

# KRAVSPECIFIKATION

---

## JORDBUNDSUNDERSØGELSER TIL ANLÆGSARBEJDE, KRAV TIL UDFØRELSE

Rev.	Revisionsdato	Emne (ændring)
0	-	Første udgivelse
1	-	-
2	28.11.2017	-
3	26.08.2020	Generel opdatering af hele kravspecifikationen
4	12.12.2021	Kun opdatering af bilag 3
5	06.12.2023	Generel opdatering af hele kravspecifikationen

# KRAVSPECIFIKATION

---

## Indholdsfortegnelse

1.	Indhold og anvendelse .....	5
1.1	Gyldighedsområde.....	5
1.2	Love og bekendtgørelser .....	6
1.3	Normer, standarder m.m.....	6
1.4	Kvalitetsledelse .....	8
1.5	Arbejds miljø .....	8
2.	Planlægning og projektering .....	9
2.1	Standard typer af boringer og undersøgelser .....	9
2.2	Navn og nummer på boringer .....	9
3.	Udførelse .....	10
3.1	Praktiske forhold .....	10
3.1.1	Trafikale foranstaltninger .....	11
3.1.2	Arbejdsområde og adgangsforhold .....	11
3.1.3	Verifikation af eksisterende ledninger og kabler.....	12
3.1.4	Vandforsyning.....	12
3.1.5	Boringsafslutning .....	13
3.1.6	Boringsindmåling .....	13
3.1.7	Løbende orientering af HOFOR .....	13
3.2	Myndigheder og tilladelser .....	14
3.2.1	Udførelse og sløjfning af boringer .....	14
3.2.2	Ansøgning om tilladelse til og anmeldelse af boringer.....	14
3.2.3	Gravetilladelse .....	15
3.2.4	Tilslutningstilladelse .....	15
3.2.5	Støj, vibrations- og støvfrembringende aktiviteter .....	16
3.2.6	Opboret materiale .....	16
3.3	Boret teknik.....	16
3.3.1	Foret boring .....	16
3.3.2	Tørrotation/slagboring.....	16
3.3.3	Kerneboring .....	16
3.3.4	DTH boring .....	17
3.3.5	Registrering af vandspejl og tilførsel af vand.....	17
3.4	Fremdrift i hårde lag.....	18
3.4.1	Fræsning .....	18

## KRAVSPECIFIKATION

---

3.4.2	Registrering af tidsforbrug og stenethed .....	19
3.5	Geotekniske in situ forsøg .....	21
3.5.1	Vingeforsøg .....	21
3.5.2	SPT .....	21
3.6	Prøvetagning .....	23
3.6.1	Omrørte prøver .....	23
3.6.2	Intakte prøver .....	25
3.6.3	Kerneprøver .....	26
3.6.4	Jordprøver miljø .....	27
3.6.5	Vandprøver miljø .....	27
3.7	Filtersætning .....	28
3.8	Hydrogeologi, monitoring og pumpeforsøg .....	29
3.8.1	Registrering af grundvandsspejl .....	29
3.8.2	Pumpeforsøg .....	30
3.8.3	Boringsudvikling .....	32
3.9	Borehulslogning .....	<b>Fejl! Bogmærke er ikke defineret.</b>
3.10	Laboratoriearbejde .....	33
3.10.1	Geologisk prøvebeskrivelse .....	36
3.10.2	Mineralogisk beskrivelse .....	37
3.10.3	Fotos af kerner/prøver .....	39
3.10.4	Klassifikationsforsøg .....	40
3.10.5	Indeksforsøg .....	41
3.10.6	Avancerede laboratorie forsøg .....	43
3.10.7	Slidforsøg .....	46
3.10.8	Slake durability forsøg .....	47
3.10.9	Miljøanalyser, jord og vand .....	47
3.11	Sonderingsundersøgelser .....	48
3.12	Geoteknisk tilsyn ved udførelse af anlægsprojekter .....	48
4.	Rapportering .....	49
4.1	Datarapport .....	49
4.2	Geoteknisk undersøgelse .....	49
4.3	Hydrogeologisk undersøgelse .....	49
4.4	Miljøteknisk undersøgelse .....	50
4.5	Borehulslogning .....	50
4.6	Levering af data i elektronisk format .....	51

## KRAVSPECIFIKATION

---

4.7	Markjournaler.....	52
4.8	Vurderingsrapport.....	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

### Bilag

Bilag 1 Standard typer af boringer (JOR 101 B1)

Bilag 2 Borehulslogning (JOR 101 B2)

Bilag 3 Filtersætning (JOR 101 B3)

Bilag 4 Boringsafslutninger (JOR 101 B4)

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1. Indhold og anvendelse

### 1.1 Gyldighedsområde

Denne kravspecifikation omhandler krav til udførelse af geotekniske, hydrogeologiske og miljøtekniske undersøgelser for anlægsprojekter i HOFOR:

#### **JOR 101 Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde, krav til udførelse**

Metoder og krav til udførelse af undersøgelserne er baseret på etableret fagteknisk praksis til udførelse af undersøgelser for såvel mindre som større anlægsprojekter i Hovedstadsområdet. Kravspecifikationen er tænkt som en "Almindelig arbejdsbeskrivelse", som i det konkrete projekt skal suppleres, og eventuelt fraviges. Dette sker i projekt- eller udbudsmaterialet, herunder SAB, hvor undersøgelsesomfang vil være nærmere beskrevet.

Medmindre andet fremgår af kravspecifikationen, skal alle ansøgninger, anmeldelser, kontakt til myndighed og lignende udføres af HOFOR.

Kravspecifikationen dækker foruden ovennævnte ligeledes følgende aktiviteter under udførelse af anlægsprojekter:

- Laboratoriearbejde for udførelse af analyser, på prøver udtaget under udførelse og inspektion af bundforhold ved anlægsprojekter, til verificering af trufne egenskaber ved bundforholdene. Der henvises til TUN101 Tunnelering og til TUN102 Byggegruber og skakte. JOR 102 Anlægsarbejder og projektgrundlag og til JOR 103 Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde
- Borearbejde og hydrauliske tests ved udførelse af anlæg for grundvandshåndtering (herunder pumpe-, pejle- og reinfiltrationsboringer samt diverse pumpeforsøg). Der henvises til kravspecifikation TUN 103, Grundvandshåndtering.
- Borearbejde for installation af instrumenter til geoteknisk overvågning (herunder instrumenter i jord og kalk, som ekstensometre og inklinometre). Der henvises til TUN 104, Monitering og Bygningsrisikoanalyse.

Kravspecifikationerne dækker ikke udførelse af boringer for vandforsyning. For boringer, der etableres på eller i nærheden af HOFORs vandforsyning skal der tages hensyn på særlige krav i KIL102.

Afhængigt af projekt type og aktuelle jordbundsforhold kan indholdet til og sammensætningen af en undersøgelse variere. Planlægning af undersøgelser samt tolkning og vurdering af undersøgelser er ikke beskrevet i ovennævnte dokumenter. Der henvises i stedet til følgende separate kravspecifikationer.

Krav og retningslinjer til planlægning af undersøgelser

#### **JOR 102 Anlægsarbejder og geoteknisk projektgrundlag**

Krav og retningslinjer til udførelse af undersøgelsesrapporter og udarbejdelse af GBR:

# KRAVSPECIFIKATION

---

## *JOR 103 Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde* Love og bekendtgørelser

Nedenfor er listet love og bekendtgørelser, som indeholder bestemmelser med særlig relevans for kravspecifikationens område. Listen er ikke udtømmende.

Det understreges, at alle gældende love og bekendtgørelser (seneste version/udgave) skal overholdes, uanset om de ikke er nævnt i nærværende specifikation eller måtte være ændret/revideret.

