

REFERENCEBLAD FOR BORINGER; UDFØRELSE, INDRETNING OG SLØJFNING.

Dansk Geoteknisk Forenings Feltkomité
December 2017

Indholdsfortegnelse

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Indledning | 2 |
| 2. | Typer af boringer | 3 |
| 3. | Myndighedskrav | 5 |
| 4. | Udførelse af geotekniske boringer | 6 |
| 4.1 | Planlægning | 6 |
| 4.2 | Boremetoder og stabilisering af borehul | 6 |
| 4.2.1 | Tørboringer | 6 |
| 4.2.2 | Skylleboringer | 7 |
| 4.3 | Prøvetagning under borearbejdet | 7 |
| 4.4 | Prøve kvalitet af udtagne jordprøver | 7 |
| 4.4.1 | Kvalitetsklasse og prøvetagningskategori | 7 |
| 4.4.2 | Miljøprøve kvalitet og prøvetagningskategori | 8 |
| 4.5 | Feltforsøg | 10 |
| 4.5.1 | Vingeforsøg | 10 |
| 4.5.2 | Standard penetration test (SPT) | 10 |
| 4.5.3 | Let rammesondering | 10 |
| 4.5.4 | Cone penetration test (CPT) | 10 |
| 5. | Indretning af boringer | 11 |
| 5.1 | Filtersætning | 11 |
| 5.2 | Forsegling | 12 |
| 5.3 | Tilbagefyldning | 12 |
| 5.4 | Terrænaflutning | 13 |
| 6. | Sløjfning af boringer | 14 |
| 6.1 | Filtersatte boringer | 14 |
| 6.2 | Utilstrækkelig tættnede boringer | 14 |
| 6.3 | Åbne ikke filtersatte boringer | 14 |
| 7. | Kvalitetsstyring | 15 |
| 8. | Krav til dokumentation | 15 |
| 9. | Definitionsliste | 16 |
| 10. | Referencer | 16 |
| 10.1 | Love og bekendtgørelser | 16 |
| 10.2 | Standarder | 16 |
| 10.3 | Vejledninger, håndbøger og referenceblade | 17 |

Bilag:

| | |
|---|---|
| 1 | Eksempel på boreinstruks |
| 2 | Eksempel 1 på feltjournal - håndskrevet |
| 3 | Eksempel 2 på feltjournal - feltcomputer |
| 4 | Eksempel 1 på boreprofil - geoteknik uden kerneboring |
| 5 | Eksempel 2 på boreprofil - geoteknik med kerneboring |

1. INDLEDNING

Dette referenceblad omfatter boringer i jord og bløde bjergarter på land, der udføres med det formål at indhente oplysninger om geotekniske, hydrogeologiske og miljøtekniske forhold.

Referencebladet beskriver forskellige boringstyper og fastsætter mindstekravet for deres udførelse og indretning, med det formål at sikre prøve kvalitet og vandmiljø. Herunder beskrives filtersætning, forsegling, sløjfning og terrænaflutning ved forskellige geologiske forhold, samt krav til sløjfning af boringer. Desuden beskrives almindelige typer af geotekniske in situ forsøg i kort form, hvor der i øvrige henvises til relevante referencer for disse forsøg.

Det bemærkes, at referencebladet tager udgangspunkt i de på udgivelsestidspunktet gældende normer og lovgivning, som har betydning for borearbejdets udførelse, indretning og sløjfning.

Miljøministeriets ”Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land”, ref. /1/, ofte benævnt Brøndborerbekendtgørelsen, er det centrale lovgrundlag. Heraf fremgår det, at boringer overordnet skal defineres som enten:

- Kategori A boringer (permanente boringer)
- Kategori B boringer (midlertidige boringer)

Afhængigt af formålet med den enkelte boring og boringskategori vil der være forskellige myndighedskrav, som skal overholdes.

Definitioner og termer i dette referenceblad er i overensstemmelse med gældende lovgivningstekst i Brøndborerbekendtgørelsen, hvilket dog i flere tilfælde er forskellig fra eller i direkte modstrid med normal anvendt geoteknisk terminologi. I kapitel 5 fremgår den anvendte terminologi af principskitser og i kapitel 9 findes en definitionsliste for udvalgte ord.

Referencebladet er en opdatering og samling af de tidligere udgivne referenceblade nr. 4 og 5 af DGF Feltkomité, ref. /21/ og /22/, som udgår og erstattes af dette referenceblad.

CPT forsøg og diverse sonderinger udført uden for eller fra bunden af et borehul er ikke omfattet af dette referenceblad. Sådanne forsøg skal udføres med omtanke for vandindvindingsinteresser, erkendte forureninger og artesiske vandspejl, men omtales i øvrigt ikke yderligere i dette referenceblad.

2. TYPER AF BORINGER

I dette kapitel beskrives forskellige typer af boringer, herunder deres formål og udførelse. De forskellige typer af boringer kan kategoriseres som enten kategori A eller B boringer.

Kategori A boringer omfatter permanente boringer, for hvilke der skal søges tilladelse til etablering. Afhængigt af den enkelte borings placering og anvendelse skal tilladelsen gives i henhold til enten "Lov om vandforsyning", ref. /3/, "Lov om miljøbeskyttelse", ref. /4/, eller "Miljømålsloven", ref. /5/.

Kategori B boringer omfatter midlertidige boringer, der skal anmeldes til kommunen senest 14 dage før udførelse. Det er bygherrens ansvar at sikre, at den enkelte boring bliver sløjfet umiddelbart efter brug. Geotekniske boringer kan typisk henføres til kategori B og er i så fald undtaget for anmeldelsespligten, selv hvis disse etableres med pejlerør, jf. Vejledning om boringer på land, ref. /18/.

Det anbefales generelt at anvende en varighed på 2 år som retningsgivende for, om en midlertidig boring er en B-boring. Det er dog den pågældende kommunes miljøafdeling, som fastsætter de enkelte krav i den pågældende kommune.

Boringer hvor der udtages vandprøver til miljøformål, infiltrationsboringer samt boringer hvor der pumpes mere end 100.000 m³/år, jf. vandforsyningslovens §26, kategoriseres som kategori A boringer – uanset om boringerne i øvrigt er midlertidige (forventes aktiv mindre end 2 år).

De enkelte boringstyper kan kombineres, såfremt man f.eks. ønsker både at udføre eksempelvis geotekniske feltforsøg og pumpeforsøg i samme boring.

Såfremt det ønskes at give en B-boring permanent status efter etablering, skal der søges om tilladelse hertil, svarende til proceduren for A-boringer.

I nedenstående tabel 2.1 defineres boringstyper, herunder deres formål og udførelse, i overensstemmelse med beskrivelserne i Brøndborerbekendtgørelsen, og med angivelse af om boringen behandles som en A- eller en B-boring.

Tabel 2.1: Definition af boringstyper og deres formål/udførelse.

| Kategori (A/B) | Definition og formål |
|---|--|
| Geotekniske boringer ^{Note 1} | |
| Lagfølgeboring (B) | <p>Definition: Jordprøver udtages for hvert gennemboret lag, minimum pr. 3 meter jf. DS/EN 1997-2, ref. /8/. Der udføres ikke in situ forsøg.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ved kortlægning af lagfølger eller udvalgte horisonter, fx omkring en velbeskrevet geoteknisk boring, kan det vælges kun at udtage prøver fra udvalgte lag og registrere niveauer for undersøgte horisonter. |
| Undersøgelsesboring (B) | <p>Definition: Jordprøver udtages for hvert gennemboret lag – typisk hver 0,5. Der udføres ikke in situ forsøg.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udførelse af geotekniske in situ forsøg ▪ Udtagning af en eller flere jordprøver fra hvert jordlag til bestemte undersøgelsesformål ▪ Registrering af laggrænser og bestemmelse af geotekniske parametre for de gennemborede jordlag ▪ Borehul til geofysiske målinger |
| Miljøtekniske boringer | |
| Lokaliseringsboring (B) | <p>Definition: Jordprøver udtages til miljøteknisk klassificering af jord i borehul. Der installeres ikke filter/forerør</p> |
| Undersøgelsesboring (A) | <p>Definition: Ud over jordprøver udtages vandprøver til miljøtekniske analyser i, dvs. der installeres filter/forerør i borehullet.</p> |
| Afværgeboring (A) | <p>Definition: Boring, hvori der pumpes med henblik på forureningsbekæmpelse eller at afværge forureningsspredning.</p> |
| Hydrogeologiske boringer | |
| Pejleboring, permanent (A) | <p>Definition: Boring udbygget med et eller flere pejlerør.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Boring til fastlæggelse (monitering) af vandspejl. |
| Pumpeboring (A/B) | <p>Definition: Boring til midlertidig eller permanent sænkning af grundvandspejlet. Kategori afhænger af forventet vandmængde og levetid.</p> <p>Eksempler på pumpeboringer er filterboringer og sugespidsler. Aflastningsboringer (grædebrønde) kan desuden henføres til denne borings-type.</p> |
| Infiltrationsboring (A) | <p>Definition: Boring til tilledning af vand til undergrunden.</p> |

Note 1: Ved geotekniske boringer forstås boringer, som udelukkende har geoteknisk formål. Boringerne kan være udstyret med et Ø25/32 mm pejlerør til pejling af vandspejl. Boringerne har sædvanligvis kort anvendelsestid, og ejeren har ansvaret for, at boringerne bliver sløjfet umiddelbart efter brug.

3. MYNDIGHEDSKRAV

Ved udførelse og sløjfning af boringer på land i Danmark skal man følge Brøndborerbekendtgørelsen, ref. /1/. Naturstyrelsen har udarbejdet en vejledning til brøndborerbekendtgørelsen, ref. /18/, hvori hensigten og forståelsen af lovteksten uddybes, med konkrete eksempler.

For alle boringer gælder i følge brøndborerbekendtgørelsen:

- Borearbejdet skal tilrettelægges og udføres således, at boringen ikke medfører risiko for, at grundvandet forurenes.
- Registrering af laggrænser og jordprøveudtagning for hvert gennemboret lag eller minimum hver 5 m¹.
- Sløjfning skal ske således, at der ikke kan ske forurening af grundvandet eller udveksling af vand mellem forskellige magasiner.
- Personer der udfører borearbejde (boreformand), herunder sløjfning af boringer og brønde, skal være i besiddelse af et B-bevis iht. bekendtgørelse 915, ref. /2/.
- I virksomheder, der udfører borearbejde, skal ledere med ansvar for borearbejdet være i besiddelse af et A-bevis iht. bekendtgørelse 915, ref. /2/.
- Myndighederne kan stille yderligere krav til boringerne i boretilladelsen.

