.3 Nedsivningsforhold

Geologien i området under muld og fyld er regelløse aflejringer af ler og sand. Vandspejlet er registreret i ca. 0,6 á 7,8 meters dybde, men vurderes at være sekundære vandspejl. I boring S6, S13, S17, S18, S19, S23 og S24 er der ikke registreret vandspejl.

Der er ikke udført nedsivningstests, hvorfor nedsivningsevnen udelukkende er vurderet ud fra kendskab til bundforholdene samt erfaringsværdier for den hydrauliske ledningsevne for forskellige jordarter.

Leraflejringer kan have stærkt vekslende nedsivningspotentiale, men vurderes overvejende at have "moderat dårlig" til "dårlig" nedsivningsevne, hvorimod sand som regel har "god" nedsivningsevne.

Nedsivningsevnen kategoriseres iht. Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Kategorisering af nedsivningsevne

|                | Hydraulisk ledningsevne (m/s)           |
|----------------|-----------------------------------------|
| God            | $> 1,0 \cdot 10^{-5}$                   |
| Moderat godt   | $5,0 \cdot 10^{-6} - 1,0 \cdot 10^{-5}$ |
| Moderat dårlig | $1,0 \cdot 10^{-6} - 5,0 \cdot 10^{-6}$ |
| Dårlig         | $< 1,0 \cdot 10^{-6}$                   |

På baggrund heraf vurderes områdets nedsivningsevne meget varierende, men generelt moderat dårligt til dårligt. Det anbefales at der udføres supplerende nedsivningsforsøg til nærmere vurdering af nedsivningsevnen og inden endelig placering af eventuelle nedsivningsforanstaltninger.

#### 4.4 Miljøforhold og bortskaffelse af overskudsjord

Da der ikke er udført nogle borer i delområdet i 2018, er der foretaget en vurdering af miljøforholdene af delområdet på baggrund af de tidligere udførte borer. Arealet er ikke kortlagt efter Jordforureningsloven eller områdeklassificeret.

Der er ved tidligere udførte undersøgelser /1-5/ ikke konstateret jordforurening, der er overskrider Miljøstyrelsens grænseværdier for følsom arealanvendelse, med undtagelse af en enkelt prøve. I blandeprøven (udtaget 0,5-1,0 m u.t. i intakt jord), hvori jord fra boring S23 og S24 indgår, er der fundet indhold af nikkel på 32 mg/kg TS, hvilket er på niveau med Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for følsom arealanvendelse. GEO vurderer, at indholdet ikke skyldes forurening, men at det stammer fra et naturligt forhøjet indhold i den fede ler /1/. NIRAS er enig i denne vurdering.

I forbindelse med et konkret projekt anbefales det dog, at der udtages supplerende jordprøver af fyldjorden, hvis denne skal bortskaffes eller anvendes i projektet. Miljømyndigheden skal tage stilling til hvordan jord med naturligt forhøjet indhold af nikkel skal håndteres.

På det foreliggende grundlag vurderes der dog ikke, at være en omfattende jordforurening i området.

Eftersom Jordtippen i Aarhus er lukket for modtagelse af ren jord d. 1. marts 2018 skal der i forbindelse med eventuel bortskaffelse af ren overskudsjord findes alternative jordmodtagere (eventuelt via jordbasen.dk). Alternativt skal det overvejes om eventuelt overskudsjord kan genindbygges eller genplaceres på ejendommen.

### 5 Udførelse

Med registrerede vandspejlsforhold forventes udgravninger for kælderløst byggeri, at kunne ske uden afgørende grundvandsgener. Eftersom udgravningen forventes at ske i overvejende ler, kan evt. tilstrømmende vand forventes fjernet ved simpel lænsning.

Ved boring SP8, er der registreret vandspejl højere end niveau for OSBL og i sandmaterialer hvorfor der kan blive behov for midlertidig grundvandssænkning. Dette vurderes at kunne udføres vha. en direkte lænsning i bunden af udgravningen evt. suppleret med sugespidsen ført til det øverste sandlag under lerlaget. Behovet skal vurderes når de fremtidige projekter kendes.

Eftersom der forventes silt og siltholdige aflejringer i udgravningsniveau må der forventes at være yderligere krav til udførelsen i form af begrænsninger på tung trafiklast og dynamiske påvirkninger. Påvirkes jorden af dette, vil det medføre en reduktion af jordens styrke og dermed bæreevne, hvormed det kan blive nødvendigt at foretage en udskiftning.

Grundvandssænkning, komprimering m.v. kan indebære en vis risiko for beskadigelse af nærliggende bygninger og anlæg. Dette kan forstærkes af dårlig/mangelfuld fundering af nabobygninger. Anlægsarbejdet skal derfor mindst 14 dage før arbejdets opstart varsles iht. Byggelovens § 12.

Det anbefales derfor, at der foretages en besigtigelse, evt. suppleret med en fotoregistrering, for at klarlægge nærliggende konstruktioners tilstand og funderingsforhold, hvorved der kan foretages de nødvendige foranstaltninger

Byggeri langs med letbanen, kan medføre behov for inddragelse af Aarhus Letbane, der kan stille krav om geoteknisk risikovurdering, eller andre dokumentationskrav afhængigt af projektets indflydelse på letbanen.

Foranstaltninger og myndighedshåndteringen kan have væsentlig indflydelse på projektets tid og økonomi og det forslås derfor at inddrage bl.a. Aarhus Letbane så tidlig som muligt i processen.

## 6 Supplerende undersøgelser

Når der foreligger et konkret projekt, skal omfanget af supplerende undersøgelser vurderes og tilpasses projektet, jf. DS/EN 1997-2+AC:2011 og DS/EN 1997-1 DK NA:2015, Anneks K2.

Det anbefales, at der udføres supplerende miljøprøver af fyldjorden, da der er oplysninger om tidligere aktiviteter i området, der kan give anledning til jord med indhold af byggeaffald. Omfanget skal vurderes ud fra det konkrete projekt.

## 7 Referencer

- |     |                                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /1/ | GEO sagsnr. 26848. Ny Lisbjerg. Center/Skoleområde. Geoteknisk og miljøteknisk undersøgelse. Rapport 2, Rev. 1, 2005-10-17. |
| /2/ | GEO sagsnr. 34897. Lisbjerg. Lisbjergvej. LP828. Storparcel Ia. Miljø- og geoteknisk rapport. Rapport 1, 2012-01-30.        |
| /3/ | GEO sagsnr. 34897. Lisbjerg. Lisbjergvej. LP828. Storparcel Ib. Miljø- og geoteknisk rapport. Rapport 2, 2012-01-30.        |
| /4/ | GEO sagsnr. 34897. Lisbjerg. Lisbjergvej. LP828. Storparcel Ic. Miljø- og geoteknisk rapport. Rapport 3, 2012-01-30.        |
| /5/ | GEO sagsnr. 34897. Lisbjerg. Lisbjergvej. LP828. Storparcel Id. Miljø- og geoteknisk rapport. Rapport 4, 2012-01-30.        |