- LOV nr. 1520 af 27/12/2014 Lov om offentlige veje mv.
- LBK nr. 118 af 22/02/2018 Bekendtgørelse af lov om vandforsyning mv.
- LBK nr. 206 af 15/03/2018 Bekendtgørelse af lov om registrering af ledningsejere
- LBK nr. 282 af 27/03/2017 Bekendtgørelse af lov om forurennet jord
- LBK nr. 358 af 08/04/2014 Bekendtgørelse af museumsloven
- LBK nr. 1084 af 19/09/2017 Bekendtgørelse af lov om arbejdsmiljø
- LBK nr. 1178 af 23/09/2016 Bekendtgørelse af byggeloven
- LBK nr. 1218 af 25/11/2019 Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse
- LBK nr. 1234 af 04/11/2015 Bekendtgørelse af lov om private fællesveje
- BEK nr. 844 af 23/06/2017 Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter
- BEK nr. 915 af 27/06/2016 Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører borer og brønde på land
- BEK nr. 1260 af 28/10/2013 Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af borer og brønde på land
- BEK nr. 1452 af 07/12/2015 Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord
- BEK nr. 1473 af 17/12/2019 Bekendtgørelse om registrering af ledningsejere og udlevering af ledningsoplysninger gennem Ledningsejerregistret

## 1.2 Normer, standarder m.m.

Nedenfor nævnte normer og standarder m.m. i seneste version gælder i relation til denne kravspecifikation med de tilføjelser og fravigelser, som fremgår af projekt- eller udbudsmaterialet.

Vejledninger i de nævnte normer, standarder m.m. skal betragtes som krav medmindre andet er nævnt i projekt- eller udbudsmaterialet. Specifikationer angivet i Eurocodes og ISO-standarder vejer tungest, medmindre andet er angivet nedenfor eller i projekt- og udbudsmaterialet.

Eurocodes:

- DS/EN 1997-1:2007 Eurocode 7: Geoteknik – Del 1: Generelle regler
- DS/EN 1997-2/AC:2011 Eurocode 7: Geoteknik – Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning
- DS/EN 1997-1 DK NA:2020 Nationalt annekst til Eurocode 7: Geoteknik – Del 1: Generelle regler
- DS/EN 1997-2 DK NA:2013 Nationalt annekst til Eurocode 7: Geoteknik – Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning

Standarder og retningslinjer:

## KRAVSPECIFIKATION

---

- ASTM D7263 – 09(2018)e2 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density (Unit Weight) of Soil Specimens
- ASTM D7012-14e1: 2017 Standard Test Methods for Compressive Strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens under Varying States of Stress and Temperatures
- ASTM D3967-16: Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Intact Rock Core Specimens
- ASTM D4186/D4186M – 12e1:2014 Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Saturated Cohesive Soils Using Controlled-Strain Loading
- ASTM D4644 – 16 Standard Test Method for Slake Durability of Shales and Other Similar Weak Rocks
- Axial strain-rate  $\dot{\epsilon}_{ref}$  for udrænnet triaksialforsøg (B=1), Ole von Steensen Bach, 2019
- BS 1377-3:2018 Methods of test for soils for civil engineering purposes. Chemical and electro-chemical testing
- Dgf-Bulletin 14 (1999): Felthåndbogen
- Dgf-Bulletin 14 (1999), Referenceforsøg for vingeforsøg
- Dgf-Bulletin 1 (2009): Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse
- Dgf-Bulletin 15: Laboratoriehåndbogen, afsnit 3.6, Relativ lejringstæthed
- DS/EN ISO 14688-1:2018 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Identifikation og klassifikation af jord – Del 1: Identifikation og beskrivelse
- DS/EN ISO 14688-2:2018 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Identifikation og klassifikation af jord – Del 2: Principper for klassifikation
- DS/EN ISO 14689:2018: Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Identifikation og klassifikation af fjeld – Del 1: Identifikation og beskrivelse
- DS/EN ISO 17892-1:2014 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Laboratorieprøvning af jord – Del 1: Bestemmelse af vandindhold
- DS/EN ISO 17892-2:2014 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Laboratorieprøvning af jord – Del 2: Bestemmelse af massefylde
- DS/EN ISO/TS 17892-4:2016 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Laboratorieprøvning af jord – Del 4: Bestemmelse af kornstørrelsesfordeling
- DS/EN ISO 17892-12:2018 Geoteknisk undersøgelse og prøvning Laboratorieprøvning af jord - Del 12: Bestemmelse af flyde- og plasticitetsgrænser
- DS/EN ISO 17892-7:2018 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Laboratorieprøvning af jord – Del 7: Simpelt trykforsøg med uhindret sideudvidelse
- DS/EN ISO 17892-5:2017 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Laboratorieprøvning af jord – Del 5: Konsolideringsforsøg med trinvis belastning
- DS/EN ISO 17892-9:2018 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Laboratorieprøvning af jord – Del 9: Konsolideret triaksial trykprøvning på vandmættet jord
- Forsøgshastighed ved UCS forsøg på moræneler og kalk, GEO 203913\_T2\_V1\_2020-01-13
- ISO 22476-3:2005 + ISO 22476-3/A1:2011 Geoteknisk undersøgelse og prøvning - Driftsprøvning - Del 3: Standard penetrationstest
- Kravspecifikation for udførelse af geofysisk borehulslogning i forbindelse med den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning, GEUS, 2010
- ISRM Suggested Method for Determining the Abrasivity of Rock by the Cerchar Abrasivity Test, Alber et al. 2014
- New test methodology for estimating the abrasiveness of soils for TBM tunneling, Nilsen et al 2007, RETC Proceedings, 104-116
- NF-P18-579:2013 Granulats – Détermination des coefficients d'abrasivité et de broyabilité

# KRAVSPECIFIKATION

---

- prVI 99-11:2013 Bestemmelse af kalkindhold
- prVI 99-9:2010 Glødetab  
Vejledning om boringer på land, 2013, Naturstyrelsen

## 1.3 Kvalitetsledning

Den udførende skal anvende et i henhold til internationale standarder anerkendt kvalitetsstyringssystem.

Ved fravigelse forstås en planlagt og nøje overvejet ændring i forhold til kravspecifikationen, som er accepteret af HOFOR.

Ved afvigelse forstås en ikke planlagt eller ikke overvejet ændring i forhold til kravspecifikationen eller til den projektspecifikke SAB, som på grund af fejl eller ikke tiltænkt grund er opstået, og at forholdet ikke kan bringes til opfyldelse af kravspecifikationen. En afvigelse skal beskrives i en afvigerapport med hensyn til afvigelsens karakter og årsag, forslag til afhjælpende foranstaltninger og konsekvens af forslaget på kort og lang sigt, såvel tidsmæssigt som økonomisk.

## 1.4 Arbejdsmiljø

Det påhviler den udførende entreprenør til stadighed at overholde gældende love, bekendtgørelser, regler etc. for arbejdsmiljø under arbejdets planlægning og udførelse, herunder at sikre tilstedeværelse og acceptabel stand af egnede, personlige værnemidler.

Det er entreprenørens ansvar, at værnemidler afspejler områdets forventede forurening (V1 eller V2 kortlagt område), såvel under markarbejdet som i laboratoriet under håndtering og behandling af jord- og vandprøver.

Entreprenøren skal sikre, at medarbejdere anvender personlige værnemidler, herunder at det nødvendige sikkerhedsudstyr anvendes, eksempelvis under udsyring af boringer.

Ved brug af radioaktive kilder under eksempelvis geofysisk borehulslogging skal alle forskrifter givet af Sundhedsstyrelsen, Strålebeskyttelse (SIS) for så vidt angår transport, anvendelse og opbevaring af radioaktive kilder ubetinget overholdes. Ydermere skal forskrifter for afspærring af arbejdsområde og sikkerhedsafstande til offentligt tilgængelige områder overholdes.

Entreprenøren skal senest 7 dage før brug af radioaktive kilder, meddele HOFOR arbejdsmiljø om navn og telefonnummer på entreprenørens strålingsansvarlige samt hvor og hvornår arbejdet skal udføres.

I tilfælde af uheld, som involverer radioaktiv stråling/kilder, skal såvel Sundhedsstyrelsen, Strålebeskyttelse (SIS) Statens Institut for Strålehygiejne (SIS) samt HOFOR Arbejdsmiljø altid kontaktes på:

Sundhedsstyrelsen, Strålebeskyttelse (SIS)  
Knapholm 7  
2730 Herlev  
[sis@sis.dk](mailto:sis@sis.dk)



# KRAVSPECIFIKATION

---

Telefon: 72 22 74 00

Døgnvagt: 44 94 37 73 (ved uheld med radioaktive stoffer og stråling)

Fax: 72 22 74 17

HOFOR A/S

Ørestads Boulevard 35

2300 København S

[arbejdsmiljoe@hofor.dk](mailto:arbejdsmiljoe@hofor.dk)

## 2. Planlægning og projektering

Standard typer af boringer og undersøgelser er beskrevet i afsnit 2.1 nedenfor samt i Bilag B1. Bemærk, at krav til betegnelser for boringstyper med numrene 1 – 9 samt 0, indgår i den valgte metode for nummerering af boringer. Disse skal benyttes ved udførelse af borearbejde efter nærværende kravspecifikation JOR 101 på HOFORs anlægsprojekter.