Før udførelsen af A-boringer skal der indhentes en tilladelse fra myndighederne², mens B-boringer skal anmeldes til myndighederne 14 dage før udførelsen. For B-boringer findes enkelte undtagelser fra anmeldepligten, herunder for almindelige geotekniske boringer, se kapitel 2.

Brøndborerbekendtgørelsen opstiller tillige krav til indretning, afslutning og sløjfning af boringer. Emnerne er behandlet i kapitel 5 og 6.

Opsummering af boringstyper fremgår af tabel 3.1.

Tabel 3.1: Opsummering af boringstyper.

| Beskrivelse | Kategori | Tilladelse (T) / Anmeldelse (A) | Lovgivning |
|---------------------------------|----------|------------------------------------|--------------|
| Geotekniske boringer | | | |
| Lagfølgeboring | B | - | 1) |
| Undersøgelsesboring | B | - | 1) |
| Miljøtekniske boringer | | | |
| Lokaliseringsboring | B | A | 1) |
| Undersøgelsesboring | A | T | 1) |
| Afværgeboring | A | T | 3b), 1) |
| Hydrogeologiske boringer | | | |
| Pejleboring, permanent | A | T | 3a), 2), 1) |
| Pumpeboring | A | T | 3a), 3b), 1) |
| | B | A | 3a), 3b), 1) |
| Infiltrationsboring | A | T | 1) |

1) Miljøbeskyttelsesloven
2) Miljømålsloven

3a) Vandforsyningsloven §21
3b) Vandforsyningsloven §26

¹ Praksis blandt geoteknikere er prøvetagning minimum hver 0,5 m og krav i DS/EN 1997-2 er pr. 3 m, ref. /8/.

² Principielt fra kommunalbestyrelsen

4. UDFØRELSE AF GEOTEKNISKE BORINGER

For udførelsen af alle typer af geotekniske boringer gælder, at arbejdet skal udføres iht. DS/EN 1997-2 med det tilhørende danske anneks, ref. /8/ og /9/; den tilhørende udførelsesstandard ISO 22475, del 1, ref. /10/, samt de standarder, der beskriver de enkelte forsøgstyper, ISO 22476, del 1 til 12, ref. /10/ - /17/. I dette kapitel er der henvist til de relevante referenceblade og standarder.

4.1 Planlægning

I forbindelse med planlægningen af borearbejdet udarbejdes en boreinstruks, som beskriver placering og typen af boringer, boremetoder, antallet af boringer, dybder, type og antal af forsøg samt prøvetagning og håndtering. Derudover skal den indeholde oplysninger om forhold, der skal tages hensyn til, som f.eks. ledningsoplysninger, oplysninger om forurening, forventet lagfølge³ samt hydrogeologiske forhold.

Et eksempel på en boreinstruks er vedlagt i bilag 1. Placeringen af alle boringer skal fremgå af en situationsplan. Boringerne afsættes før udførelse, samt indmåles endeligt, efter at de er boret.

Borearbejdet skal planlægges og udføres således, at en efterfølgende sløjfning er mulig.

4.2 Boremetoder og stabilisering af borehul

Boremetoderne kan overordnet deles op i tørboringer og skylleboringer, jf. Vejledning om boringer på land, ref. /18/ kapitel 4.2. I en tørboring bringes det løsborede materiale op til terræn med boreværktøjet. Vand kan tilsættes, dels for at stabilisere borehullet, dels fordi visse typer boreværktøjer kun kan fungere under vand. I en skylleboring transporteres det løsborede sediment op til terræn ved en væske- eller luftstrøm.

4.2.1 Tørboringer

Den mest almindelige boremetode er rotationsboring/tørboring, som kan udføres med og uden borerør.

Borehullers stabilitet sikres ved anvendelse af borerør, når der bores gennem f.eks. muld- og fyldlag, slappe aflejringer og under grundvandsspejl, hvor der træffes friktionsmaterialer.

Valg af boremetode afhænger af, hvilke typer jord man forventer at finde på det pågældende sted, samt hvilken kvalitet af jordprøver der ønskes, og den forventede dybde af boringen, jf. Vejledning om boringer på land, ref. /18/ kapitel 4.2 tabel 0.2.

Tørboringer omfatter:

- Slagboring
 - slagboring (tørboring med wire og sandspand)
 - linestødsboring (boring med tung mejsel og efterfølgende oprensning med sandspand)
- Rotationsboring (boring med værktøj monteret på borestamme)
 - med/uden borerør (kop, snegl, fræser)
 - boring med hul boresnegl (boring med wireline gennem hul boresnegl)

Det kan være nødvendigt at skifte boremetode undervejs.

³ ISO 22475 del 1 kapitel 5.4 indeholder en huskeliste med de punkter som skal med på en boreinstruks

4.2.2 Skylleboringer

Skylleboringsteknikken anvendes til pumpe- og infiltrationsboringer, jf. Vejledning om boringer på land, ref. /18/. Ved skylleboringer vil den jord, som kommer op, være meget forstyrret, og kvaliteten af de enkelte jordprøver stærkt nedsat, såfremt den ikke udføres som kerneboring.

Skylleboringer omfatter:

- Kerneboring
 - konventionel kerneboring (stanghåndteret kernerør med borekrone)
 - wireline kerneboring (borerør med borekrone og wirelinehåndteret kernerør)
- Direkte skylleboring
- Lufthæveboring.

Borehullets stabilitet kan sikres ved anvendelse af borerør og/eller boremudder.

4.3 Prøvetagning under borearbejdet

Før borearbejdet opstartes, skal projektlederen vurdere, hvilke prøveredskaber det er nødvendigt at benytte, for at opnå den i ISO 22475-1, ref. /10/, ønskede prøveudtagningskategori. Den nødvendige prøvestørrelse til udførelse af specifikke laboratorieforsøg er angivet i DS/EN 1997-2, ref. /8/.

Ved en kategori A prøveudtagning, kan der opnås en prøve, som er intakt eller stort set intakt. Det vil sige, at der forekommer ingen eller kun lidt forstyrrelse af jordens struktur og laggrænser. Rumvægten og vandindholdet af prøven svarer til det, som man finder in situ. Dette kan opnås ved at udtage prøven i et A- eller et B-rør. Boringen udføres med borerør.

Ved en kategori B prøveudtagning opnås prøver, hvor selve jordens struktur er lidt forstyrret, men hvor de forskellige laggrænser og delkomponenter af jorden kan identificeres. Vandindholdet af prøven svarer til det, som man finder in situ. Dette kan opnås ved at udtage en poseprøve ved rotationsboring i kohæsiv jord, eller et A-rør eller B-rør i friktionsjord. Boringen udføres ikke nødvendigvis med borerør.

Ved en kategori C prøveudtagning opnås prøver, som er forstyrrede. Det vil sige, at den oprindelige struktur i jorden ikke kan genfindes, og at vandindholdet af prøven ikke nødvendigvis svarer til in situ vandindholdet. En kategori C prøve er som regel en poseprøve. Boringen udføres ikke nødvendigvis med borerør.

4.4 Prøvekvalitet af udtagne jordprøver

4.4.1 Kvalitetsklasse og prøvetagningskategori

I tabel 4.1 herunder er der vist, hvilken prøvekvalitet der er nødvendig, iht. DS/EN 1997-2 med tilhørende danske aneks, ref. /8/, for at udføre en række udvalgte laboratorieforsøg.

Kvalitetsklasse 1 beskriver en prøve, som er intakt, mens kvalitetsklasse 2 beskriver en prøve, som kun er lidt forstyrret. Tilsvarende har en kvalitetsklasse 3 prøve bevaret det naturlige vandindhold, den samme kornfordeling som den omkringliggende jord, og laggrænser der klart kan identificeres. Dog er selve prøvestrukturen i en kvalitetsklasse 3 prøve forstyrret, således at f.eks. styrken af prøven ikke vil være den samme som in situ.

Forskellen på en kvalitetsklasse 3 og en kvalitetsklasse 4 prøve er, at i sidstnævnte er vandindholdet ikke nødvendigvis det samme som in situ.

Den laveste kvalitetsklasse 5 beskriver en prøve, som kun kan benyttes til bestemmelse af laggrænser, men hvor hverken vandindhold, struktur eller kornfordeling repræsenterer forholdene in situ.

I nedenstående tabel 4.1 er sammenhængen mellem kvalitetsklasse og prøvetagningskategori vist. Prøvetagningskategori A kan opnås ved at udtage intaktprøver, mens prøvetagningskategori B kan opnås ved prøver udtaget med sneglebor eller kopbor i ler. En tilsvarende prøve i sand vil give en prøvetagningskategori C. Se i øvrigt ISO 22475-1, ref. /10/.

Tabel 4.1: Sammenhæng mellem prøvetagningskategori (boremethode) og kvalitetsklasser for jordprøver til laboratorieforsøg⁴.

| Egenskaber for jord | Kvalitetsklasse | | | | |
|---|-----------------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Uændrede jordegenskaber | | | | | |
| - Partikelstørrelse | * | * | * | * | |
| - Vandindhold | * | * | * | | |
| - Densitet og permeabilitet | * | * | | | |
| - Forskydningsstyrke, elasticitet | * | | | | |
| Egenskaber der kan bestemmes | | | | | |
| - Rækkefølge af lag | * | * | * | * | * |
| - Laggrænser | * | * | * | * | |
| - Laminering | * | * | | | |
| - Konsistensgrænser, glødetab | * | * | * | * | |
| - Vandindhold | * | * | * | | |
| - Densitet, relativ densitet, permeabilitet | * | * | | | |
| - Forskydningsstyrke, elasticitet | * | | | | |
| Prøvetagningskategori iht. EN ISO 22475-1 | A | | | | |
| | | | | B | |
| | | | | | C |

4.4.2 Miljøprøvekvalitet og prøvetagningskategori

Tilsvarende til definitionerne af prøvetagningskategorier A-C i ISO 22475-1, ref. /10/, og kvalitetsklasser for laboratorieforsøg i DS/EN 1997-2, ref. /8/, kan jordprøverne klassificeres iht. miljøprøvekvaliteter 1-7, jf. Vejledning om boringer på land, ref. /18/, hvor 7 er bedst. En miljøprøvekvalitet 7 prøve er intakt mht. laggrænser og kornfordeling og har ingen til svag påvirkning af indholdet af flygtige stoffer, mens miljøprøvekvalitet 1 er kraftigt omrørt, udvasket for fine partikler, har usikker prøvetagningsdybde og hvor mange flygtige stoffer er gået tabt, ref. /18/. I tabel 4.2 er sammenhængen mellem boremethode, miljøprøvekvalitet og prøveudtagningskategori vist for de mest anvendte metoder til geotekniske boringer.