Boreprofiler

---

BILAG 1



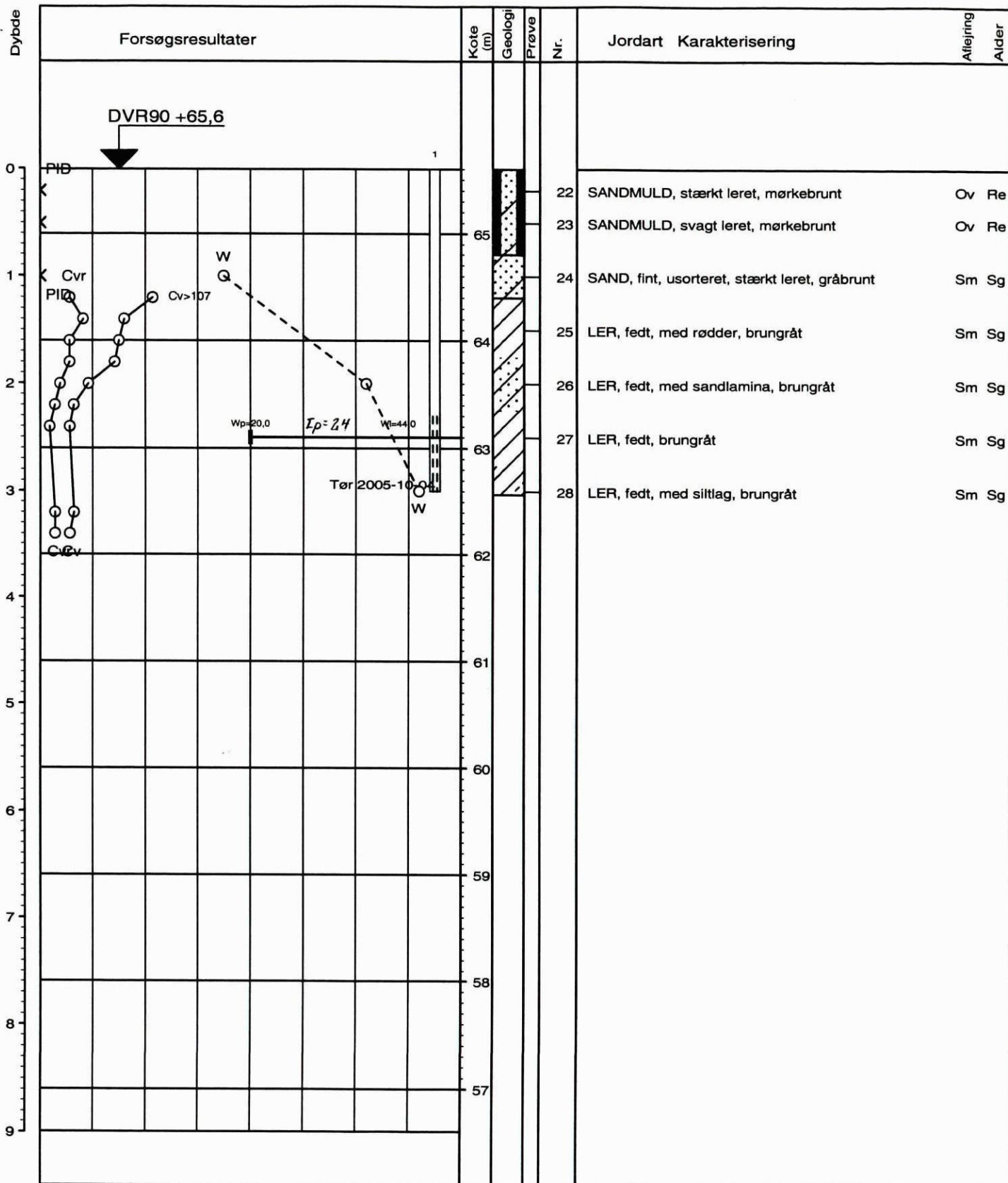




[illegible]







O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 4"

X : 223395 (m) Y : 198963 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : NIO

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-27

DGU-nr.:

Boring : S6

Udarb. af : BEB

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

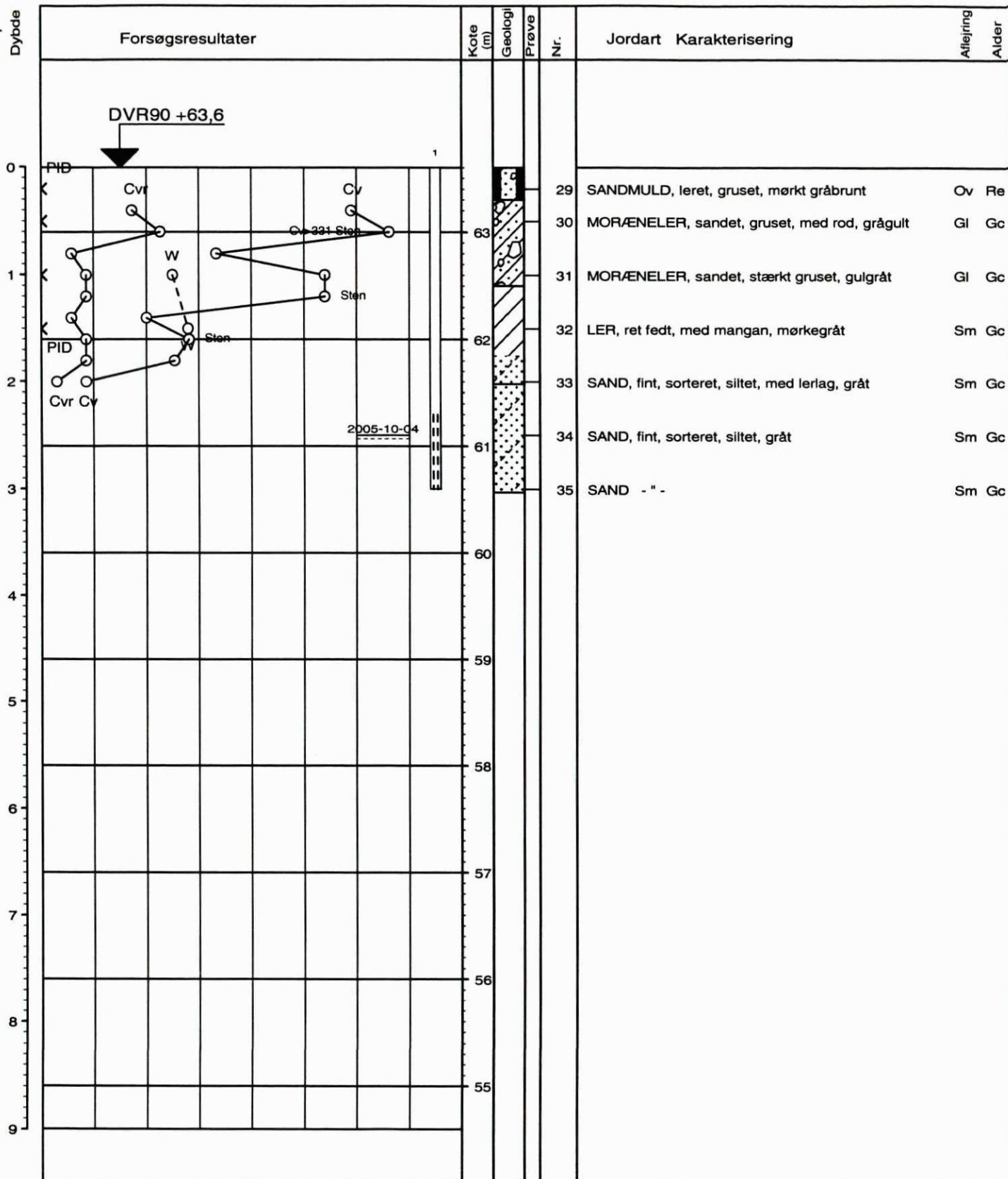
Bilag : 6

S. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223440 (m) Y : 198933 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : NIO