### 2.1 Standard typer af boringer og undersøgelser

På alle HOFORs projekter refereres til følgende typer af boringer, som grundlæggende finder anvendelse ved geotekniske, hydrogeologiske og miljøtekniske undersøgelser, ved grundvandhåndtering samt til monitoringsformål:

- Type 1, Geoteknisk boring i jord
- Type 2, Geoteknisk boring i jord til top af intakt kalk, dvs. min. 0,5 m i kalk
- Type 3, Geoteknisk boring i jord med kerneboring i kalk
- Type 4, Pejleboring (monitoring)
- Type 5, Pumpeboring/-sump
- Type 6, Re-infiltrationsboring
- Type 7, Miljøteknisk forklassificeringsboring
- Type 8, Miljøteknisk boring
- Type 9, Instrumenteringsboring

For undersøgelser ikke udført ved borearbejde, men eksempelvis sonderinger, vandstandsmålinger i havneløb etc., anvender HOFOR generelt betegnelsen:

- Type 0, Anden undersøgelse

For yderligere oplysninger og detaljering af de respektive typer henvises til Bilag 1 (JOR 101 B1).

### 2.2 Navn og nummer på boringer

Navngivning af boringer skal følge en standard metode beskrevet nedenfor. Den gælder for alle typer af boringer (og for type 0, anden undersøgelse) udført på HOFORs projekter, og skal anvendes i alle faser, inklusiv planlægnings-, projekterings- og udførelsesfaser.

# KRAVSPECIFIKATION

---

Der skal navngives med:

[projekt] [nummer] [fase] [type]

Eksempelvis som:

XXX001p2 eller XXX001u2

Hvor:

XXX	Forkortelse for projektet, eksempelvis SST (store bogstaver)
1	Serienummer af boring/undersøgelse indenfor projektet, 1, 2, 3 osv.
p	Gives for udførelse af borearbejde i projekterings-/planlægningsfase (lille bogstav p)
u	Gives for udførelse af borearbejde i projektets udførelsesfase (lille bogstav u)
2	Type nr. 1 – 9 for boringer og Type nr. 0 for andre undersøgelser

Bemærk, at fortløbende rækkefølge af serienummer gælder gennem alle projektfaser, herunder projekterings- og/eller planlægnings- og udførelsesfase, for herved at have unikke serienumre for alle boringer og/eller andre undersøgelser på samme projekt.

HOFOR stiller ikke krav om, at alle serienumre i et projekt skal benyttes. Et nummer kan udgå, hvis en boring må opgives eller boringer for grundvandshåndtering i udførelsesfasen tildeles f.eks. serienumre 101- for skakt/byggeplads XXX, 201- for skakt/byggeplads YYY etc.

De respektive typer af boringer har som udgangspunkt forskellige formål, men kan kombineres så flere formål opfyldes med/i samme boring. En geoteknisk kerneboring, der tillige filtersættes til anvendelse som pumpeboring, skal eksempelvis gives type "35". Bemærk, at typenumre altid anføres med stigende typenummerering.

## 3. Udførelse

### 3.1 Praktiske forhold

Nærværende afsnit beskriver forhold, entreprenøren skal være særlig opmærksom på i forbindelse med udførelse af det udbudte arbejde, for at sikre en så gnidningsfri gennemførelse og løbende planlægning af undersøgelsen som muligt over for offentlige myndigheder, ledningsejere, borgere og daglige brugere af områder.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Den udførende entreprenør skal løbende holde HOFOR opdateret om fremdrift, tekniske udfordringer etc., således at HOFOR og HOFORs rådgiver bedst muligt kan vurdere behovet for yderligere undersøgelser og eventuelt justere i det planlagte program.

### 3.1.1 Trafikale foranstaltninger

Entreprenøren er ansvarlig for, at færdselsregulerende foranstaltninger til enhver tid lever op til gældende regler og i øvrigt til enhver tid opfylder politiets, vejmyndighedens og HOFORs tilsyns anvisninger.

HOFOR er berettiget til at lade eventuelle mangler udbedre ved anden entreprenør, på entreprenørens regning.

Entreprenøren skal etablere alle midlertidige ramper og belægninger for trafikafviklingen.

Ved arbejdets ophør i de enkelte delområder skal entreprenøren omgående, specielt i områder for parkering og plads-/adgangsarealer for daglige brugere, retablere området og fjerne de midlertidige trafikforanstaltninger.

### 3.1.2 Arbejdsområde og adgangsforhold

Arbejdsområder overtages af entreprenøren, som de henligger ved entreprisens overdragelse.

Både før og efter borearbejde, som ikke skal udføres på vej med fast belægning såsom asfalt og/eller fliser, skal arbejdsområdet og adgangsvejen hertil fotoregistreres for stand og eventuelle skader. Fotoregistreringen udføres af entreprenøren. Fotoregistreringen gælder for eksempel borearbejde på grønne arealer, i parker, på såvel offentlig som privat matrikel samt på stier/adgangsveje beregnet til fodgængere og lette køretøjer.

Det er entreprenørens ansvar, at arbejdsområder og adgangsveje afleveres i samme stand som modtaget, at renholde disse, om nødvendigt flere gange dagligt, samt sørge for passende, nødvendig indretning af arbejdsområdet for at sikre mod hærværk, tyveri osv. skader på arbejdsområder og adgangsveje etc. skal udbedres af entreprenøren.

Alle berørte lodsejere, lejere og brugere skal til enhver tid have en efter HOFORs tilsyns og myndighedernes bestemmelser tilfredsstillende adgang til ejendomme, butikker og andre bygninger. Ligeledes skal der til hver en tid være adgang til ejendomme for udrykningskøretøjer, lægebesøg, renovationsvogne, leverancer og lignende.

Eventuelle interimsbelægninger skal udføres jævne og vel afvandede uden forringede trafikale forhold for handicappede (kørestolsbrugere, svagtseende mv.).

Hvis varsling er påkrævet, skal entreprenøren ved opslag senest 1 uge før undersøgelsens igangsætning varsle beboere, butiksejere osv. om arbejdets art, konsekvenser og varighed af arbejdet. Opslaget skal godkendes af HOFORs tilsyn, akkurat som HOFORs tilsyn oplyser området for opsætning/uddeling af opslag. Fra projektside kan HOFOR vælge selv at foretage varsling. Dette specificeres (hvis tilfældet) i SAB.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **3.1.3 Verifikation af eksisterende ledninger og kabler**

Entreprenøren skal være bekendt med den nøjagtige placering og det nøjagtige antal ledninger og kabelanlæg inden for entrepriseområdet, herunder luftledninger, og forud for borearbejdet søge relevante ledningsplaner i LER (Ledningsejerregisteret) og hos andre relevante ledningsejere, herunder på private matrikler. Entreprenøren skal være i besiddelse af gyldig kvittering fra LER.

Om nødvendigt skal entreprenøren lade ledninger påvise i marken af ledningsejer, bl.a. for til enhver tid at overholde krævede respektafstande.

Det bemærkes, at signal- og belysningskabler ofte tilhører vejkassen, hvorfor disse ikke nødvendigvis fremgår af LER, men skal søges i kommunens ledningsarkiv.

Entreprenøren skal som minimum anvende kabelsøger for påvisning af kabler og ledninger.

Den udførende entreprenør skal generelt forgrave for blotlægning af eksisterende kabler og ledninger. Såfremt borestedet udføres i et ledningsfrit område, kan forgravning udelades. Vurderingen heraf påhviler den udførende entreprenør.

Såfremt eksisterende ledninger ikke kan påvises af ledningsejer eller ved forgravning, vil boringen blive flyttet i henhold til anvisninger fra HOFORs tilsyn.

I områder med mange tætliggende ledninger sættes, efter aftale med HOFORs tilsyn, et vertikalt opføringsrør med en diameter, som tillader udførelse af den ønskede boredimension.