⁴ DS/EN 1997-2, tabel 3.1.

Tabel 4.2: Sammenhæng mellem prøvetagningskategori (boremetode) og miljøprøve kvalitet. (Grå felter viser mulige kombinationer)

| Boremetode | Prøvetagningsmetode | Vejledning** Miljøprøve-kvalitet | EN ISO 22475-1 Prøvetagnings kategori | | | Bemærkning |
|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--|---|---|---|
| | | | A | B | C | |
| Slagboring | Sandspand | 3 | - | - | | Under GVS* |
| Tør rotationsboring uden borerør | Lang snegl | 2 | - | | | Over GVS |
| Tør rotationsboring uden borerør | Kop/ kort snegl | 4-6 | - | | | Over GVS |
| Tør rotationsboring med borerør | Kop/ kort snegl | 6-7 | - | | | |
| Tør rotationsboring med borerør | A eller B rør | 7 | | | | Rens op inden prøveudtagning |
| Boring med hul boresnegl | Snegl | 2 | - | - | | Prøve udtaget udvendigt på snegl |
| Boring med hul boresnegl | A eller B rør | 7 | | | | Prøve udtaget indvendigt i borestamme. Rens op inden prøveudtagning |
| Trykluftboring | Cuttings | 2-3 | - | - | | |
| Konventionel kerneboring | Intakte prøver | 6 | | | | |

* GVS – grundvandsspejl

** Vejledning om boringer på land

Miljøprøve kvalitet bør anvendes på både miljøboringer og på kombinerede miljø- og geotekniske boringer.

Der er ingen direkte sammenhæng imellem miljøprøve kvalitet i Vejledning om boringer på land, ref. /18/ og prøvetagningskategori iht. ISO 22475-1, ref. /10/, eller mellem miljøprøve kvalitet og kvalitetsklasse iht. DS/EN 1997-2, ref. /8/.

4.5 Feltforsøg

Typiske feltforsøg som udføres i geotekniske undersøgelsesboringer er:

- Vingeforsøg
- SPT (Standard penetration test)
- Let rammesondering
- CPT (Cone penetration test)

Mere specielle forsøg omfatter pressiometer- og dilatometerforsøg i boringer samt forskellige sonderinger. Disse forsøg er, sammen med vingeforsøg, SPT- og CPT-forsøg, beskrevet i DS/EN 1997-2, ref. /8/, samt i det tilhørende danske anneks, ref. /9/.

4.5.1 Vingeforsøg

I kohæsive jordarter kan vingeforsøg udføres med håndvinge eller med vingestyr, som er påmonteret boreriggen (dybdevinger). Vingeforsøg med håndvinge kan udføres i de øverste metre under jordoverfladen. Forsøget udføres iht. Referenceblad 1, ref. /19/.

4.5.2 Standard penetration test (SPT)

SPT-forsøg udføres i friktionsjord. Ved SPT-forsøg registreres jordens modstand mod nedramning af et standardiseret stålprøverør fra bunden af et borehul. Såfremt jordlagene er meget faste eller stenholdige, kan prøverøret erstattes af en massiv kegle-spids. Det er normal praksis at udføre SPT per 1-2 m i en boring. Forsøget er beskrevet i referenceblad 3, ref. /20/ samt i DS/EN ISO 22476-3, ref. /15/.

4.5.3 Let rammesondering

Ved rammesondering måles jordens relative fasthed kontinuert ned gennem jordlagene eller i udvalgte niveauer. Rammesondering kan bruges til at bestemme jordens fasthed og variation i friktionsjordarter eller bestemmelse af mægtigheden af blødbundsforekomster. Forsøget er beskrevet i DGF's felthåndbog, DGF-bulletin 14, ref. /23/ samt i DS/EN ISO 22476-2, ref. /13/.

4.5.4 Cone penetration test (CPT)

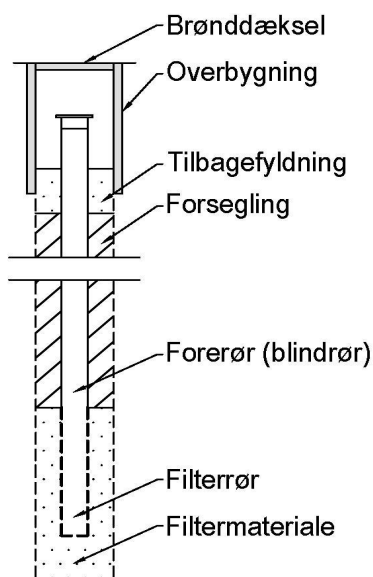
CPT – også kaldet tryksondering – kan udføres i både sandede og lerede aflejringer, såfremt aflejringerne ikke er for hård, og der ikke er mange store sten i den pågældende aflejringer. CPT forsøg udføres ved at presse en sonde ned i jorden med en konstant hastighed og samtidig registrere sammenhørende værdier af dybde, spidsmodstand, kappemodstand (siden af sonden) samt poretryk.

CTP kan udføres i et selvstændigt punkt eller udføres i forbindelse med en geoteknisk boring. Forsøget er beskrevet i DS/EN ISO 22476-1/AC:2013, ref. /12/ og DS/EN ISO 22476-12, ref. /17/.

5. INDRETNING AF BORINGER

I følgende kapitel gennemgås indretning af boringer, efter at ønsket boreddybde er nået. Indretningen skal sikre, at man kan opnå det/de ønskede fremtidige formål med boringen samt sikre impermeabilitet mellem forskellige vandførende lag.

Af figur 5.1 fremgår de forskellige betegnelser brugt ved indretning af boringer, som er i overensstemmelse med definitioner anvendt i Brøndborerbekendtgørelsen, ref. /1/.



Figur 5.1: Indretning af boringer, definitioner jf. Brøndborerbekendtgørelsen, ref. /1/.

5.1 Filtersætning

Ved en filtersætning placeres et slidset rør centralt i boringen og efterfølgende fyldes mellemrummet mellem filterrøret og boringsvæggen med filtermateriale af sand eller -grus. Filtersand omkring filterrør skal tilpasses slidsestørrelsen⁵. Ved flere pejlerør skal der udvises særlig omhu ved placeringen af de enkelte rør og tilfyldning med filtermateriale.

Formålet med en filtersætning i boringer er, at give mulighed for f.eks. pejling af vandspejl, måling af frifaseforurening, udtagning af vand- eller luftprøve, udførelse af prøvepumpning eller udførelse af geofysiske log.

Filtersætningen for en boring skal fastlægges af en person, der har tilstrækkelig hydrogeologisk og miljøteknisk viden, og udføres af en person med B-bevis, jf. Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører boringer på land, ref. /2/.

Ved filtersætning må to eller flere vandførende lag ikke komme i kontakt med hinanden. Ved flere vandførende lag kan der evt. installeres 2 pejlerør (filterrør+forerør) med forskellig længde. Forerørene afsluttes med prop. For at undgå udveksling imellem de vandførende lag, skal der etableres effektiv forsegling i lavpermeable lag mellem filtrene, se endvidere skitseeksempler og beskrivelser i Vejledning om boringer på land, ref. /18/.

⁵ Håndregler for dimensionering fremgår af kapitel 5.1 i Vejledning om boringer på land, ref. /18/.

Af figur 5.2 a-c ses eksempler på geotekniske boringer med henholdsvis et pejlerør og to pejlerør. I figur 5.2a og 5.2b er der et vandførende jordlag, mens der i figur 5.2c er to vandførende jordlag.

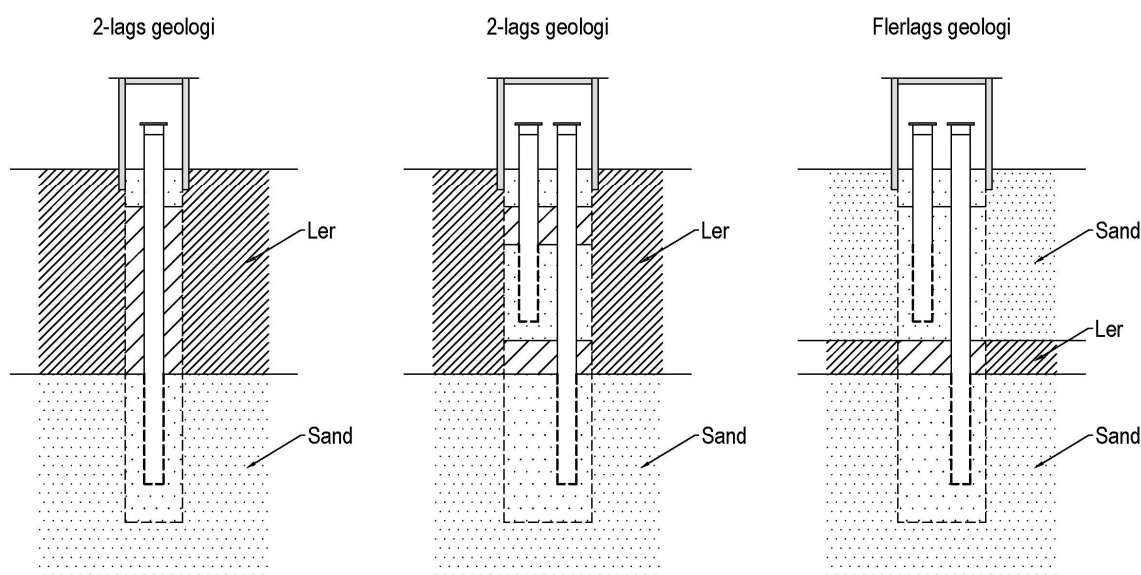


Fig. 5.2a Enkelt filtersætning

Fig. 5.2b Dobbelt filtersætning

Fig. 5.2c Dobbelt filtersætning

Figur 5.2 a-c: Princip for filtersætning med et eller flere vandførende lag.

5.2 Forsegling

Ved forsegling af boringer forstås en tætning af mellemrummet mellem forerør og omkringliggende jordlag i borehullet.

Formålet med forsegling er, at forhindre vandudveksling mellem forskellige vandførende lag, tilstrømning af overfladevand eller spredning af forurening ned gennem boringen. Ved gennemboring af lavpermeable lag skal der således etableres en forsegling.