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-27

DGU-nr.:

Boring : S9

Udarb. af : BEB

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

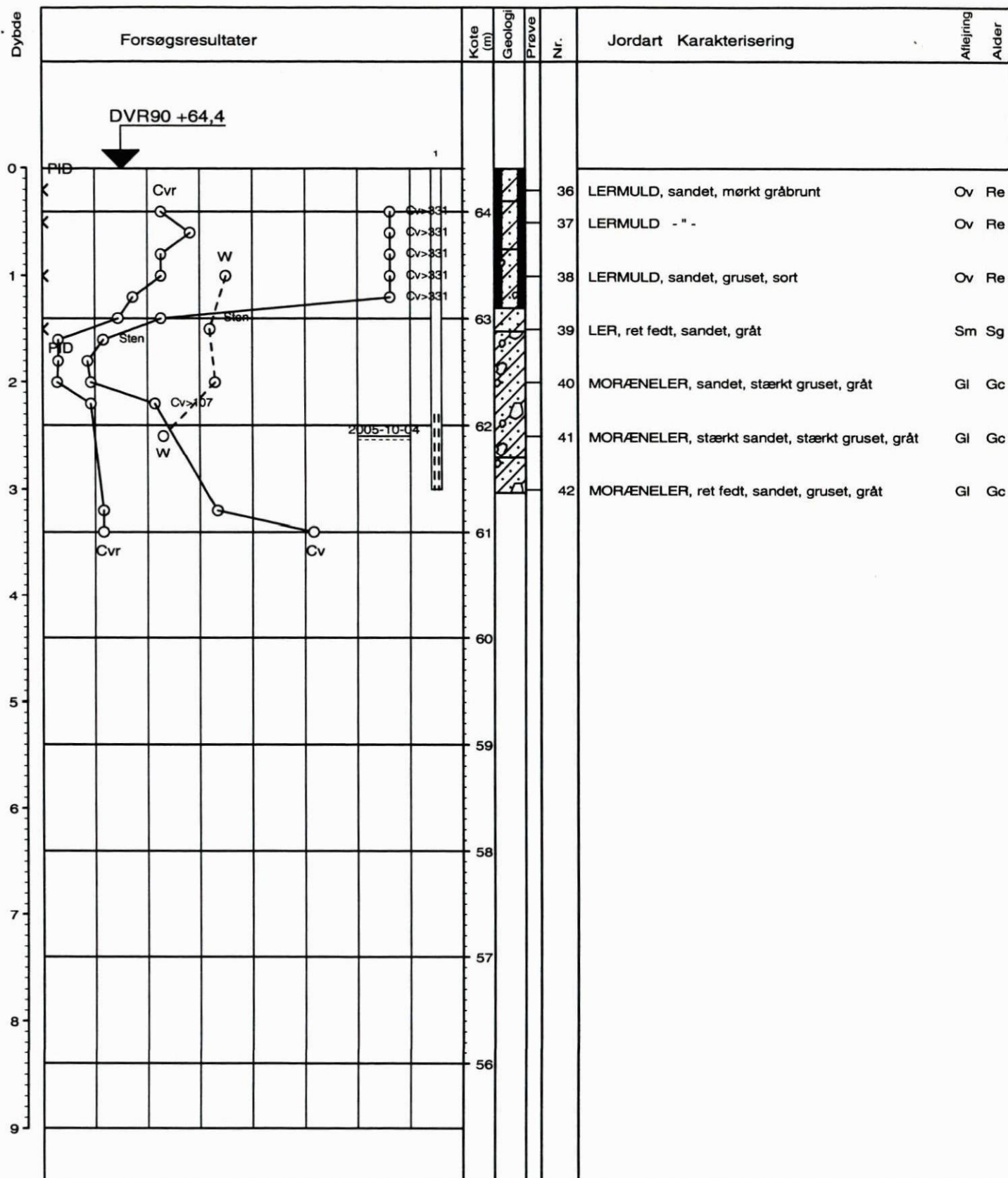
Bilag : 8

s. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil

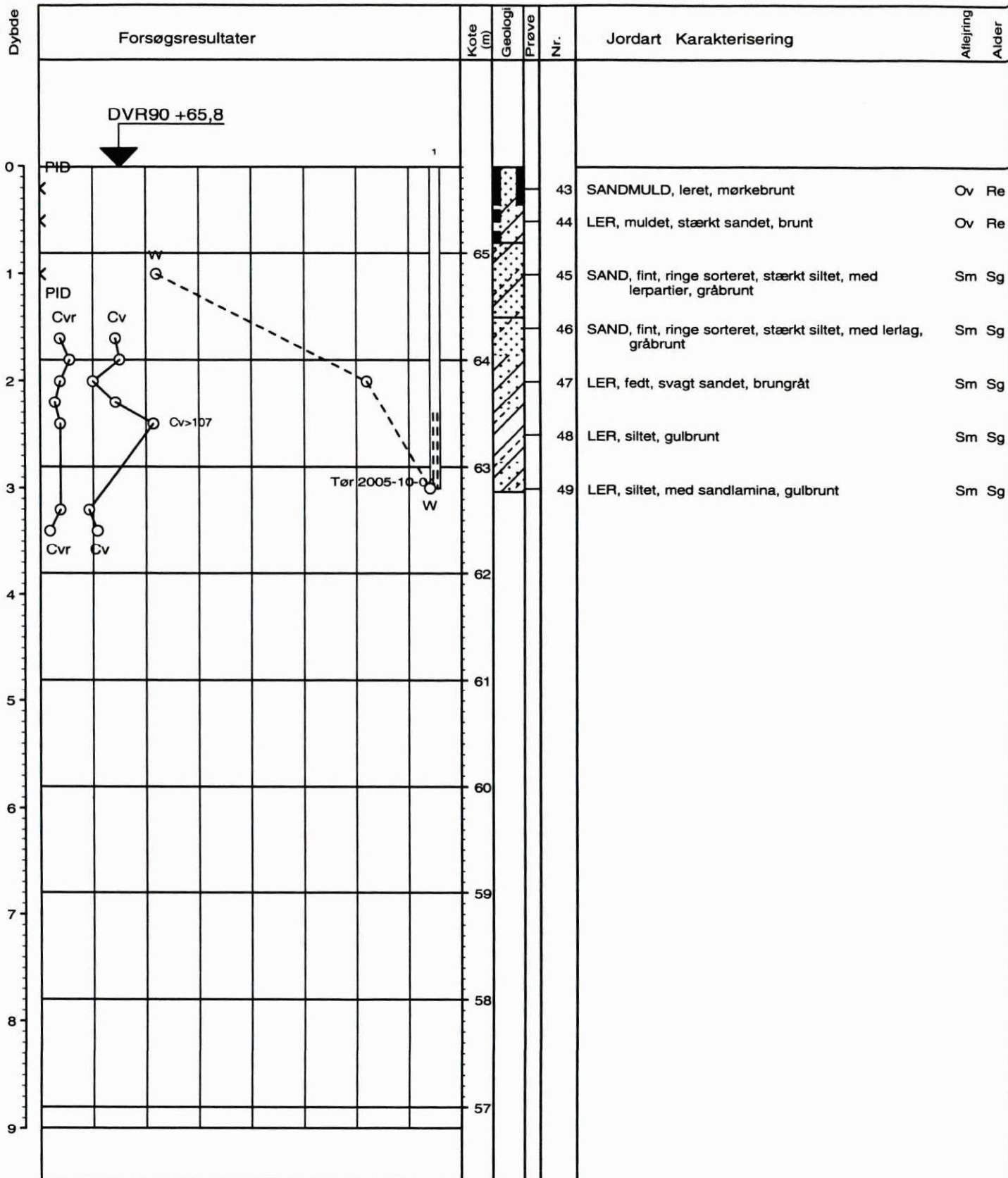


|   |     |     |      |                              |
|---|-----|-----|------|------------------------------|
| O | 10  | 20  | 30   | W (%)                        |
| O | 100 | 200 | 300  | Cv, Cvr (kN/m <sup>2</sup> ) |
| X | 10  | 100 | 1000 | 10000 Pld                    |