Såfremt entreprenøren beskadiger påviste ledninger og ledninger oplyst af LER, skal han straks underrette den pågældende ledningsejer og orientere HOFORs tilsyn. Udbedring af skade afhandles mellem den udførende entreprenør og ledningsejer.

Entreprenøren er dog grundlæggende ikke ansvarlig for skader på ledninger og installationer som:

- Der ikke foreligger oplysninger om og/eller
- Ikke er placeret som vist på tegninger

Hvor der planlægges udført 2 (eller flere) boringer i samme punkt/på samme lokalitet er det entreprenørens ansvar at sørge for at forgravningens størrelse tilgodeser udførelse af begge (eller alle) boringer, såvel med hensyn til borearbejdets udførelse, filtersætning og retablering af belægninger. Dette vil være nærmere beskrevet i SAB og angivet med separat post i TBL.

Såfremt den udførende entreprenør ønsker afsætningen af boringer kontrolleret/accepteret af HOFOR, skal afsætningsdata fremsendes til HOFOR tilsyn senest 3 dage før opstart af borearbejdet.

### **3.1.4 Vandforsyning**

Såfremt entreprenøren har behov for brugsvand under borearbejdet, kan opkobling foretages til nærmeste brandhane ved ansøgning online på HOFORs hjemmeside.

Der ansøges med minimum 3 arbejdsdages varsel.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Entreprenøren er ansvarlig for opkobling med HOFORs vandmåler, ledning fra brandhane til borested, herunder nødvendige vejkrydsninger, frostsikring osv. samt afmelding af opkobling umiddelbart efter afsluttet brug til HOFOR.

### 3.1.5 Boringsafslutning

Umiddelbart efter borearbejdets afslutning skal boringens forerør (blindrør) lukkes med låg/dæksel, som skal aflåses med hængelås (samme nøgle anvendes for alle forerør udført under samme undersøgelse) og sikres mod ødelæggelse, jf. Bilag 4 (JOR 101 B4).

Alle forerør (blindrør) skal markeres med ejer (kontaktperson, adresse og telefon/e-mail), boringsnummer, DGU nummer (hvis påkrævet) og filterets dybde. Afmærkningen skal være tydelig og langtidsholdbar.

I Bilag 4 (JOR 101 B4) er der beskrevet specifikke krav for boringsafslutning i vejarealer samt ved forskellige filterdimensioner.

### 3.1.6 Boringsindmåling

Efter borearbejdets udførelse nivelleres toppen af forerør (blindrør), og terrænoverfladen ved boringen med en præcision på +/-0,01 m. Endvidere indmåles alle boringer i planen med en præcision på +/- 0,03 m. I planen foretages indmålingen til centrum af boringens forerør (blindrør).

Alle målinger i højden refereres til Dansk Vertikal Reference (DVR90) og indmålinger i planen til koordinatsystemet UTM32ER89.

Såvel kote til terræn og til top af borerør (blindrør) samt koordinater til forerør (blindrør) indføres på boringens boreprofil og dermed i GeoGis 2020.

Opdaterede, endelige indmålingsfiler sendes til HOFOR så snart de foreligger, eller månedligt såfremt der foreligger nye indmålinger.

For hver boring skal entreprenøren, afhængig af projekt/levetid af boringer, udarbejde et lokaliseringsskema, som minimum skal indeholde overordnede data for boringen, såsom boringsnummer, adresse og type af afslutning, boringens/filter dybde og dimension samt indmålingsdata til boring og filter, foto visende boringens placering i forhold til genkendelig terrængenstand(e), situationsplan/luftfoto etc. Hvis dette ønskes fra projektside, vil dette være angivet i SAB og anført i TBL, som tillægspris per boring.

### 3.1.7 Løbende orientering af HOFOR

Den udførende entreprenør skal løbende holde HOFOR opdateret om fremdrift og opnåede resultater, som deles over enten Project Wise (PW), stillet til rådighed af HOFOR, eller entreprenørens egen ftp-server eller lignende.

Følgende skal som minimum løbende være tilgængeligt for HOFOR:

- Tidsplan
- Boreinstruks for boringer
- Markjournaler og foreløbige boreprofiler

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Geoform udtræk (for store opgaver minimum ved opdateringer og på månedsbasis)
- Logging resultater
- Forslag til laboratorieprogram
- Lister af A-rør og egnede kerneprøver af kvartære lag til brug for planlægning af avancerede laboratorieforsøg
- Resultater af laboratorieforsøg, herunder kernefotos
- Pumpeforsøg
- Fotoregistrering

Hvor HOFOR ønsker entreprenørens tidsplan for undersøgelsen opdateret regelmæssigt (eksempelvis opdateres den på månedsbasis for større undersøgelser), da vil dette være anført i SAB.

### 3.2 Myndigheder og tilladelser

#### 3.2.1 Udførelse og sløjfning af boringer

Alle geotekniske, miljøtekniske og hydrogeologiske boringer skal generelt udføres og sløjfes i henhold til BEK nr. 1260 af 28/10/2013 og vejledningerne i vejledning om boringer på land, 2013, Naturstyrelsen.

Tillige skal entreprenøren opfylde krav anført i BEK nr. 915 af 27/06/2016 med hensyn til borefolkens kvalifikationer.

Boringer, som ikke skal filtersættes, skal sløjfes straks efter borearbejdets afslutning.

Boringer skal ubetinget sløjfes med cement bentonit suspension. Hvor afvigelser fra dette er påkrævet fra projektside, vil dette være anført i SAB og anført i TBL, som tillægspris pr. boring. Forerøret afkortes 1 meter under terræn. Den øverste meter opfyldes herefter med rene materialer svarende til de tilstødende materialer i form af sand, grus eller råjord, samt evt. retablering af belægning.

Det påhviler entreprenøren at indhente og indberette samtlige udførte boringer til GEUS. Alle boringer (uanset type) udført af HOFOR skal have DGU nr. og data skal indberettes til Jupiter databasen. Boringer (uanset type), der udføres på HOFORs ejendom af andre interessenter skal også have et DGU nr. og data skal indberettes til Jupiter-databasen. Indberetningen skal udføres efter gældende retningslinjer fra GEUS Geologiske Datacenter, Borearkivet.

Hvor boringer ønskes sløjfet, vil HOFOR i behørig tid forinden anmelde dette til myndigheder. Det er entreprenørens ansvar senest 3 måneder efter sløjfning at indberette boringens sløjfning til GEUS bilagt relevante oplysninger.

#### 3.2.2 Ansøgning om tilladelse til og anmeldelse af boringer

HOFOR ansøger om tilladelse til udførelse af A- og anmelder udførelsen af B-boringer til myndighederne.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Hvor boringer er planlagt udført på offentlig og privat matrikel, vil HOFOR forestå kontakt til lodsejer for tilladelse (lodsejererklæring/fuldmagt) til arbejdets udførelse herunder detaljer om adgangsvej og forholdsregler for arbejdets udførelse.

For boringer på offentlig og privat matrikel skal den udførende boreentreprenør i sit tilbud indeholde besigtigelse af borelokaliteten og afklaring med lodsejer, svarende til 1 time i gennemsnit per boring. Dette vil være nærmere beskrevet i SAB samt anført i TBL, som tillægspris per boring.

Under borearbejdets gennemførelse vil HOFORs tilsyn, have den løbende kontakt til lodsejere. Hvis denne kontakt fra projektside ønskes varetaget af entreprenøren, vil dette være angivet i SAB og anført som en tillægspris i TBL.

### 3.2.3 Gravetilladelse

Entreprenøren er ansvarlig for at indhente gravetilladelse hos kommunen i god tid forud for udførelse af boringer.

Ansøgningen herom vedlægges skilte- og afspærringsplan som udarbejdes af entreprenøren og er betinget af indhentning af ledningsoplysninger.

Generelt skal placering af boringer i særligt fine belægninger, såsom granit, marmor m.v. undgås. Er dette alligevel nødvendigt, skal kommunen kontaktes for særlige krav til materialer, opbrydning og retablering.