Generelt forsegles alle boringer fra ca. 1-2 m under terræn i en lagtykkelse der forhindrer nedstrømning af overfladevand. Lagtykkelsen af forseglingsen skal fastlægges under hensyntagen til den aktuelle geologi og grundvandsforhold af en fagkyndig person.

Kravet til forseglingsen er, at den skal ske med lavpermeable materialer, der har mindst samme tæthed for vandgennemstrømning som omkringliggende jordlag. Der må ikke kunne ske nedsivning langs forerøret og forerørets samlinger skal være tætte.

Forsegling udføres generelt med bentonit og/eller en flydende bentonit/cement blanding (eksempelvis "Storebæltsblanding"), med dokumenterede egenskaber.

5.3 Tilbagefyldning

Formålet med tilbagefyldningen er at udfylde og stabilisere hulrum mellem forseglingsen og terræn. Tilfyldning over den øverst forseglingsen kan udføres med opboret materiale, dog må forurenede materialer ikke anvendes. Den opborede jord bør generelt tilbageføres til samme niveau som det kom fra.

Korte borer, som er indtil 3 meter dybe, udført over det primære grundvandsmagasin og er uden filtersætning kan iht. Vejledning om borer på land, ref. /18/ helt tilfyldes med opboret materiale, forudsat at det ikke er forurenede. Det samme er gældende for borer som efterfølgende bortgraves helt i forbindelse med bygge- og anlægsarbejder

Tilfyldningsjorden skal komprimeres.

5.4 Terrænaflutning

En terrænaflutning udføres ved borer, hvor der ønskes mulighed for senere adgang til boringen. Uafhængigt af den valgte type terrænaflutning skal den udføres således, at lokaliteten senere kan identificeres i forbindelse med fortsat anvendelse. Ligeledes skal boringen være afskærmet for indtrængning af overfladevand og smådyr. Ved trafikerede eller på anden måde benyttede arealer bør boringen sikres mod skader.

En simpel terrænaflutning vil typisk bestå af et pejlerør, der afsluttes over terræn. Boringen vil i dette tilfælde normalt være placeret et sted uden trafik, f.eks. på en mark.

Ved trafik eller anden færdsel kan boringen afsluttes i terræn med en overbygning bestående af en brøndring og tilhørende dæksel. Forerøret afsluttes under dækslet med en tætsluttende hætte. Samtidig skal det sikres, at overfladevand, der løber ned langs siden af brøndringen, kan dræne ud i jorden uden at forurene boringen.

For kategori A borer skal forerøret foroven afsluttes mindst 0,2 m over bund af overbygningen, eller 0,5 m over naturligt terræn.

I specielle tilfælde kan der være tale om aflåsning af dæksel med et låsebeslag eller at påføre hættens en låsbar spilt.

Det er god praksis at markere boringsnummer ved boringen samt at indmåle denne med GPS for senere identifikation.

6. SLØJFNING AF BORINGER

Når brugen af en filtersat boring ophører, skal denne sløjfes. Sløjfningen af en boring uden filter udføres ved afslutning af borearbejdet for den enkelte boring. I henhold til Brøndborerbekendtgørelsen, ref. /1/, er det ejerens ansvar at boringen sløjfes efter endt brug, senest 1 måned efter endt brug. Sløjfningen af boringer skal sikre at vandudveksling mellem magasiner og at nedsivning af overfladevand forhindres.

Sløjfningen af filtersatte boringer, anmeldes til kommunalbestyrelsen mindst 2 uger før arbejdets udførelse, såfremt det ikke tidligere er oplyst til kommunalbestyrelsen i forbindelse med anmeldelse af borearbejdets opstart, se §18 og §26 i Brøndborerbekendtgørelsen, ref. /1/. Dog skal sløjfning af geotekniske boringer, som ikke tidligere er anmeldt til kommunen, ikke anmeldes.

Sløjfning af kategori A boringer skal indberettes til GEUS senest 3 måneder efter at sløjfningen er udført iht. §27 i Brøndborerbekendtgørelsen, ref. /1/.

Sløjfning af boringer skal udføres af uddannet personel med B-bevis og indberettes af den som udfører sløjfningen.

Ved planlægning af metode og materiale til sløjfning, skal oplysninger om følgende fremskaffes:

- Gennemborede jordlag
- Boringernes udførelse og udbygning
- Anvendt materiale

Der er forskellige metoder at sløjfe boringer på. Metoden der skal vælges, afhænger af om det er filtersatte boringer, utilstrækkeligt tætnede boringer eller åbne ikke filtersatte boringer. De enkelte metoder er beskrevet i kapitel 6.1 – 6.3.

6.1 Filtersatte boringer

Ved sløjfning af en filtersat boring, som er indrettet i henhold til kapitel 5.1, skal forerøret afpropes med bentonit eller cementstabiliseret bentonit fra bund af filter til 1 m under terræn. Den øverste meter af forerøret afkortes, og herover retableres med tilbagefyld og terrænet reguleres. Såfremt pejlerøret ikke kan genfindes, skal boringen betragtes som en utilstrækkelig tætnet boring, se afsnit 6.2.

6.2 Utilstrækkelig tætnede boringer

Ved sløjfning af boringer, udført uden tilstrækkelig forsegling, er der risiko for fortsat nedsivning langs ydersiden af forerøret.

I disse tilfælde bør forerøret perforeres ved sløjfning, og herefter foretages bentonitinjektion under tryk, så både forerør og mellemrummet mellem forerør og boringsvæg er forseglet med bentonit. Perforering kan ske ved sprængning og/eller med specialværktøj. Alternativt kan man også foretage en overboring med efterfølgende forsegling af boringen.

6.3 Åbne ikke filtersatte boringer

Ved sløjfning af åbne ikke filtersatte boringer, skal der tætnes med uforurenede materiale med en permeabilitet mindre eller lig de omkringliggende jordlag i hele lerlagets tykkelse, under hensyntagen til forsegling jf. afsnit 5.2. Boringer kortere end 3 m kan tilbagefyldes med opboret uforurenede materiale.

7. KVALITETSSTYRING

Kvaliteten af borearbejdet skal sikres ved, at det enkelte borefirma udarbejder kontrolprocedurer for at sikre ensartet udførelse af borearbejdet. Procedurene skal dække prøveudtagning, feltforsøg, filtersætning og forsegling, sporbarhed af alle boredata og en klar og koncis afrapportering af det udførte borearbejde i form af en feltjournal. Feltjournalerne skal have en sådan kvalitet, at de senere kan anvendes til udarbejdelse af geotekniske boreprofiler. Eksempler på boreprofiler er vedlagt i bilag 4 og 5.

Derudover skal det sikres, at alle boreformænd har B-bevis iht. bekendtgørelse 915, ref. /2/ samt at alt materiel og måleudstyr er velholdt og kalibreret i det for udstyret foreskrevne intervaller.

8. KRAV TIL DOKUMENTATION

Dokumentation for udført borearbejde skrives i feltjournalen. Eksempler på håndskreven og elektronisk feltjournal er vedhæftet i bilag 2 og 3.

Feltjournalen skal indeholde informationer om lokaliteten såsom boringsnavn, adresse, matrikel nr. eller koordinater og kote. Ligeledes skal disse oplysninger vises på det optegnede boreprofil. Feltjournalen skal også indeholde navn på borefirma, type af borerig samt navn på boreleder og eventuel medhjælper.

Dernæst skal typen af anvendt boregrej, borerør samt diameter og dybde på boringen være indeholdt i feltjournalen. Typen af boregrej er ikke nødvendigvis den samme i hele boringen, idet der kan være anvendt snegl, kop, sandspand og eventuelt udtag af intaktprøver i A eller B rør eller kerneboring. Hvis der er anvendt fræsning under borearbejdet, skal det også fremgå af feltjournalen.

Selve geologien beskrives med alle laggrænser, dybde af udtagne prøver, prøve nr., geologisk beskrivelse af den enkelte prøve samt af jorden generelt. Andre observationer såsom indhold af tegl eller speciel lugt bør ligeledes noteres.

Feltforsøg, som f.eks. vingeforsøg og SPT, noteres i feltjournalen i de udførte dybder.

Filtersætningen af boringen noteres i feltjournalen med placering af fore- og filterrør, filtersand, forsegling samt tilbagefyld i boringen.

Til slut pejles boringen og resultatet noteres i feltjournalen som dybde til vandspejl eller boring tør under borearbejdet.

9. DEFINITIONSLISTE

| <i>Bekendtgørelsens term</i> | <i>Forklaring</i> | <i>DGFs term</i> |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Borerør / Arbejdsrør | Rør til afstivning af borehul | Casing / foringsrør |
| Filtorrør | Forerør med huller eller slidser | Filtorrør, slidserør |
| Forerør | Pejlerør uden slidser | Blindrør |

10. REFERENCER

10.1 Love og bekendtgørelser

- /1/ Bekendtgørelse nr. 1260 ”Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land” af 28/10/2013. Miljøministeriet
- /2/ Bekendtgørelse nr. 915 ”Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører boringer på land” af 27/06/2016. Miljø- og Fødevarerministeriet
- /3/ Bekendtgørelse af lov om vandforsyning m.v. (Vandforsyningsloven), LBK nr. 125 af 26/01/2017
- /4/ Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse (Miljøbeskyttelsesloven), LBK nr. 966 af 23/06/2017
- /5/ Bekendtgørelse af lov om miljømål m.v. for internationale naturbeskyttelsesområder (Miljømålsloven), LBK nr. 119 af 26/01/2017

10.2 Standarder

- /6/ DS/EN 1997-1 Eurocode 7: Geoteknik – Del 1: Generelle regler, 2. udgave, 2007
- /7/ DS/EN EN 1997-1 DK NA:2015: Nationalt Anneks til Eurocode 7: Geoteknik – Del 1: Generelle regler
- /8/ DS/EN 1997-2 Eurocode 7 + AC:2011: Geoteknik – Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning, 1. udgave, 2011
- /9/ DS/EN 1997-2 DK NA:2013: Nationalt Anneks til Eurocode 7: Geoteknik – Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning
- /10/ DS/EN ISO 22475-1 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Prøveudtagning ved borings- og udgravningsmetoder og grundvandsmålinger – Del 1: Tekniske principper for udførelse, 2006
- /11/ DS/EN ISO 22476-1 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Geotekniske in-situ-forsøg - Del 1: Undersøgelser med CPT/CPTU, 2012
- /12/ DS/EN ISO 22476-1/AC:2013 Geotekniske in-situ-forsøg - Del 1: Undersøgelser med CPT/CPTU
- /13/ DS/EN ISO 22476-2 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Driftsprøvning – Del 2: Dynamic Probing, 2005
- /14/ DS/EN ISO 22476-2/A1 2011 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Driftsprøvning – Del 2: Dynamic Probing, 2005 - rettelsesblad
- /15/ DS/EN ISO 22476-3 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Driftsprøvning – Del 3: Standard Penetrationstest, 2005
- /16/ DS/EN ISO 22476-3/A1 2011 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Driftsprøvning – Del 3: Standard Penetrationstest, 2005