X : 223477 (m)      Y : 198967 (m)      Plan :

Sag : 26848





O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223538 (m) Y : 198952 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : NIO

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-27

DGU-nr.:

Boring : S13

Udarb. af : BEB

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

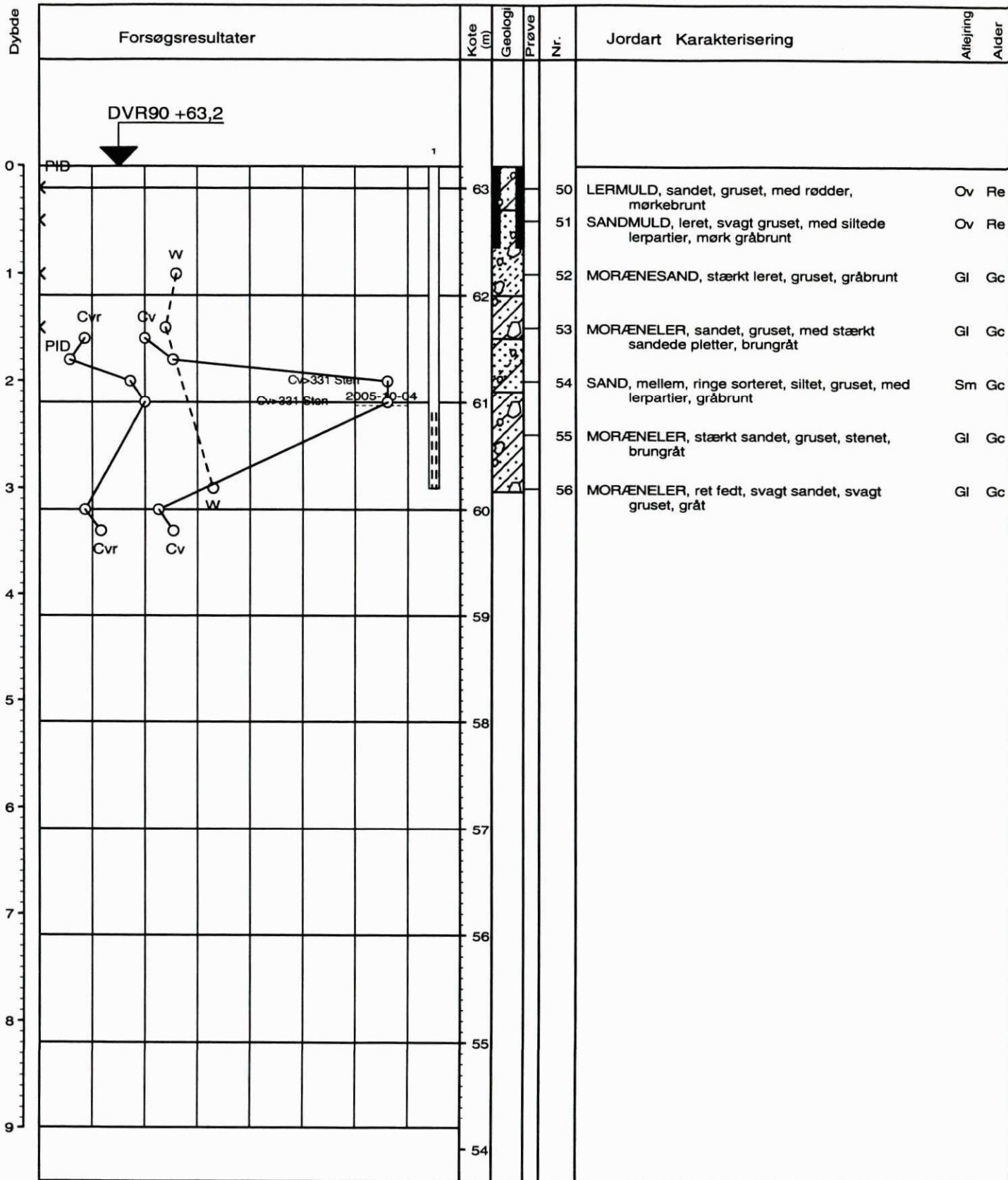
Bilag : 12

s. 1 / 1

GEO

Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223461 (m) Y : 198888 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog :SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-28

DGU-nr.:

Boring : S14

Udarb. af : OKP

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

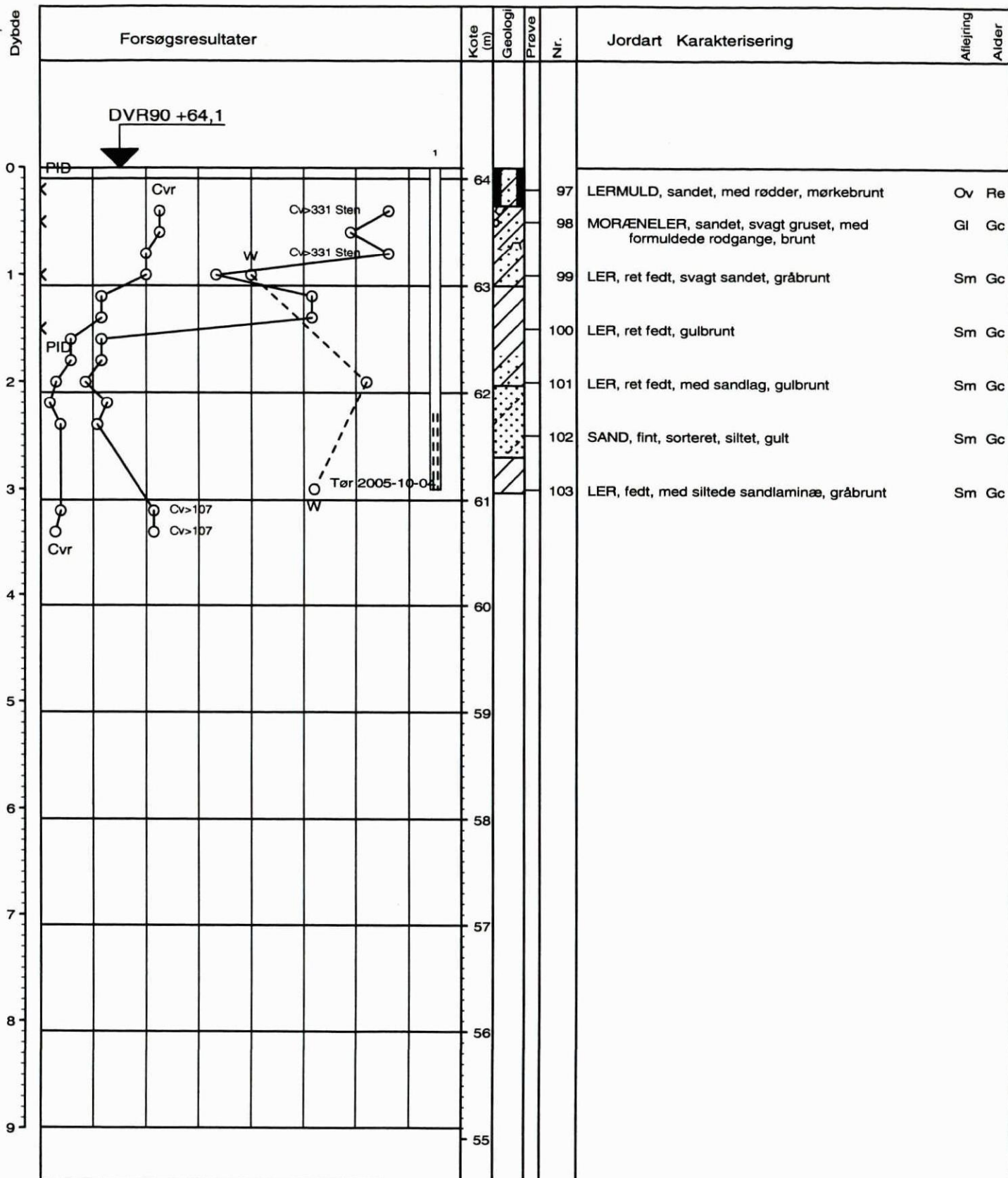
Bilag : 13

s. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223608 (m) Y : 198882 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-29

DGU-nr.:

Boring : S17

Udarb. af : OKP

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

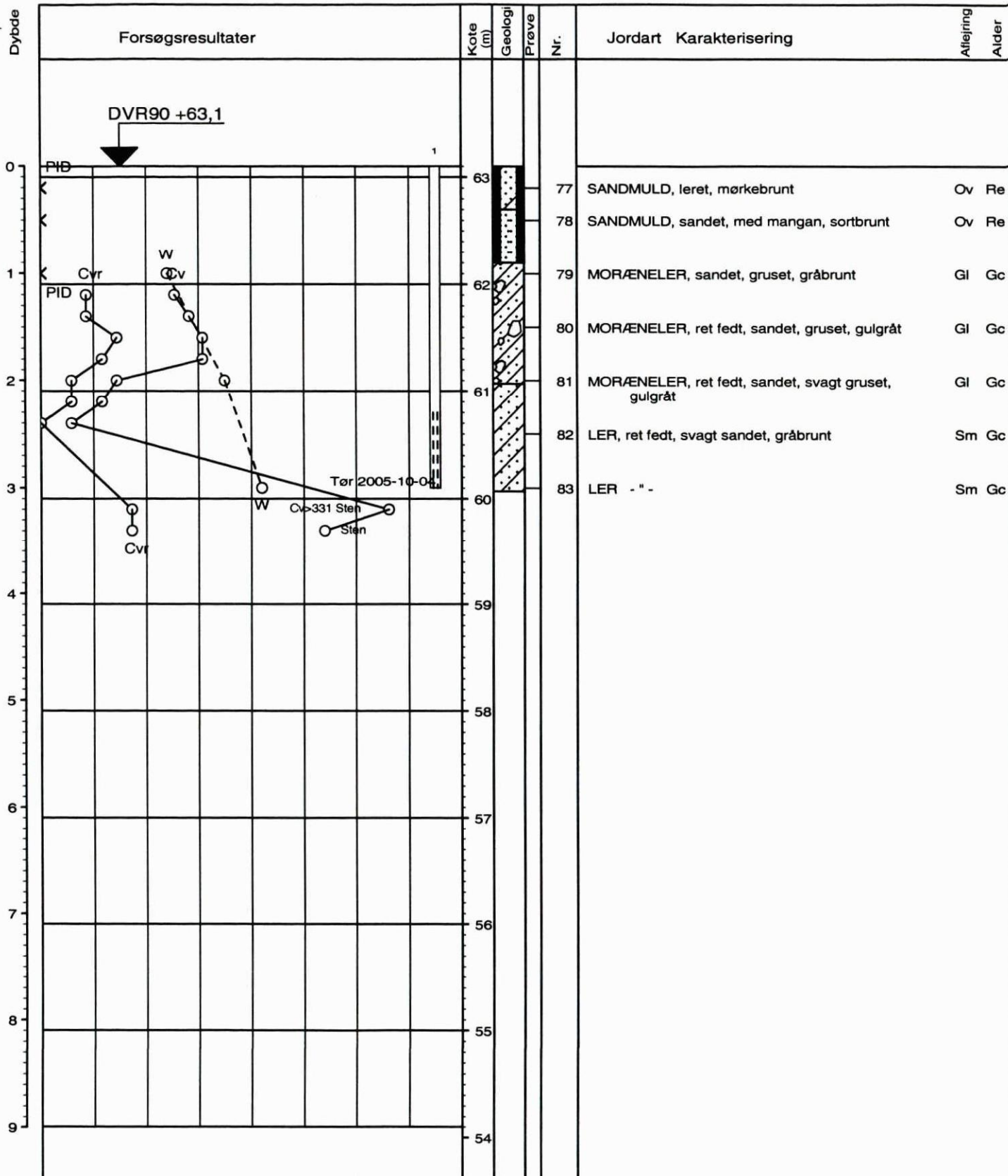
Bilag : 16

s. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223639 (m)

Y : 198861 (m)

Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog :SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-29

DGU-nr.:

Boring : S18

Udarb. af : OKP

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

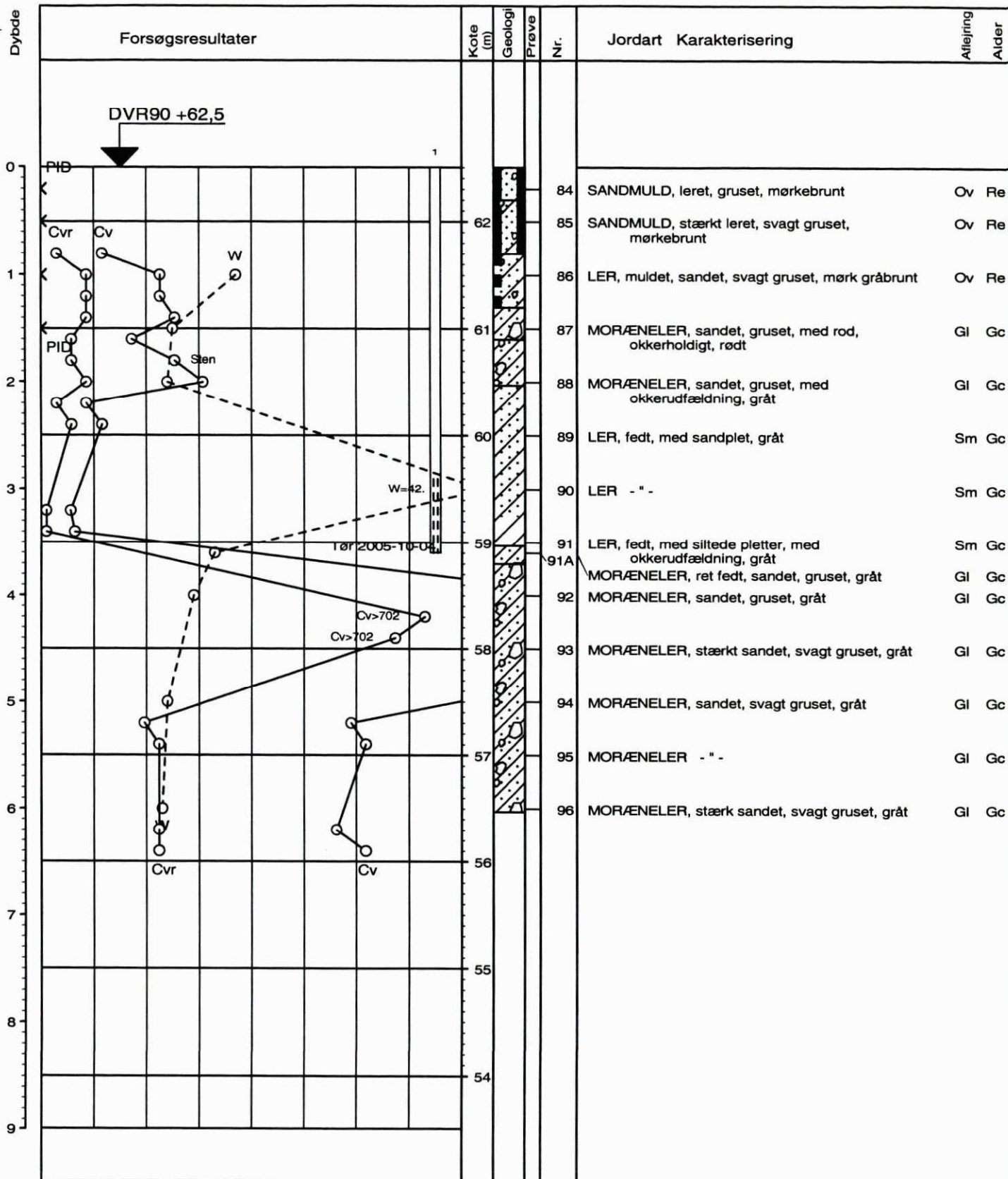
Bilag : 17

s. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog :SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-29

DGU-nr.:

Boring : S19

Udarb. af : OKP

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

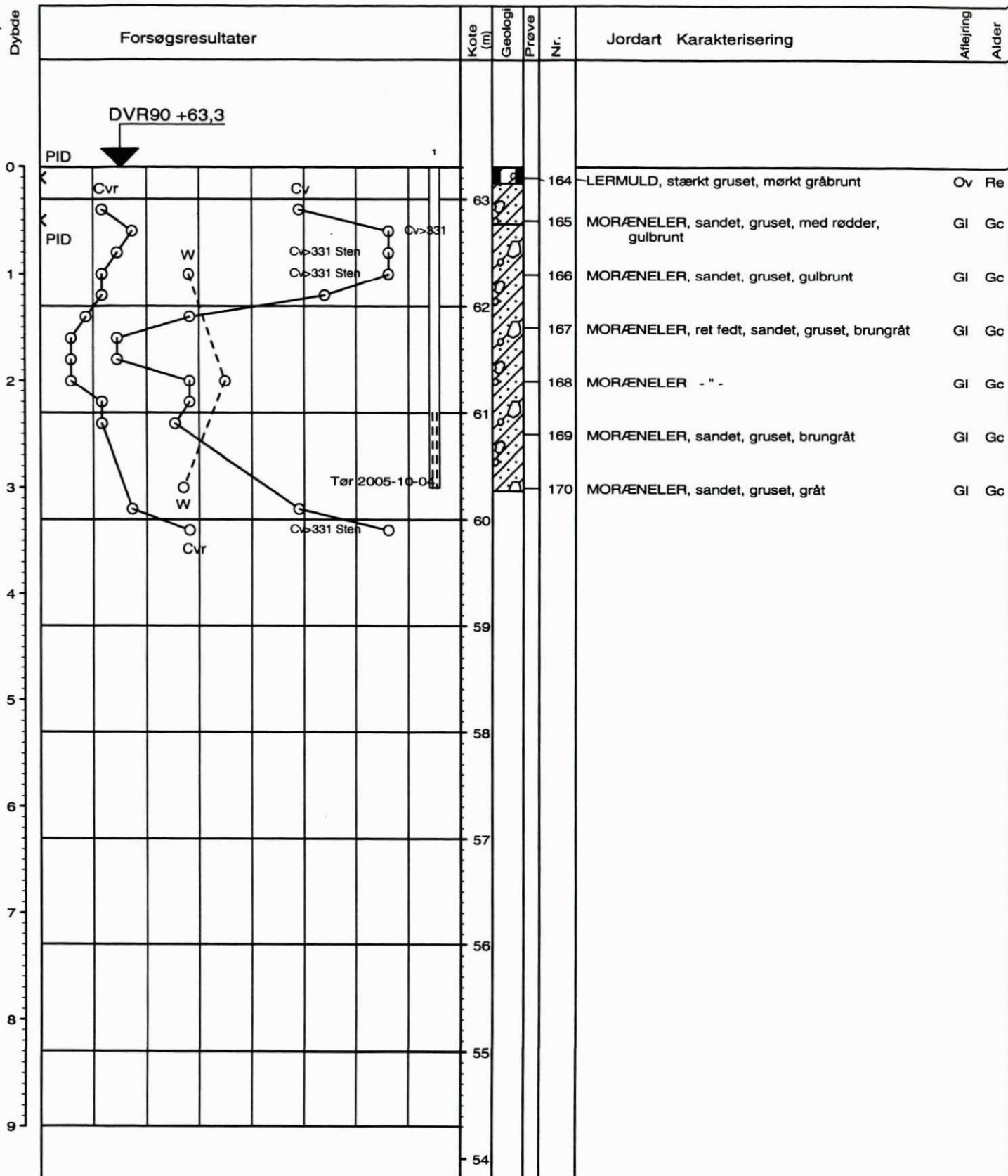
Bilag : 18

s. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223733 (m) Y : 198860 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : NIO

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-10-03

DGU-nr.:

Boring : S23

Udarb. af : OKP

Kontrol : SHA

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

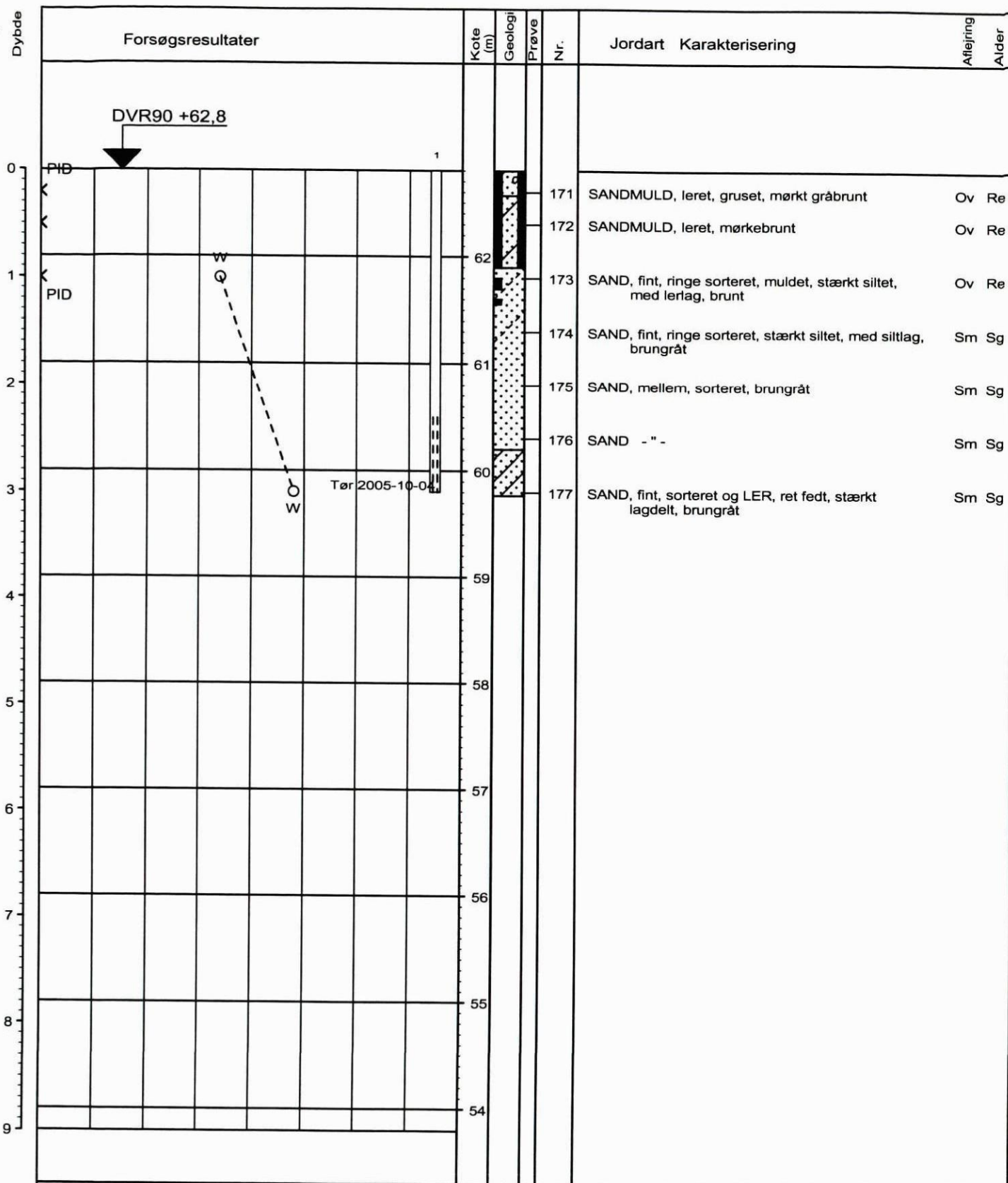
Bilag : 22

s. 1 / 1

GEO

Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223678 (m)

Y : 198812 (m)

Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : NIO

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-10-03

DGU-nr.:

Boring : S24

Udarb. af : OKP

Kontrol : SHA

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

Bilag : 23

S. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil





Signaturer og Definitioner

---

**BILAG A**

# Forsøgsresultater

| Jordartssignatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Situationsplan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Boreprofil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div></div><div>FYLD</div><div></div><div>MULD</div><div></div><div>MULD, sandet</div><div></div><div>SAND, muldet</div><div></div><div>SAND, muldpartier</div><div></div><div>STEN</div><div></div><div>GRUS</div><div></div><div>SAND</div><div></div><div>SILT</div><div></div><div>LER</div><div></div><div>MORÆNESAND</div><div></div><div>MORÆNESILT</div><div></div><div>MORÆNELER</div><div></div><div>KALK (KRIDT)</div><div></div><div>FLINT</div><div></div><div>KLIPPE</div><div></div><div>GYTJE</div><div></div><div>SKALLER</div><div></div><div>TØRV</div><div></div><div>TØRVEDYND</div><div></div><div>PLANTERESTER</div></div> <p>I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.</p> | <div><div></div><div>Pumpeboring (BU)</div><div></div><div>Pejleboring (BW)</div><div></div><div>Miljøboring (BE)</div><div></div><div>Boring uden prøver (B)</div><div></div><div>Boring med prøvetagning (BS)</div><div></div><div>Boring med prøver og vingeforsøg (BG)</div><div></div><div>CPT forsøg (C)</div><div></div><div>Sondering, rammesonde (F)</div></div> | <div><div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div></div><div><div>Prøvenummer</div><div>Glas prøve</div><div>Intakt prøve<br/>(Prøve med lab. forsøg)</div><div>Omrørt prøve</div><div>Stor omrørt prøve</div><div>SPT prøve</div><div>Laggrænse</div><div>Kerne prøve</div></div></div>         |
| Geologiske forkortelser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Pejlerør                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div><div>Miljø</div><div>Br Brakvand<br/>Fe Ferskvand<br/>Fl Flydejord<br/>Gl Gletscher<br/>Ma Marin<br/>Ne Nedskyl<br/>O Overjord<br/>Sk Skredjord<br/>Sm Smeltevand<br/>Vi Vindaflejet<br/>Vu Vulkansk</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>Alder</div><div>Pg Postglacial<br/>Sg Senglacial<br/>Al Allerød<br/>Gc Glacial<br/>Ig Interglacial<br/>Is Interstadial<br/>Te Tertiær<br/>Ng Neogen<br/>Pn Palæogen<br/>Pi Pliocæn<br/>Mi Miocæn<br/>Ol Oligocæn<br/>Eo Eocæn<br/>Pl Palæocæn<br/>Sl Selandien<br/>Da Danien<br/>Kt Kridt<br/>Ms Maastrichtian<br/>Se Senon<br/>Re Recent</div></div>           | <div><div><div>Terraenkote</div><div>Top</div><div>Pejling</div><div>Bund af filterrør</div><div>2016.01.07</div><div>Længde</div><div>Afstand</div><div>Indtagsnr.</div><div>Topkote /<br/>Ref. kote</div><div>Beton</div><div>Fyld</div><div>GVS</div><div>Bentonit</div><div>Filtergrus</div><div>Filterrør</div></div></div> |