### 3.2.4 Tilslutningstilladelse

HOFOR ansøger om midlertidig tilslutningstilladelse til kloak efter Miljøbeskyttelsesloven §28 for afledning af vand fra borearbejde, borehulslogning, renpumpning og udførelse af kortere eller længere prøvepumpninger osv. Entreprenøren skal stille de nødvendige oplysninger til rådighed for HOFOR

Afledning af vand sker oftest til kloakbrønd og typisk indenfor en afstand af maksimalt 200 m fra det enkelte borested. HOFOR anviser tilslutningssted og afholder vandafledningsafgifterne

Myndighederne kan undtagelsesvist tillade afledning til en vejbrønd, som er koblet til regnvandssystemet, eller, hvis der er tale om rent vand, til recipient.

Entreprenøren skal generelt sikre, at myndighedernes vilkår i tilslutningstilladelsen for vand overholdes. Hvis der er krav om udtagning af vandprøver til analyse, skal prøven udtages iht. afsnit 3.6.5.

Det bemærkes, at myndighederne ofte stiller krav om afledning gennem sedimentationscontainer. Ved forurenat vand kan myndigheden stille krav om etablering af en renseenhed, f.eks. olieudskiller ellerkulfiler.

Entreprenøren skal derfor være forberedt på at opfylde disse krav for forskellige pumpeydelse. Dette vil være anført i TBL.

Der skal i alle tilfælde måles volumen på alle afledte vandmængder ved HOFORs vandmåler, alternativt ved små vandmængder ved at tage tid på opfyldning af kar eller lignende med kendt

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

volumen. Vandmålerne aflæses og registreres i skema efter aftale med HOFORs tilsyn, med henblik på afrapportering til kommunen.

### **3.2.5 Støj, vibrations- og støvfrembringende aktiviteter**

Ved udførelse af arbejder, der er støj-, vibrations- eller støvfrembringende, skal entreprenøren overholde de af kommunen fastsatte bestemmelser.

### **3.2.6 Opboret materiale**

Al opboret materiale skal bortskaffes miljømæssigt forsvarligt og efter myndighedernes anvisning. Opboret materiale, herunder boreslam, skal straks fjernes, hvis det er til gene for omgivelserne.

HOFOR indhenter jordanvisning og anmelder alt jordkørsel til myndighederne. Ydermere udleverer HOFOR følgeseddel til jordkørsel inden igangsætning af arbejdet. Denne skal altid medbringes under kørslen.

Eventuelt bygningsaffald fra forgravning og borearbejdet skal så vidt det er muligt bortskaffes til genanvendelse. Asfalt skal holdes adskilt fra den resterende jord og bortskaffes særskilt.

## **3.3 Boret teknik**

### **3.3.1 Foret boring**

Alle borerer skal udføres med borerør for at sikre boringens stabilitet, specielt i fyld, muld, ustabile og/eller vandførende aflejringer.

### **3.3.2 Tørrotation/slagboring**

Boringerne skal udføres med tørrotationsteknik i fyld og kvartære aflejringer. Dvs. der må anvendes følgende boreværktøj:

- Snegl
- Kopbor
- Sandspand
- Fræser
- Rullemejsel

### **3.3.3 Kerneboring**

I borerer, hvor der skal kernebores i kalk, udføres disse i jord som foret boring i minimum 8". Når kalken træffes, fortsættes boring med kerneboringsteknik, så vidt muligt fra top af kalk. Der skal benyttes 146 mm kerneboring med Geobor S (triple tube wireline coring system), gennem borerøret eller tilsvarende system. Kernen skal have 102 mm diameter og en længde på maksimalt 1,5 m.

Ved kerneboring i kalk må der kun anvendes polymer i skyllevandet, der på forhånd er godkendt af myndighederne. Hvis der anvendes miljøfremmede stoffer, skal kommunen ansøges om tilladelse til at benytte disse materialer i henhold til Miljøbeskyttelseslovens §19.



## KRAVSPECIFIKATION

---

Bemærk, at polymer ikke let bundfældes, hvorfor anvendelsen af polymer frarådes når efterfølgende arbejder eksempelvis inkluderer borehulslogging i form af optisk televiewer, OTV.

Skyllevandet skal som udgangspunkt være rent vand (drikkevand), som eventuelt recirkuleres efter bundfældning af det opborede materiale.

Vandindtrængning eller tab af returvand skal registreres og anføres på markjournalen.

Kerneboring ved GeoBorS kan eventuelt, og efter nærmere aftale med HOFOR overvejes udført i kvartære lag. Dette kan være relevant under følgende omstændigheder:

- Ved langsomt avancement med traditionelt boreudstyr.
- Ved tidsmæssigt krævende fræsearbejde.
- Hvor SPT-/vingeforsøg udviser meget høje værdier.
- Hvor A-rør ikke kan udtages og det prioriteres at udtage prøver til avancerede laboratorieforsøg ved kerneboring.

Hvor kerneprocenten i kvartæret er <50-75 %, skal et skift tilbage til traditionelt boregrej overvejes/aftales med HOFORs tilsyn.

Hvor kerneprocenten i kalk er lav, skal det i samråd med HOFORs tilsyn afgøres, om der skal foretages borehulslogging i boringen i form af Optisk og Akustisk Televiewer (OATV).

Hvor boreriggen er udstyret med Measurement While Drilling (MWD), skal registrering heraf foretages og data udleveres til HOFOR, såvel digitalt som på grafisk form som funktion af boringens dybde.

I prioriteret rækkefølge (1-3 bør altid registreres) logges følgende parametre:

- Nedsynkningshastigheden
- Tryk på borestangen
- Omdrejningshastighed af borestangen
- Moment der påføres borestangen
- Tryk af borevæske

### 3.3.4 DTH boring

Down The Hole hammer (DTH) borer udføres som foret boring med minimum indvendig diameter 195 mm (8"). Der skal anvendes et system, hvor borerøret følger simultant med hammeren i jord og evt. blød/knust kalk.

I fast, stabil kalk kan borer udføres uførede efter aftale med HOFOR.

Anvendte materialer i forbindelse med DTH boring skal overholde gældende myndighedskrav.

### 3.3.5 Registrering af vandspejl og tilførsel af vand

Under borearbejdet skal det i markjournalen registreres, hvor der træffes og hvor der mistes vand. Dette gælder uanset aflejringer og uanset boremetode.

## KRAVSPECIFIKATION

---

For borearbejde i friktionsaflejringer og lagdelte formationer under grundvandsspejlet samt før udførelse af SPT forsøg, gælder, at vandspejlet i boringen løbende skal være i niveau med eller højere end grundvandsstanden i den omkringliggende formation. Sidstnævnte kan eksempelvis sikres ved at tilføre vand til top af borerør (foringsrør). Dato/tidspunkt for vandtilførsel og højeste niveau af vandstand i borerør noteres i markjournalen.

Al tilførsel af vand må kun ske med drikkevand.

### 3.4 Fremdrift i hårde lag

#### 3.4.1 Fræsning

I alle typer af boringer fræses i faste/hårde/stenede aflejringer inden for rimelig tid og fornuftig fremdrift efter aftale med HOFORs tilsyn. Entreprenøren skal skelne mellem fræsning på sten (hindring i undergrund) og fræsning for fremdrift, og information herom skal anføres i markjournalen. Rullemejsel skal være tilgængelig, så der omgående kan skiftes fra fræser til rullemejsel. Dette aftales med HOFOR tilsyn.

Entreprenøren igangsætter selv skift til fræser og fræsning. HOFORs tilsyn kontaktes efter ½ times fræsning for aftale om det videre fræsearbejde.

Dybde-interval for fræsning og brug af rullemejsel indmåles og angives i markjournal med ~1 cm nøjagtighed til fast referencepunkt på borerig. Borerør må ikke anvendes som referencepunkt. Hvor der skiftes til andet boreudstyr for optagning af fræset materiale, anses det pågældende fræsearbejde afsluttet og endelig dybde noteres.

Hvor aflejringer kræver megen fræsning, herunder alternerende skift fra fræser til andet boreudstyr, noteres alle skift og tilhørende dybder i markjournalen.

Til afregning af fræsetiden noteres (alle) start- og sluttidspunkter i markjournalen.

Materiale fra fræsearbejdet indsamles i separat prøvepose pr. fræseinterval med angivelse af dybde(r). Materialet bedømmes geologisk og materialets mineralogi bestemmes.