/17/ DS/EN ISO 22476-12 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Driftsprøvning – Del 12: CPT-sondering, 2009

10.3 Vejledninger, håndbøger og referenceblade

- /18/ Vejledning om boringer på land, Vejledning 2013, Miljøministeriet – Naturstyrelsen
- /19/ Referenceblad 1, Referenceblad for vingeforsøg, rev. 3, Dansk Geoteknisk Forening, 1999
- /20/ Referenceblad 3, Referenceblad for SPT-forsøg, rev. 0, Dansk Geoteknisk Forening, 1995
- /21/ Referenceblad 4, Referenceblad for boringer, DGF Feltkomité, januar 1998
- /22/ Referenceblad 5, Referenceblad for boringers indretning og sløjfning, DGF Feltkomité, januar 1998
- /23/ Felthåndbogen, dgf-Bulletin 14, Dansk Geoteknisk Forening, 1999

Boreinstruks, geoteknik + miljøteknik

| | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Tid/dato for borearbejde | Uge 47-48 |
| Projektnummer/-navn | 37868 København. Ørestad Syd |
| Borestedets adresse | Ørestad Syd – se vedlagte kort |
| Boreformand | Jens Hansen |
| Projektleder/tlf. | Hans Jensen (4512 3456) |
| Stedfortræder/tlf. | Peter Petersen (4565 4321) |
| Kontaktperson på pladsen | Ingen |
| Boredimension | 6" |
| Forventet lagfølge | 2-4 m fyld over moræneler |
| Lokaliteten/adgang | Hovedgaden |
| Afsætning af koordinater (GPS) | Afsat med træpløkker 2017-11-15 |
| Belægninger/retablering | Græs og jord / ingen retablering |

Huskeliste - særlige forhold, fx

- Adgangsforhold / terræn -> behov for køreplader?
- Forboring gennem betongulv (ø 250 mm aht. betonrør)/Diamantskæring
- Plads til aflæsning af boring / parkering af lastvogn
- Fældning træer / buske / nedtagning af hegn
- Vand og/eller el på pladsen
- Behov for afspærring / skiltning / skiltevogn (se side 4)

Valg af værnemidler

| | A:x | B: | C: | D: |
|--|-----|----|----|----|
| A: Ingen forventet forurening | | | | |
| B: Anvend handsker og almindelig arbejdstøj – Visir og vandtætforklæde ved arbejde under GVS | | | | |
| C: Som B samt medbring helmaske med turbfilter og gasdetektor | | | | |
| D: Kontakt Projektleder for yderligere værnemidler (Boreafdelingen skal informeres 2 uger før opstart) | | | | |

Boreinstruks, geoteknik + miljøteknik

Borearbejdet udføres jævnfør ”Geotekniske boringer, Dok. nr.: GE 06 rev.: 02”

Boreprogram (sæt X og % eller angiv tal, bogstaver J=Ja, N=Nej)

| Boring nr. | 1-3 og 5-11 13-14 og 17 | 4 og 12 og 15-16 18-21 | | | | | |
|---|----------------------------|---------------------------|--|--|--|--|--|
| Boreddybde m u. t. | 5 mut*** | 3 mut**** | | | | | |
| Håndbores til m u. t. | Nej | Nej | | | | | |
| Håndvingeforsøg * | Ja | Ja | | | | | |
| Vingeforsøg ** | Ja | Ja | | | | | |
| SPT-forsøg*** | Nej | Nej | | | | | |
| Rørprøver (A=A-rør, B=B-rør) | Nej | Nej | | | | | |
| Filtersætning (S=simpel, PL=ring PL) | S | S | | | | | |
| Afslutning med betonrør | Nej | Nej | | | | | |
| Opboret jord (E=efterlades, F=fjernes) | E | E | | | | | |
| Blandprøver | Nej | Nej | | | | | |
| Rilsanposer | Ja - med luft | Ja - med luft | | | | | |
| Red Cap glas | Ja | Ja | | | | | |
| Aflevering af prøver (hver dag) | Nej | Nej | | | | | |
| Ring på m u. t. | 5 mut | 3 mut | | | | | |

| Bemærkninger | Huskeliste – supplerende info |
|---|--|
| *Pr. 0,2 m til 1,8 mut (kun i lerjord) | <ul style="list-style-type: none"> • Antal meter intakt • Krav til vingestyrker iht. boreddybde • Forventet filtersætning (Antal filterrør, filtersand og bentonit) • Leverandør af emballage til miljøprøver • Evt. afhentning af prøver |
| ** 2 pr. meter i ler | |
| ***Boringer skal bores til 2 m i intakte lag | |
| ****Boringer skal bores til 1 m i intakte lag | |
| Der udtages prøver 0,2 m, derefter 0,5 – 1,0-1,5 osv. | |

Tilladelser vedlagt (sæt X)

Boreinstruks, geoteknik + miljøteknik

| | JA | NEJ | Bemærkninger: |
|-----------------|----|-----|----------------|
| Gravetilladelse | | x | Ikke nødvendig |
| Boretilladelse | | x | Ikke nødvendig |

Ledningsplaner vedlagt (sæt X)

| | JA | NEJ | Bemærkninger: |
|-------------------------|----|-----|---|
| Højspænding | | x | Der ligger ingen ledninger indenfor området |
| Lavspænding | | x | Do. |
| Gas | | x | Do. |
| Telefon / lysleder | | x | Do. |
| TV – antenne / lysleder | | x | Do. |
| Vand | | x | Do. |
| Fjernvarme | | x | Do. |
| Afløb | | | Do. |
| Tanke, installationer | | | Do. |
| Luftledninger | | x | Do. |

Tiltag iht. ledninger

| | A:x | B: | C: | D: |
|--|-----|----|----|----|
| A: Ingen B: Håndboring C: Ledningssøger påkrævet D: Forgraves af Boreafdelingen eller anvises af ledningsejer | | | | |

Boreinstruks, geoteknik + miljøteknik

Afspærring/skiltning

| | A: | B:x | C: | D: |
|--|----|-----|----|----|
| A: Ingen B: Opsæt selv, f.eks. med kegler og bånd C: Sættes op af Boreafdelingen eller eksternt firma D: Vagtmand eller skiltevogn påkrævet (motorvej, bane osv.) | | | | |

Andre bemærkninger

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

DGF referenceblad 9 - bilag 1

FELTJOURNAL

Side 1 af 5

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----|
| Projekt No. / Navn | 12345, Mørke. Nordkysten 666 | | | | |
| Bor Nr. | B6 | Start Dato | 2014-08-08 | Felttekniker(e) | JWJ |
| Koordinatsystem | N/A | Øst | N/A | Nord | N/A |
| Reference Punkt | Terræn | Kote System | | Kote | N/A |
| Undersøgelsesudstyr | GEOFrigg | Boringstype | Geoteknik/Kerne | Projektleder | RSC |

| | | | | | |
|-------------|--|------------|-------------------------------|--|--|
| STOP | Dato | 2014-08-12 | | | |
| | Borings Dybde (m.u.Ref.) | 18,25 | Boring tør under borearbejdet | | |
| | Stop Årsag | Max dybde | Nej | | |
| | Noter til borearbejdet: | | | | |
| | Forgravet til 1.5 mut. B-rør på 1.8 => 2.0 tomt op. B-rør på 5,8 => 6,0 defekt op. B-rør på 6,8 => 7,0 tomt op. B-rør på 7,8 => 8,0 mut defekt op. B-rør opgivet pga lers fasthed. | | | | |

| Laggrænser | Dybde (m.u.Ref.) |
|------------|------------------|
| | |
| | |
| | 2,40 |
| | 2,70 |
| | 2,90 |
| | 3,95 |
| | 4,30 |
| | 11,40 |
| | 14,05 |

| Felt Prøve Beskrivelse / Laggrænser | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|----------|------------|---|-------------|--|
| Dybde Fra (m.u.Ref.) | Dybde Til (m.u.Ref.) | Løbe Nr. | Prøve Type | Felt Beskrivelse | Miljø Prøve | |
| 0,50 | | 1 | Pose | FYLD: LER, Brunt, sandet | Nej | |
| 1,00 | | 2 | Pose | FYLD: LER, Brunt, sandet | Nej | |
| 1,50 | | 3 | Pose | FYLD: LER, Brunt, sandet | Nej | |
| 2,00 | | 4 | Pose | FYLD: LER, Brunt, sandet | Nej | |
| 2,40 | | | | -----LAGGRÆNSE----- | | |
| 2,50 | | 5 | Pose | SAND, Gråt, fint/mellem, ibl. Skaldele (Gammel Havbund) | Nej | |
| 2,70 | | | | -----LAGGRÆNSE----- | | |
| 2,80 | 3,00 | 6A | B-Rør | LER, Grå, sandet | Nej | |
| 2,90 | | | | -----LAGGRÆNSE----- | | |
| 3,00 | | 6 | Pose | SAND, Gråt, fint, V.F | Nej | |
| 3,50 | | 7 | Pose | SAND, Gråt, fint, V.F | Nej | |
| 3,95 | | | | -----LAGGRÆNSE----- | | |
| 4,00 | | 8 | Pose | LER, Grå,kraftigt siltet, sandet, fugtig | Nej | |
| 4,30 | | | | -----LAGGRÆNSE----- | | |
| 4,50 | | 9 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, fast og tør | Nej | |
| 4,80 | 5,00 | 10A | B-Rør | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, fast og tør | Nej | |

FELTJOURNAL

Side 2 af 5

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----|
| Projekt No. / Navn | 12345, Mørke. Nordkysten 666 | | | | |
| Bor Nr. | B6 | Start Dato | 2014-08-08 | Felttekniker(e) | JWJ |
| Koordinatsystem | N/A | Øst | N/A | Nord | N/A |
| Reference Punkt | Terræn | Kote System | | Kote | N/A |
| Undersøgelsesudstyr | GEOFrigg | Boringstype | Geoteknik/Kerne | Projektleder | RSC |