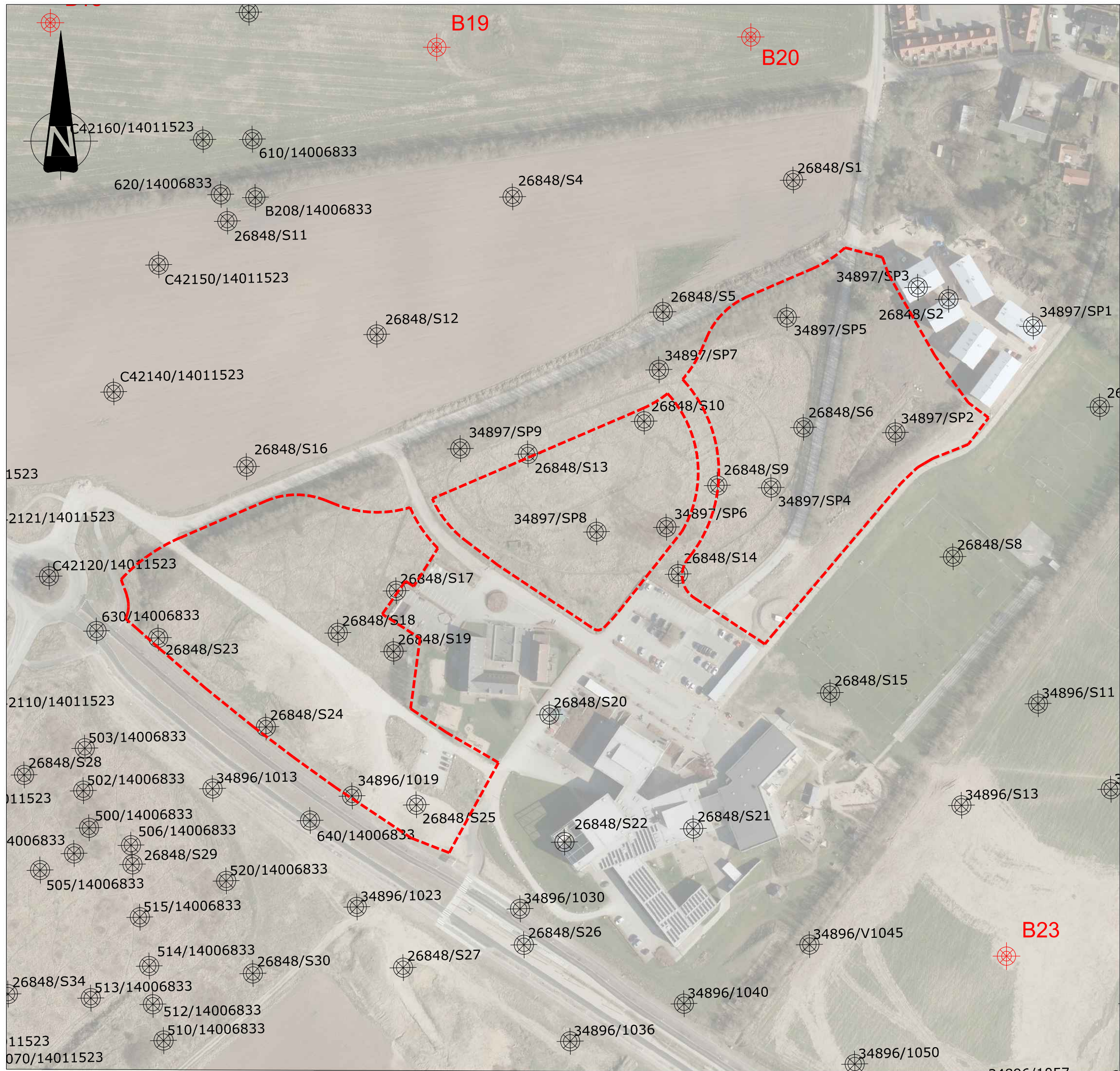
## Definitioner

| Signatur            | Emne                     | Fork.                                                                     | Enhed   | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ○                   | Vandindhold              | W                                                                         | [%]     | Vand i % af tørstofvægt                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| —                   | Flydegrænse              | WL                                                                        | [%]     | Vandindhold ved flydegrænser                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| — —                 | Plasticitetsgrænser      | WP                                                                        | [%]     | Vandindhold ved plasticitetsgrænse                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| — —                 | Plasticitetsgrænser      | IP                                                                        | [%]     | IP = WL - WP                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ▽                   | Rumvægt                  | γ                                                                         | [kN/m³] | Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ■                   | Poretal                  | e                                                                         |         | Forhold mellem porevolumen og kornvolumen                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| +                   | Glødetab                 | gl                                                                        | [%]     | Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| x                   | Reduceret Glødetab       | glr                                                                       | [%]     | gl - ka                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ⊕                   | Kalkindhold              | ka                                                                        | [%]     | Vægt af CaCO <sub>3</sub> i % af tørstofvægten                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ~/(+)/+/-/+         | Kalkprøve                | kp                                                                        |         | Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt                                                                                                                                                                                       |
| ++/+/+/-/-/?/?/?    | Frost                    |                                                                           |         | ++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser<br>+ Opfrysningssproblemer, selv under korte frostperioder<br>(+) Opfrysningssproblemer, under længere frostperioder<br>- Ikke opfrysningssfarlig<br>-- Absolut ingen opfrysningssfare<br>? Frostfaren kan ikke bedømmes<br>~/?/? Frostfaren er vanskelig at bedømme |
| H1,H2,H3,H4,H5      | Hærdningsgrader          |                                                                           |         | H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet                                                                                                                                                                                                                         |
| ●                   | Gradering                | U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ●                   | Vingestyrke, intakt      | cfv                                                                       | [kN/m²] | Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ○                   | Vingestyrke, omrørt      | crv                                                                       | [kN/m²] | Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                     |                          | vr.                                                                       |         | Vinge afvist                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                     |                          | vd.                                                                       |         | Forsøg med defekt vinge                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                     |                          | st.                                                                       |         | Forsøg påvirket af sten                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                     | Sonderingsmodstand       | RSP                                                                       | N200    | Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| - Belæstet spidsbor |                          | RRS                                                                       | N200    | Antal slag pr. 200 mm nedsynkning                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| - Svensk rammesonde |                          | RLSD                                                                      | N200    | Antal slag pr. 200 mm nedsynkning                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| - Let rammesonde    |                          | SPT                                                                       | N300    | Antal slag pr. 300 mm nedsynkning                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ▼                   | - SPT-sonde, lukket/åben |                                                                           |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Geotechnisk Situationsplan

---

BILAG S



NOTE:

Koter er i m angivet i kotesystem DVR90.  
Koordinatsystem er i UTM32EREF89.

SIGNATURER:



B24

Geotekniske boringer, NIRAS



34896/S27

Eksisterende boringer, GEO



Bilag S

Lisbjerg helhedsplan - Projektområde H1400  
Placering af geotekniske boringer

|      |            |          |        |          |              |
|------|------------|----------|--------|----------|--------------|
| Dato | 2019.04.09 | Målestok | 1:2000 | Sag nr.: | 10400588-037 |
|------|------------|----------|--------|----------|--------------|



NIRAS A/S  
Ceres Alle 3  
8000 Aarhus

Telefon 8732 3232  
E-mail niras@niras.dk