Afgørende for om fræsning skal fortsætte, om boringen skal flyttes, om der skal skiftes til eksempelvis kerneborearbejde ved GeoBorS, om forhindringen skal ødelægges ved DTH eller om boringen skal afsluttes på den aktuelle dybde, afhænger primært af dybde til hindring og fremdrift under fræsearbejdet.

Sidstnævnte kan afhænge af materiale på/i hvilket der fræses, og/eller stand af fræser, dvs. i hvilket omfang denne er slidt.

Såfremt entreprenøren ikke registrerer fremdrift, eksempelvis svarende til mindre end 3 à 5 cm i timen, og fræser af boreformanden ikke er/vurderes slidt/opbrugt, da skal kerneboring ved GeoBorS og/eller ødelæggelse af forhindringen ved DTH iværksættes efter aftale med HOFORs tilsyn.

Der må ikke uden aftale med HOFORs tilsyn skiftes til DTH-boring for at trænge gennem meget faste/hårde/stenede lag.

## KRAVSPECIFIKATION

---

I visse tilfælde, hvor borerøret ikke kan passere en forhindring, kan borearbejdet aftales at fortsætte i mindre dimension (teleskopering), hvis dette er acceptabelt boreteknisk og for den planlagte dimension af filtersætning.

GeoBorS kan iværksættes, hvis forhindringen er i eller indenfor 3 m omkring tunneldybde, forudsat at den anvendte borerig har denne mulighed og tunneldybden er kendt/defineret.

Såfremt forhindringen forekommer i en dybde (uden for 3 m over til 3 m under tunneldybde) og/eller i en formation, som af HOFOR rådgiver ikke vurderes relevant for projektet, da omrigges til DTH.

Såfremt forhindringen træffes under tunneldybde og ingen fremdrift registreres, da kan boringen aftales afsluttet i samråd med HOFORs tilsyn med baggrund i planlagt filtersætning. Registreres der fremdrift under fræsning under tunneldybde skal fortsat fræsning løbende holdes op mod afslutning af borearbejde.

Såfremt fræser er nedslidt, da skifter entreprenøren til ny/anden for egen regning.

### 3.4.2 Registrering af tidsforbrug og stenethed

Såfremt det for projektet vurderes relevant, skal den udførende entreprenør registrere tidsforbrug og stenethed efter retningslinjerne givet nedenfor.

Ønskes denne registrering vil dette specifikt være beskrevet i SAB samt anført i TBL, som tillægspris per boring.

#### Tidsforbrug

Tidsforbrug per lb. meter borearbejde angives generelt for alt borearbejde i jord og blød/knust kalk.

Tidsforbruget angives for selve den operation at føre boreværktøjet 1 m dybere – uden bidrag fra prøvetagning, in situ styrke målinger, pauser, nedbrud osv.

Tidsforbruget angives relativt i forhold til et standard tidsforbrug for borearbejde i en tilsvarende /lignende geologi (og på omtrentlig samme boreddybde), vurderet af den enkelte boreformand.

Tabel 1: Angivelse af borehastighed på markjournalen.

Borehastighed	
A	Hurtigt (materialet er lettere at bore i end standard)
B	Standard
C	Langsomt (materialet er sværere at bore i end standard)

#### Stenethed

# KRAVSPECIFIKATION

Stenetheden per lb. meter borearbejde angives generelt for alt borearbejde i jord og blød/knust kalk, eksempelvis kvantificeret gennem "knasen", trin-/rykvis nedtrængning af boreudstyr etc.

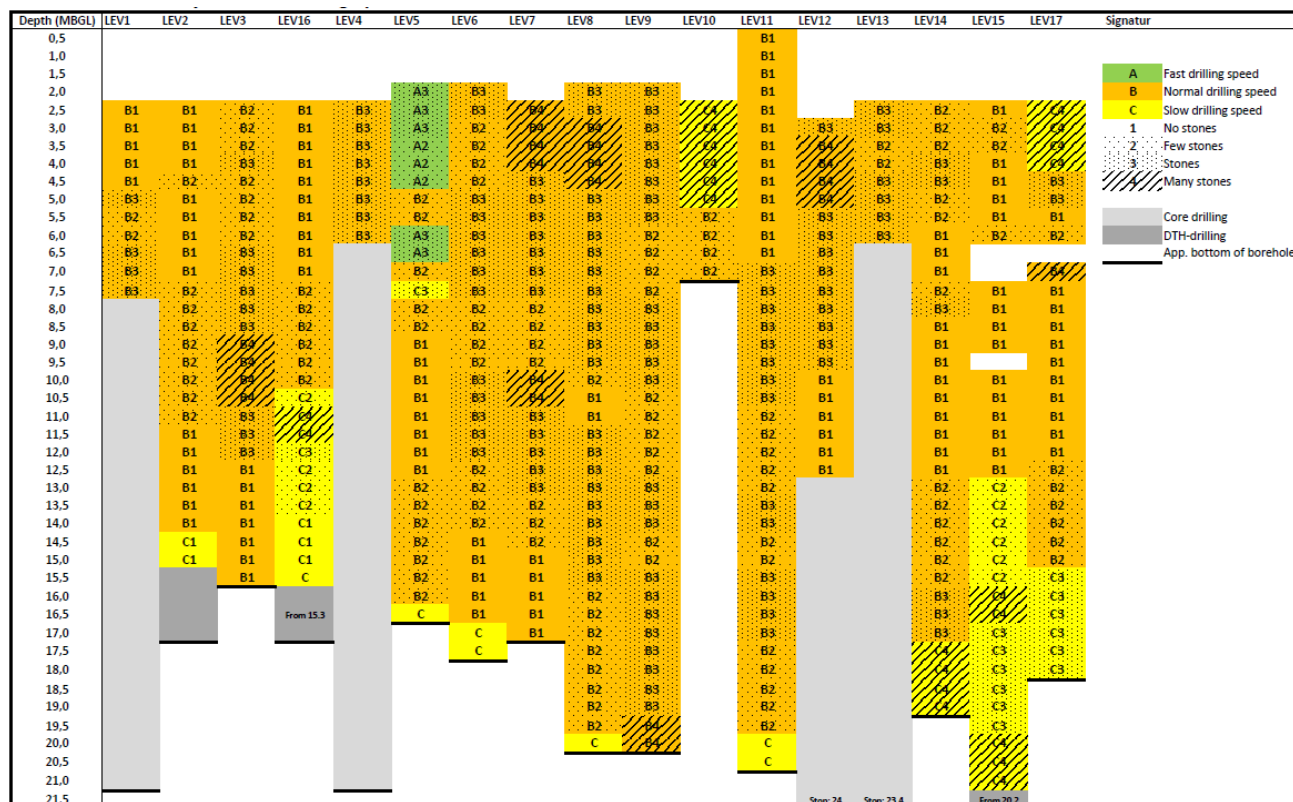
Stenetheden angives som nedenfor, vurderet af den enkelte boreformand med baggrund i egne erfaringer for tilsvarende/lignende geologi.

Tabel 2: Angivelse af stenethed på markjournalen.

Stenethed	
1	Ikke stenet
2	Svagt stenet
3	Stenet
4	Stærkt Stenet

Idet der henvises til afsnit 4.7 understreges vigtigheden i, at ovenstående forhold detaljeret anføres i boringens markjournal.

Tidsforbrug og stenethed, som registreret af boreformanden, kan eksempelvis afrapporteres som vist i figur 1.



## KRAVSPECIFIKATION

---

Figur 1: Eksempel på afrapportering af tidsforbrug og stenethed under borearbejde.

### 3.5 Geotekniske in situ forsøg

#### 3.5.1 Vingeforsøg

Dobbelte vingeforsøg med dybvinge per meter Smed første forsøg udført fra 1 m under terræn i:

- Kohæsive aflejringer
- Overgangsjordarter som (fin-)silt, stærkt sandet ler og stærkt leret sand
- Gælder både glaciale og grønsands aflejringer

Eventuelle afvigelser herfra angives i SAB.

Vingeforsøg udføres i henhold til dgf-Bulletin 14 som dobbelt forsøg, d.v.s. 2 sæt af intakt samt omrørt styrkemåling med minimum 20 cm mellemrum. Afstanden mellem forsøgene afhænger af valget af vingestørrelse.

I meget faste jordarter udføres forsøg med dybvinge 4 (V4) med dobbelt længde af momentarm, hvorved in-situ styrkemålinger kan foretages op til 1.404 kPa.