Felt Prøve Beskrivelse / Laggrænser

| | Dybde Fra (m.u.Ref.) | Dybde Til (m.u.Ref.) | Løbe Nr. | Prøve Type | Felt Beskrivelse | Miljø Prøve |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------|------------|---|----------------|
| | 5,00 | | 10 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 5,50 | | 11 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, fast og tør | Nej |
| | 6,00 | | 12 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, fast og tør | Nej |
| | 6,50 | | 13 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, fast og tør | Nej |
| | 7,00 | | 14 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, fast og tør | Nej |
| | 7,50 | | 15 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 8,00 | | 16 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 8,50 | | 17 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 9,00 | | 18 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 9,50 | | 19 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 10,00 | | 20 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 10,50 | | 21 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 11,00 | | 22 | Pose | MORÆNELER, Grå, kraftigt sandet, stenet, tør og fast. | Nej |
| | 11,40 | | | | -----LAGGRÆNSE----- | |
| | 11,50 | | 23 | Pose | GRØNSANDSSAND, Grågrøn, fint, tørt. | Nej |
| | 12,00 | | 24 | Pose | GRØNSANDSSAND, Grågrøn, fint, tørt. | Nej |
| | 12,50 | | 25 | Pose | GRØNSANDSSAND, Grågrøn, fint, tørt. | Nej |
| | 12,50 | 12,95 | 25A | SPT Prøve | GRØNSANDSSAND, Grågrøn, fint, let V.F fra 12,5 mut. | Nej |
| | 13,00 | | 26 | Pose | GRØNSANDSSAND, Grågrøn, fint, let V.F | Nej |
| | 13,50 | | 27 | Pose | GRØNSANDSSAND, Grågrøn, fint, let V.F | Nej |
| | 14,00 | | 28 | Pose | GRØNSANDSSAND, Grågrøn, fint, let V.F | Nej |
| | 14,05 | | | | -----LAGGRÆNSE----- | |


| | | |
|--|--|--|
| Kode Definition til vinge | N: Værdi ikke registreret M: Max. værdi MS: Max. værdi - sten | S: Sten VD: Vinge defekt VR: Vinge afvist KN: Knas. |
|--|--|--|


Vingeforsøg


FELTJOURNAL

Side 4 af 5

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----|
| Projekt No. / Navn | 12345, Mørke. Nordkysten 666 | | | | |
| Bor Nr. | B6 | Start Dato | 2014-08-08 | Felttekniker(e) | JWJ |
| Koordinatsystem | N/A | Øst | N/A | Nord | N/A |
| Reference Punkt | Terræn | Kote System | | Kote | N/A |
| Undersøgelsesudstyr | GEOFrigg | Boringstype | Geoteknik/Kerne | Projektleder | RSC |

| | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|
| Løbe Nr. 30 | Dybde Fra (m.u.Ref.) 14,05 | Dybde Til (m.u.Ref.) 15,25 | Kerne L.(cm) 104 | Kerne % 87 | Kerne Kvalitet God | Tid (min) 40 |
|  | Kernebeskrivelse KALK Hvid, ibl flint | | | | | |
| | Bemærkninger | | | | | |
| | Stamme | | Skyllevand - Ned | | Skyllevand - Op | |
| Tryk (kg) | Hast. | Mæng. | Tryk | Mæng. | Farve | Iblanding |
| <i>Fra Til (rpm)</i> | | <i>(m3/t)</i> | <i>(Bar)</i> | <i>(m3/t)</i> | | |
| 0 3000 | 500,0 | 12,0 | 3,0 | 12,0 | hvid | kalkslam |

| | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|
| Løbe Nr. 31 | Dybde Fra (m.u.Ref.) 15,25 | Dybde Til (m.u.Ref.) 16,75 | Kerne L.(cm) 107 | Kerne % 71 | Kerne Kvalitet God | Tid (min) 33 |
|  | Kernebeskrivelse KALK Hvid, ibl flint | | | | | |
| | Bemærkninger Ibl bløde zoner | | | | | |
| | Stamme | | Skyllevand - Ned | | Skyllevand - Op | |
| Tryk (kg) | Hast. | Mæng. | Tryk | Mæng. | Farve | Iblanding |
| <i>Fra Til (rpm)</i> | | <i>(m3/t)</i> | <i>(Bar)</i> | <i>(m3/t)</i> | | |
| 3000 2000 | 500,0 | 12,0 | 3,0 | 12,0 | hvid | kalkslam |

| | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|
| Løbe Nr. 32 | Dybde Fra (m.u.Ref.) 16,75 | Dybde Til (m.u.Ref.) 18,33 | Kerne L.(cm) 139 | Kerne % 93 | Kerne Kvalitet God | Tid (min) 15 |
|  | Kernebeskrivelse KALK Hvid, ibl flint | | | | | |
| | Bemærkninger Bor stoppet | | | | | |
| | Stamme | | Skyllevand - Ned | | Skyllevand - Op | |
| Tryk (kg) | Hast. | Mæng. | Tryk | Mæng. | Farve | Iblanding |
| <i>Fra Til (rpm)</i> | | <i>(m3/t)</i> | <i>(Bar)</i> | <i>(m3/t)</i> | | |
| 2000 1200 | 500,0 | 12,0 | 3,0 | 12,0 | hvid | kalkslam |

Statistik for denne kerne boring:

Kerne boring (m): 4,20
 Prøve længde (m): 3,50
 Kerne procent (%): 83,33

Værktøj anvendt under borearbejdet

| Værktøj | Dybde Fra (m.o.Ref.) | Dybde Til (m.o.Ref.) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|
| Snegl | 0,00 | 14,05 |
| Kerneboring | 14,05 | 18,25 |
| Fræser | 14,05 | 14,05 |

FELTJOURNAL

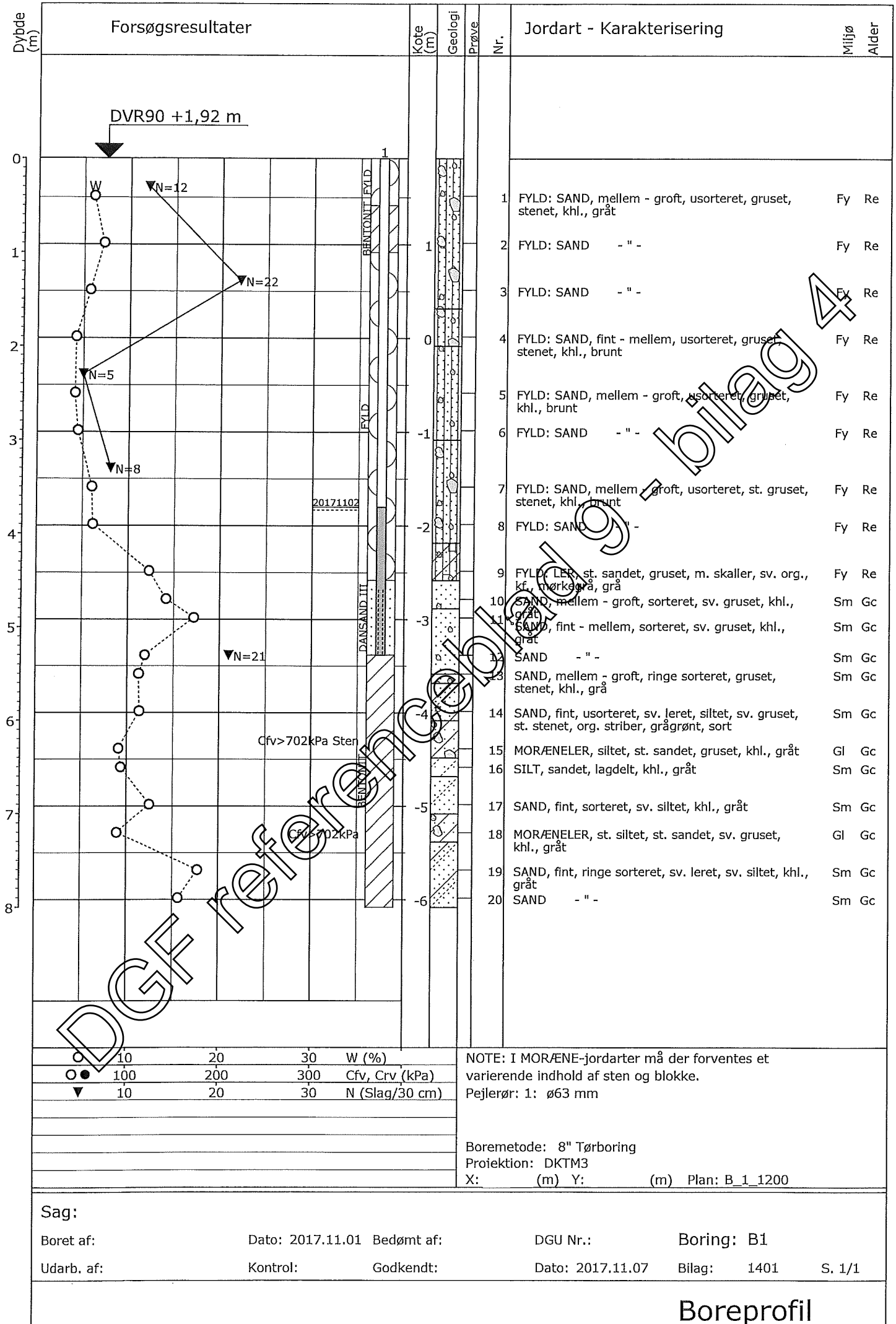
Side 5 af 5

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----|
| Projekt No. / Navn | 12345, Mørke. Nordkysten 666 | | | | |
| Bor Nr. | B6 | Start Dato | 2014-08-08 | Felttekniker(e) | JWJ |
| Koordinatsystem | N/A | Øst | N/A | Nord | N/A |
| Reference Punkt | Terræn | Kote System | | Kote | N/A |
| Undersøgelsesudstyr | GEOFrigg | Boringstype | Geoteknik/Kerne | Projektleder | RSC |

| | | | | | | | |
|------------------|--|------------|-----------|------------|--------|------|------|
| Filterrør | Negative værdi = over reference punkt / Positive værdi = under reference punkt | | | | | | |
| | Filterrør | Top Rør | Bund | Filter | Slidse | | |
| | Type | (m.u.Ref.) | Filter(m) | Længde (m) | (mm) | | |
| 2 | PVC | 32 | 0,10 | 4,00 | 4,00 | 1,00 | 0,30 |
| 1 | PEH | 63 | 0,15 | 17,75 | 17,75 | 2,00 | 0,30 |

| | | | | | | |
|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|--------|--|
| Indbyg | | | | | | |
| | Dybde Fra (m.u.Ref.) | Dybde Til (m.u.Ref.) | Indbyg Type | Mængde Definition | Mængde | |
| | 0,00 | 0,50 | Beton rør | Ingen | 0 | |
| | 0,50 | 1,00 | Dansand 3 (0.90-1.60 mm) | Sække | 1 | |
| | 1,00 | 2,40 | Bentonit | Sække | 2 | |
| | 2,40 | 4,20 | Dansand 3 (0.90-1.60 mm) | Sække | 4 | |
| | 4,20 | 14,05 | Bentonit | Sække | 17 | |
| | 14,05 | 18,25 | Dansand 3 (0.90-1.60 mm) | Sække | 4 | |