For sidstnævnte gælder, at den udførende entreprenør inden opstart af undersøgelse skal fremlægge dokumentation for kalibrering for HOFOR.

Hvis vinge ikke kan nedpresses til x,2 m, da enten bores til x,5 m, prøve til geologisk beskrivelse udtages og SPT forsøg udføres, eller, hvis borerig er udstyret til kerneboring, eventuelt omrigges til GeoBorS efter aftale med HOFOR tilsyn.

Hvis vinge kan nedpresses til x,2 m og x,4 m, men grundet sten eller andet hverken giver brugbare værdier på x,2 m eller x,4 m, da bores til x,5 m for udtagning af prøve til geologiske beskrivelse, hvorefter vinge forsøges nedpresset til x,7 og x,9 m.

Prismæssigt afregnes vingeforsøg (forsøgt) udført på x,7 og x,9 m svarende til "almindeligt" dobbelt vingeforsøg (forsøgt) udført på x,2 og x,4 m.

Registreres der en brugbar værdi på enten x,2 m eller x,4 m, da fortsætter borearbejdet og næste vingeforsøg udføres på næste x,2 m.

Såfremt vinge kan nedpresses, men der hverken registreres brugbare værdier på x,2 m, x,4 m, x,7 m og x,9 m, da bores til x,0 m for udtagning af prøve til geologisk beskrivelse, hvorefter SPT forsøg udføres.

#### 3.5.2 SPT

DDer udføres SPT (Standard Penetration Test) per 1,5 m med første forsøg udført fra 1 m under terræn i:

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Overgangsjordarter som (grov-)silt og leret, sandet grus
- Sand og grus
- Meget faste/hårde aflejringer, hvor vingestyr ikke kan nedpresses
- Kalk, hvori der ikke kernebores. Eventuelle afvigelser herfra angives i SAB.

Eventuelle afvigelser herfra angives i SAB.

SPT skal udføres i henhold til ISO 22476-3 + ISO 22476-3/A1 Geoteknisk undersøgelse og prøvning - Driftsprøvning - Del 3: Standard penetrationstest, dog med nedenstående tilføjelser/ændringer.

I moræneaflejringer (såvel ler, sand som grus) og i smeltevandssilt og -sand anvendes altid åben sonde (brug af keglespids accepteres ikke) og maksimalt 100 slag.

I smeltevandsgrus og -sten, i stærkt grusede og/eller i stærkt stenede moræneaflejringer samt i meget faste/hårde aflejringer, hvor nedpresning af vingestyr ikke lader sig gøre, kan lukket sonde (brug af keglespids) og maksimalt 100 slag tillades efter aftale med HOFORs tilsyn.

I markjournalen anføres, hvor lukket sonde (keglespids) er anvendt.

Den samlede strækning for indramning af forsøget skal være 150 mm med angivelse af antal slag per 75 mm eller angivelse af antal slag for de første 75 mm indramning, hvis opnået, samt antal slag for (resterende) indramning i cm.

Selve forsøget rammes over en samlet strækning på 300 mm, idet antallet af slag per 75 mm noteres.

Opnået strækningen på 300 mm ikke inden for 100 slag afbrydes forsøget og dette samt den opnåede strækning noteres.

Ved borearbejde under grundvandsspejlet og i jordlag, hvor der optræder et spændt grundvandsmagasin med vandtryk over lagets top, skal den udførende entreprenør til stadighed sikre, at boringen opretholdes vandfyldt i niveau med eller over områdets/lagets grundvandsstand, for herved at undgå opadrettede gradienter og grundbrud. Dette kan eksempelvis sikres ved at tilføre vand til top af borerør (foringsrør).

Løbende under borearbejdet skal såvel vandtilførsel som vandstand i boringen anføres i markjournalen.

I friktionsaflejringer udføres første forsøg maksimalt 0,5 m under overside af lag.

For jordlag med et spændt grundvandsmagasin gælder, at SPT forsøg tidligst må udføres 1,5 m nede i formationen/under top af det vandførende lag for at sikre, at forsøget udføres i uforstyrrede, intakte aflejringer.

Før udførelse af SPT forsøg, noteres vandstanden i boringen i markjournalen, idet dette skal være i niveau med eller over områdets grundvandsstand.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Hvor boreformanden under borearbejdet observerer/registrerer grundbrud, opadrettede gradienter og/eller andre forhold, der kan have betydning for SPT forsøg, da skal dette forhold ubetinget anføres i markjournalen, og SPT aflyses for herefter udførelse 1,5 m dybere i uforstyrrede, intakte aflejringer.

Eventuelle udførte, men fejlbehæftede SPT forsøg skal ikke afrapporteres i den geotekniske data rapport, ej heller i den tilhørende GeoGIS 2020 datafil. Dette skal vurderes og aftales med HOFOR.

### 3.6 Prøvetagning

Samtlige optagne prøver opbevares af entreprenøren i mindst 12 måneder fra aflevering af den endelige datarapport. Inden periodens udløb kontaktes entreprenøren HOFORs tilsyn for eventuel forlængelse af opbevaringsperioden.

Alle prøver skal emballeres lufttæt, opbevares i skygge og skal som minimum tydeligt markeres med følgende:

- Projektidentifikation
- Boringsnummer
- Prøvedybde

Følgende gælder specifikt for opbevaring:

- Alle omrørte prøver opbevares ved ikke over 20 grader celsius.
- Kerneløb opbevares frostfrit på køl ved temperaturer på 5 til 10 grader celsius.
- Intakte prøver i form af A-rør og udtagne kerner af såvel kvartære som kalk til avancerede forsøg opbevares frostfrit på køl ved temperaturer på 5 til 10 grader celsius.

For prøver udtaget under udførelse ved geoteknisk/geologisk tilsyn kan følgende (tillige) komme på tale at oplyse:

- Oplysninger om hvem og hvordan prøvetagningen er gennemført
- Strækning/sektion/pæle nr./stationering
- Udgravningsniveau/-kote
- Vejr/temperatur/nedbør

#### 3.6.1 Omrørte prøver

##### Omrørte prøver

I omrørte prøver til geologisk beskrivelse samt identifikation af lagfølge og simple klassifikationsforsøg udtages i alle jordlag, fyld, intakte aflejringer og tillige evt. i blød/knust kalk.

Prøver skal udtages ved tørrotationsboring med kopbor/snegl og slagboring med sandspand, dvs. kategori B prøvetagningsmetode, ifølge DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Prøver udtages ikke ved tørrotation, hvor boringen upreames, eksempelvis fra kerneboring til anvendt størrelse af borerør (foringsrør).



## KRAVSPECIFIKATION

---

Prøvekvaliteten skal sikre uændrede egenskaber af jorden ved udførelse af kornstørrelsesfordeling og vandindholdsbestemmelse. Dette svarer til en prøve kvalitet 3-4 ifølge DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Prøvestørrelsen skal være tilstrækkelig for udførelse af klassifikationsforsøg, dog minimum 0,7 kg. Har prøverne ikke den fornødne størrelse, kan HOFOR forlange, at entreprenøren for egen regning skal udtage nye prøver.

Der skal udtages omrørte prøver per 0,5 m, eller minimum 1 per jordlag med lagtykkelse større end 0,2 m.

### **Store omrørte prøver**

Afhængig af projektet, kan der specificeres store omrørte prøver (ca. 20 kg/pose). Af hensyn til præsentationen på boreprofilen bør store omrørte prøver udtages over en (maksimal) dybde på 0,5 m.

Udtagning af store omrørte prøver og i hvilke borer, der er udset til dette, vil fremgå af SAB og prissættes separat i TBL.

Hvor der er tale om skaktboringer, udtages store, omrørte prøver per 3 m, dog generelt tillige hvor aflejringer er stærk sandede/grusede eller består af egentlige sand-/gruslag.

For tunneltracé borer udtages store, omrørte prøver i "tunneldybden", dvs. fra forventet top til bund af tunnel, evt. tillagt en ekstra zone. Én stor, omrørt prøve udtages fra hvert geologisk lag, dog skal minimum 2 store, omrørte prøver udtages over tunneldybden.

### **Sten(-materiale)**

Sten optaget under borearbejde eller stenmateriale fra fræsning emballeres separat og anføres i markjournalen med dybdeangivelse. Der henvises til afsnit 3.4.1.