DGF referenceblad 9/2012



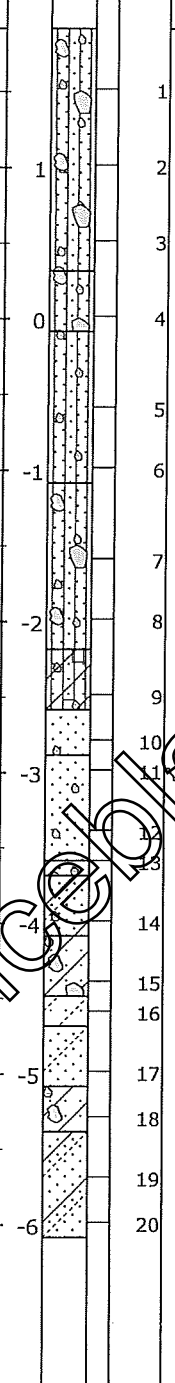
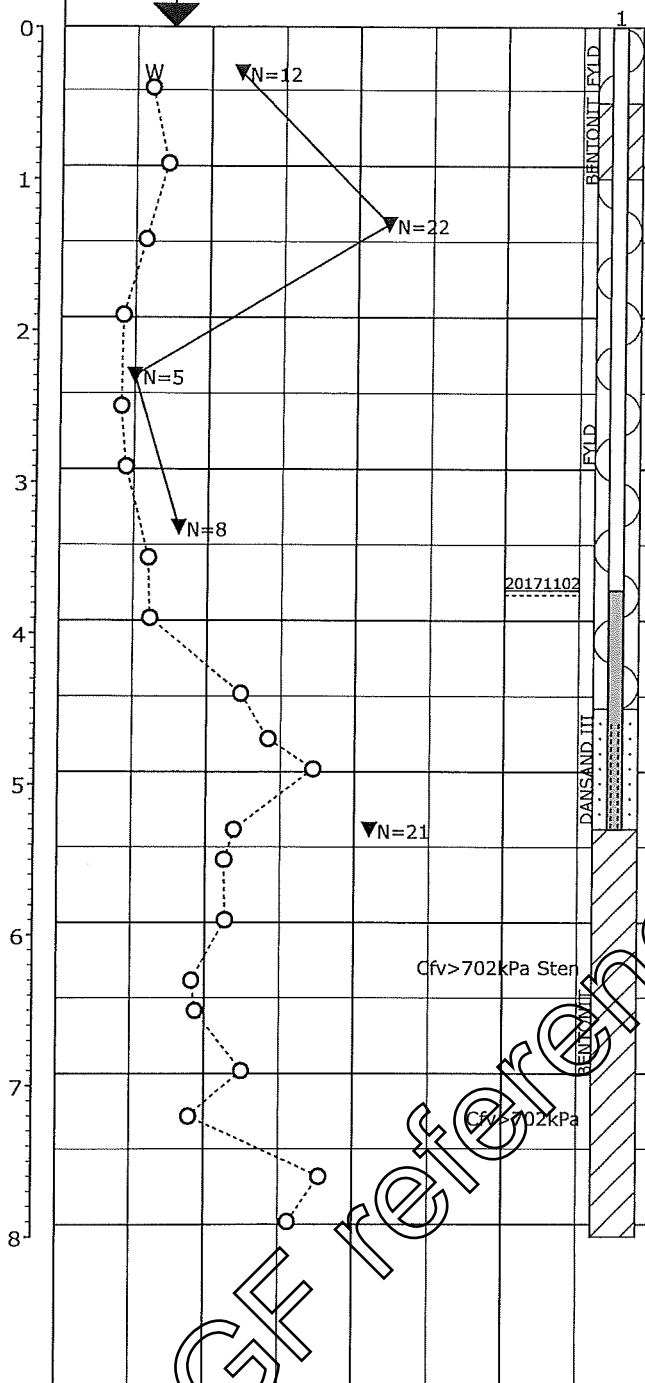
Forsøgsresultater

Kote (m) Geologi Prøve Nr.

Jordart - Karakterisering

Mijlø Alder

DVR90 +1,92 m



| | | | |
|----|--|----|----|
| 1 | FYLD: SAND, mellem - groft, usorteret, gruset, stenet, khl., gråt | Fy | Re |
| 2 | FYLD: SAND - " - | Fy | Re |
| 3 | FYLD: SAND - " - | Fy | Re |
| 4 | FYLD: SAND, fint - mellem, usorteret, gruset, stenet, khl., brunt | Fy | Re |
| 5 | FYLD: SAND, mellem - groft, usorteret, gruset, khl., brunt | Fy | Re |
| 6 | FYLD: SAND - " - | Fy | Re |
| 7 | FYLD: SAND, mellem - groft, usorteret, st. gruset, stenet, khl., brunt | Fy | Re |
| 8 | FYLD: SAND - " - | Fy | Re |
| 9 | FYLD: LER, st. sandet, gruset, m. skaller, sv. org., kf., mørkegrå, grå | Fy | Re |
| 10 | SAND, mellem - groft, sorteret, sv. gruset, khl., gråt | Sm | Gc |
| 11 | SAND, fint - mellem, sorteret, sv. gruset, khl., gråt | Sm | Gc |
| 12 | SAND - " - | Sm | Gc |
| 13 | SAND, mellem - groft, ringe sorteret, gruset, stenet, khl., grå | Sm | Gc |
| 14 | SAND, fint, usorteret, sv. leret, siltet, sv. gruset, st. stenet, org. striber, grågrønt, sort | Sm | Gc |
| 15 | MORÆNELER, siltet, st. sandet, gruset, khl., gråt | Gl | Gc |
| 16 | SILT, sandet, lagdelt, khl., gråt | Sm | Gc |
| 17 | SAND, fint, sorteret, sv. siltet, khl., gråt | Sm | Gc |
| 18 | MORÆNELER, st. siltet, st. sandet, sv. gruset, khl., gråt | Gl | Gc |
| 19 | SAND, fint, ringe sorteret, sv. leret, sv. siltet, khl., gråt | Sm | Gc |
| 20 | SAND - " - | Sm | Gc |

20171102

Cfv > 702 kPa Sten

Cfv > 702 kPa

| | | | | |
|---|-----|-----|-----|----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| ▼ | 10 | 20 | 30 | N (Slag/30 cm) |

NOTE: I MORÆNE-jordarter må der forventes et varierende indhold af sten og blokke.
Pejlerør: 1: ø63 mm

Boremetode: 8" Tørborring
Projektion: DKTM3
X: (m) Y: (m) Plan: B_1_1200

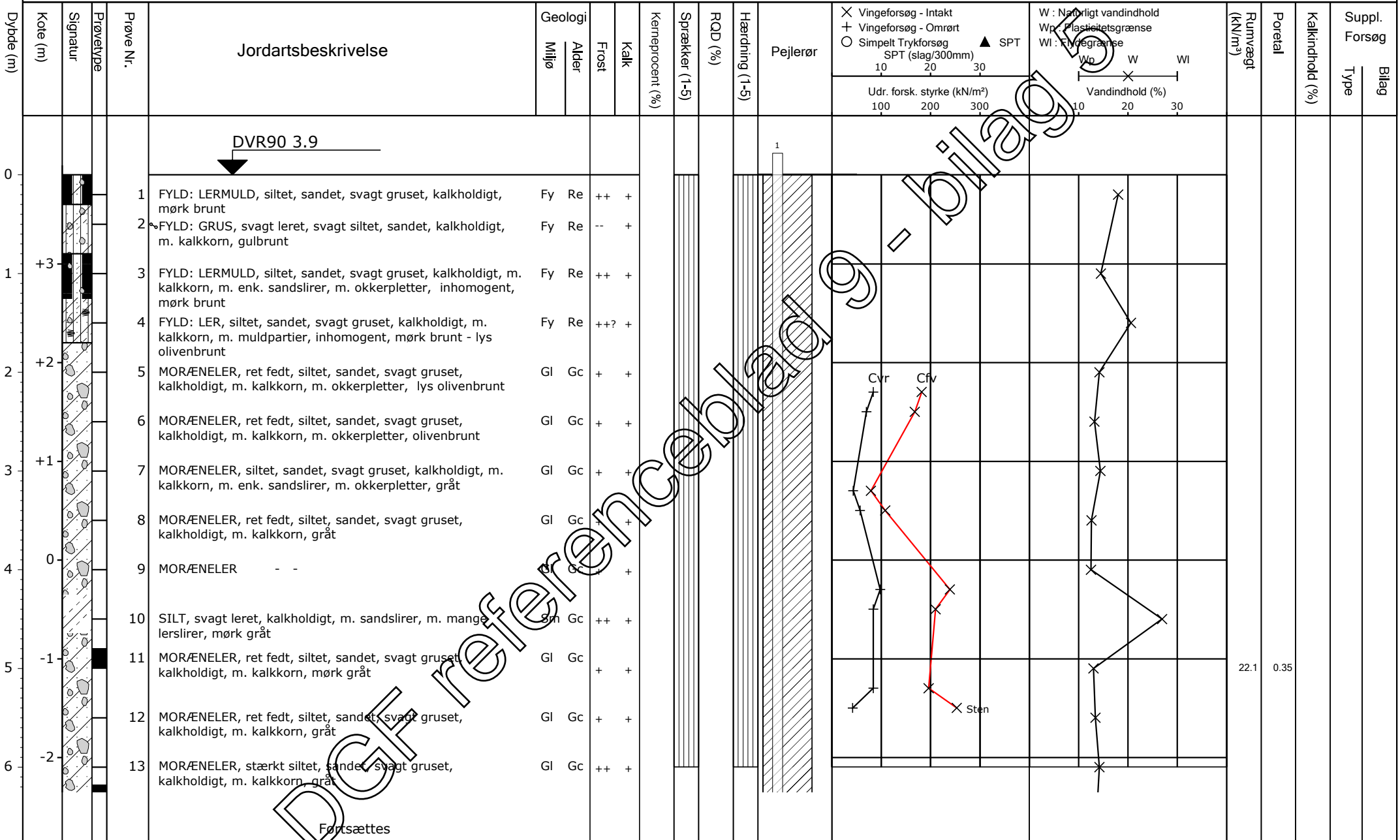
Sag:

Boret af: Dato: 2017.11.01 Bedømt af: DGU Nr.: Boring: B1
Udarb. af: Kontrol: Godkendt: Dato: 2017.11.07 Bilag: 1401 S. 1/1

Boreprofil

BORING NR. 09-G2V

Køge. USK



Fortsættes

Koordinatsystem : DKTM3S
 Koordinater :
 Kommentarer :

Boret : Geo TBH/CLK
 Dato : 2015-01-05
 Geologi : CSL/VIJ

Projekt : 38047 Køge. USK

DGU nr.:

Boring : 09-G2V

Rapport : 1

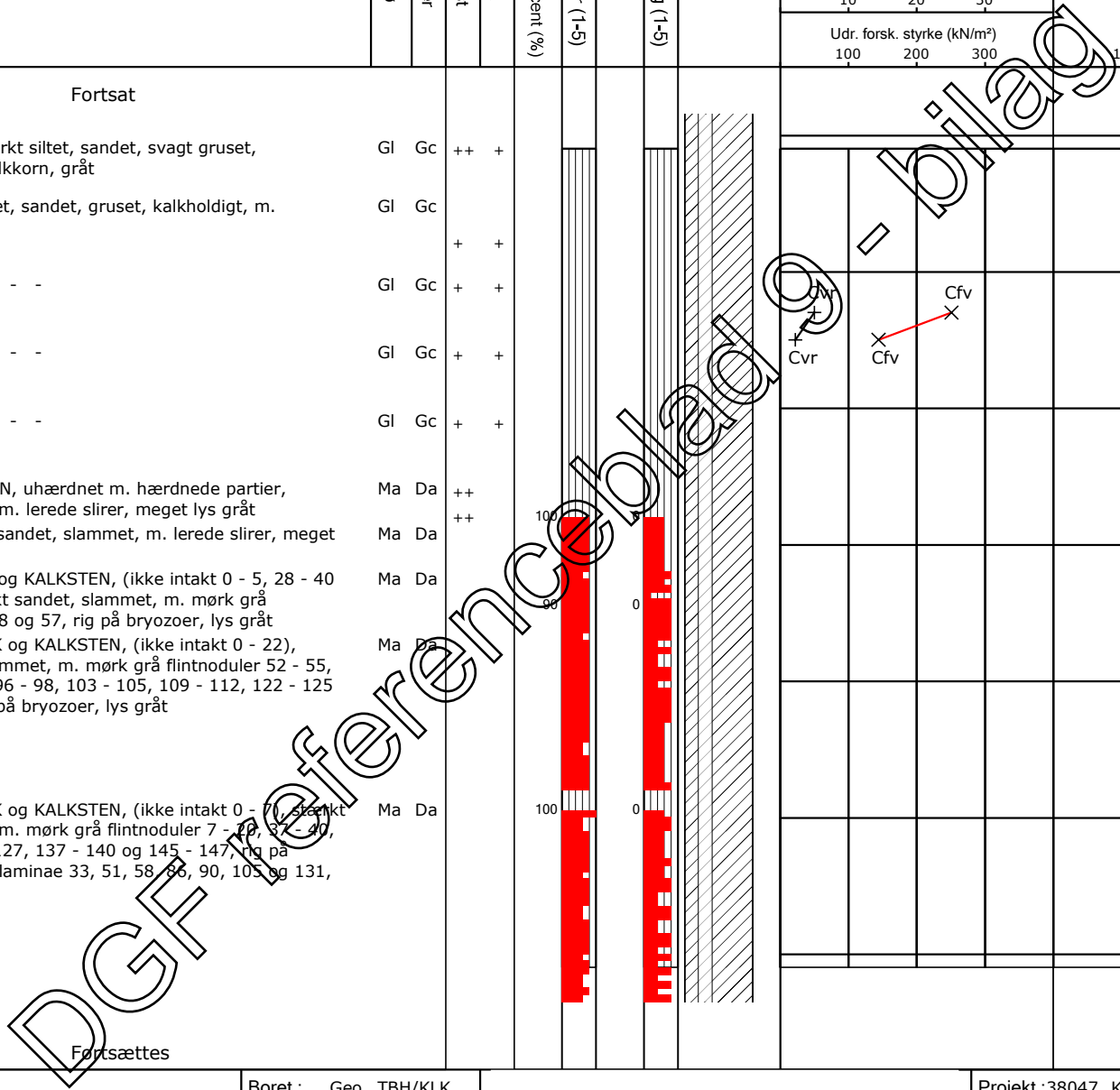
Bilag : 1.B9

S. 1/3

BORING NR. 09-G2V

Køge. USK

| Dybde (m) | Kote (m) | Prøve Nr. | Jordartsbeskrivelse | Geologi | | | Kerneprocent (%) | Sprækker (1-5) | ROD (%) | Hærdning (1-5) | Pejlerør | Vingeforsøg | | W : Nærligt vandindhold | | Rumvægt (kN/m ³) | Poretal | Kalkindhold (%) | Suppl. Forsøg | | |
|-----------|----------|-----------|---|---------|-------|-------|------------------|----------------|---------|----------------|----------|-------------|---|-------------------------|----|------------------------------|---------|-----------------|---------------|------|-------|
| | | | | Millio | Alder | Frost | | | | | | Kalk | X | + | Wp | | | | Wl | Type | Bilag |
| Fortsat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | -2 | 13 | MORÆNELER, stærkt siltet, sandet, svagt gruset, kalkholdigt, m. kalkkorn, gråt | Gl | Gc | ++ | + | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 14 | MORÆNELER, siltet, sandet, gruset, kalkholdigt, m. kalkkorn, gråt | Gl | Gc | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | -3 | 15 | MORÆNELER | Gl | Gc | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 16 | MORÆNELER | Gl | Gc | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | -4 | 17 | MORÆNELER | Gl | Gc | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 18 | KALK og KALKSTEN, uhærdnet m. hærdnede partier, sandet, slamm, m. lerede slirer, meget lys gråt | Ma | Da | ++ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | -5 | 19 | KALK, uhærdnet, sandet, slamm, m. lerede slirer, meget lys gråt | Ma | Da | ++ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 20 | KALK, uhærdnet, sandet, slamm, m. lerede slirer, meget lys gråt | Ma | Da | ++ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 21 | 0 - 65 cm: KALK og KALKSTEN, (ikke intakt 0 - 5, 28 - 40 og 60 - 65), stærkt sandet, slamm, m. mørk grå flintnoder 23 - 28 og 57, rig på bryozoaer, lys gråt | Ma | Da | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 21 | 0 - 135 cm: KALK og KALKSTEN, (ikke intakt 0 - 22), stærkt sandet, slamm, m. mørk grå flintnoder 52 - 55, 64 - 69, 85 - 88, 96 - 98, 103 - 105, 109 - 112, 122 - 125 og 131 - 133, rig på bryozoaer, lys gråt | Ma | Da | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | -6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | -7 | 22 | 0 - 150 cm: KALK og KALKSTEN, (ikke intakt 0 - 7), stærkt sandet, slamm, m. mørk grå flintnoder 7 - 20, 37 - 40, 102 - 103, 123 - 127, 137 - 140 og 145 - 147, rig på bryozoaer, m. pyritlaminae 33, 51, 58, 66, 90, 105 og 131, lys gråt | Ma | Da | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | -8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Koordinatsystem : DKTM3S | Boret : Geo TBH/CLK | Projekt : 38047 Køge. USK |
| Koordinater : | Dato : 2015-01-05 | DGU nr. : Boring : 09-G2V |
| Kommentarer : | Geologi : CSL/VIJ | Rapport : 1 Bilag : 1.B9 S. 2/3 |

BORING NR. 09-G2V

Køge. USK

| Dybde (m) | Kote (m) | Prøve Nr. | Jordartsbeskrivelse | Geologi | | Kalk | Kerneprocent (%) | Sprækker (1-5) | RQD (%) | Hærdning (1-5) | Pejlerør | SPT | | W: Naturligt vandindhold Wp: Plastisitetsgrænse Wl: Flydegrænse | Rumvægt (kN/m ³) | Poretal | Kalkindhold (%) | Suppl. Forsøg | | |
|-----------|----------|-----------|--|---------|-------|------|------------------|----------------|---------|----------------|----------|-------|---|---|------------------------------|---------|-----------------|-----------------|------|-------|
| | | | | Miljø | Alder | | | | | | | Frost | Udr. forsk. styrke (kN/m ²) | | | | | Vandindhold (%) | Type | Bilag |
| | | | Fortsat | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -8 | 23 | 0 - 150 cm: KALK og KALKSTEN, (ikke intakt 5 - 20, 68 - 75, 82 - 118 og 133 - 138), stærkt sandet, slammert, m. mørk grå flintnoder 41 - 43, 50 - 52 og 78 - 82, rig på bryozoaer, m. pyritholdigt laminae 61, 89, 131 og 145, lys gråt | Ma | Da | | 100 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| | -9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -10 | 24 | 0 - 150 cm: KALK og KALKSTEN, (ikke intakt 0 - 11 og 138 - 147), stærkt sandet, slammert, m. mørk grå flintnoder 12 - 16, 30, 45 - 49, 55, 72 - 78, 120 - 122 og 135 - 138, m. lerlag 110 - 112, rig på bryozoaer, m. pyritholdigt laminae 5, 36, 40, 52, 60, 88, 92, 98, 114 og 149, lys gråt | Ma | Da | | 100 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| | -11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -12 | 25 | 0 - 150 cm: KALK og KALKSTEN, stærkt sandet, slammert, m. mørk grå flintnoder 20 - 21, 25 - 42, 80 - 83, 111 - 115 og 131 - 138, rig på bryozoaer, m. pyritholdigt laminae 20, 23, 50, 57, 63, 73, 93, 103, 122, 130 og 147, lys gråt | Ma | Da | | 100 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| | -13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -14 | | I MORÆNE-jordarter må der forventes et varierende indhold af sten og blokke | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Koordinatsystem : DKTM3S

Koordinater :

Kommentarer :

Boret : Geo TBH/CLK

Dato : 2015-01-05

Geologi : CSL/VIJ

Projekt : 38047 Køge. USK

DGU nr.:

Rapport : 1

Boring : 09-G2V

Bilag : 1.B9

S. 3/3