### **Omrørte prøver ved DTH boring**

Ved DTH borer udtages omrørte prøver fra returvandet per 1 mS.

Prøver udtages ikke under upreaming, hverken i kalk eller i kvartære aflejringer.

Prøve kvaliteten skal sikre geologisk beskrivelse og identifikation af lagfølge, dvs.. kategori C prøvetagningsmetode, ifølge DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Der udtages prøvemateriale på minimum 0,7 kg.

### **Omrørte prøver udtaget ved udgravning, ved udførelse af sekantpæle og ved tunnelering**

Prøver vil variere i kvalitet afhængig af den anvendte metode for udgravning.

Ved sædvanligt tørt gravearbejde og åben front tunnelering (over vandspejlet eller ved grundvandsænkning) kan prøve kvaliteten være god, svarende til kvalitetsklasse 3, ifølge DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Prøver udtaget fra tør udførelse af sekantpæle optages med boregrej, som aflæsser materialet omrørt. Kvaliteten af prøven vil være rimelig og i henhold til DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1, svare til kvalitetsklasse 4.



## KRAVSPECIFIKATION

---

Ved udgravning vådt og ved udførelse af sekantpæle i blandede jordarter under vandspejlet, kan prøve kvaliteten være ringe, svarende til kvalitetsklasse 5, jf. DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Hvor der ønskes udtaget prøver i ler og stærkt lerede aflejringer kan kvaliteten være forholdsvis god, svarende til kvalitetsklasse 4 i henhold til DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Under tunnelering med lukket front (TBM af EPB og slurry type) vil prøver normalt være (stærkt) påvirkede af eksempelvis nedknusning, konditioneringsmidler og boremudder. Prøvematerialet vil stamme fra bl.a. separationsanlæg og være i kvalitet 5, jf. DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Der udtages prøvematerialer på minimum 0,7 kg, hvorpå der kan udføres sædvanlig geologisk beskrivelse samt vandindholdsbestemmelse.

For alle øvrige analyser der ønskes udført på omrørte prøver, såsom eksempelvis kornkurve, indhold af grove klastre, Atterberg, kalkindhold, bestemmelse af kornform og/eller andel af knuste flader gælder, at prøvestørrelsen skal være ca. 20 kg, emballeret i en plastikspand med tætsluttende låg.

I det omfang at ovennævnte er relevante på det aktuelle projekt, vil dette være beskrevet i SAB.

### 3.6.2 Intakte prøver

Intakte prøver udtaget i A og/eller B rør vil være specificeret for det enkelte projekt i SAB, samt prissat separat i TBL.

Intakte prøver, uanset om der er tale om A og/eller B rør, udtages som udgangspunkt per 3 m i ler- og siltaflejringer samt generelt i grønsand til brug for geologisk beskrivelse, klassifikationsforsøg og avancerede laboratorieforsøg. Afvigelser herfra vil være præciseret i SAB.

Prøve kvaliteten, herunder metode for udtagning og håndtering, skal sikre, at jordens egenskaber forbliver uændret, hvilket svarer til prøve kvalitet 1-2 ifølge DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.1.

Tabel 3: Typer af uforstyrrede prøver ved udførelse af geotekniske borer.

Prøvetagning	Rørtype	Boringsdiameter (minimum)	Prøvediameter	Prøvetype
Uforstyrrede prøver	A-rør	150 mm	70 mm	Rørprøve med minimumslængde 0,5 m
Uforstyrrede prøver	B-rør	150 mm	42 mm	Rørprøve med minimumslængde 140 mm

Alle intakte prøver skal generelt opbevares og transporteres i henhold til DS/EN 1997-2/AC, afsnit 3.4.4.

Straks efter prøvetagning skal A-rør håndteres som følger:

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Forsegles med justerbare gummipropper.
- Plastik prop fastgøres i begge ender med tape, A-rør indpakkes i lukket plasticpose og placeres horisontalt i en køletaske.
- A-rør hentes dagligt og placeres i kølerum. Under håndtering og transport skal prøver behandles skånsomt, uden bump, stød, rystelser og vibrationer.

Forsegling med gummipropper forlænger prøvens opbevaring i A-røret, tillader udpresning af en delprøve, og prøven kan geologisk bedømmes i top og bund uden udpresning af prøve. Herved kan prøven fremgå af boreprofil og for bestillinger af avancerede lab-forsøg.

B-rør skal straks efter udtagning håndteres som følger:

- Forsegles med afsluttende plastik propper, der fastgøres i begge ender med tætsluttende tape.
- B-rør afhentes dagligt og placeres i kølerum.

For såvel A- som B-rør gælder, at i markjournalen anføres den nedpressende længde, hvorimod på boreprofilet vises den optagne prøvelængde/recovery.

Hvor boreformanden under borearbejdet observerer/registerer grundbrud, opadrettede gradienter og/eller andre forhold, der kan have betydning for kvaliteten af den intakte prøve, da skal dette ubetinget anføres i markjournalen, og (forsøg på) udtagning af den intakte prøve skal aflyses på den pågældende dybde.

### 3.6.3 Kerneprøver

Der skal udtages kerner med kernediameter 102 mm (GeoBorS), længde på maksimalt 1,5 m, og en total kerneprocent TCR > 90 %. Hvis den specifikke kerneprocent ikke opnås, skal HOFOR informeres, hvorefter det enkelte kerneløb skal reduceres således at TCR > 90 %. Det reducerede kerneløb skal dog minimum være 0,5 m.

Prøver opbevares i en plastliner (Triple tube) og enderne forsegles med plastik propper og tape, så det naturlige vandindhold bevares.

Kerneprøver udtaget i kvartære aflejringer, hvis foreskrevet i SAB, skal dagligt bringes til laboratoriet. Kerneløb skal indenfor 24 timer efter ankomst til laboratoriet åbnes/opskæres, kernematerialet tørres af for overskydende væske, fotograferes jf. afsnit 3.10.3 og geologisk beskrives i henhold til afsnit 3.10.1.

Kerneprøver udvalgt til avancerede forsøg håndteres på følgende måde:

- Pakkes i plastfilm og herpå i aluminiumfolie.
- Placeres horisontalt i paprør af minimum diameter 125 mm og tilstrækkelig overlængde (2-3 cm i begge ender) i forhold til prøvens længde.
- Paprør stilles forsigtigt i lodret position (husk afstand fra prøve til bund af paprør), og prøve centraliseres med tilstrækkeligt tynde paraffin (voks) stænger.
- Paprør fyldes med paraffin (voks) ad flere omgange, dog minimum 3, indtil prøven er komplet indesluttet af en lufttæt forsegling.
- Prøverne opbevares frostfrit på køl ved temperaturer på 12 grader celsius.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Hvor der i/fra kerneløbet er udtaget prøver til avancerede og klassifikationsforsøg ilægges afslutningsvist et "afstandsstykker" inden dette lukkes og indpakkes/forsegles lufttæt i plastikpose og opbevares i kølecontainer.

### 3.6.4 Jordprøver miljø

Omfang af jordprøver til analyse fastlægges af HOFOR og prøver udtages generelt i sæt som følger:

- I Rilsanposer uden luft til tørstofbestemmelse eller tungmetalanalyse.
- I jordglas til kemisk analyse.
- I Rilsanposer med luft til PID (Photo Ioniserings Detektor) måling.

For ikke-miljøboringer gælder, at omfang fastlægges af HOFOR og specificeres i SAB.

Ved forklassificering (type 7 boringer) gælder generelt, at prøver udtages som blandeprøver (bestående af 5 lokale udtag i det aktuelle dybdeinterval) over passende dybdeintervaller (for eksempel 0 til 0,5 m under terræn, 0,5 til 1,0 m under terræn osv.S). Dybdeintervaller oplyses af HOFORs tilsyn.

For miljøtekniske boringer (type 8 boringer) udtages prøver efter aftale med HOFORs tilsyn.

Hvor der ønskes udtaget jordprøver til analyse fra kerneløb i kalk, dvs. fra type 3 boringer, foretages prøveudtagningen ved, at afbrække stykker af kalk fra de to kerneløb, som dækker udtagningsdybden, eksempelvis ved at brække et stykke af fra bunden af øvre kerneløb og et stykke af toppen af nedre kerneløb.

Rilsanposer til PID måling opbevares ved stuetemperatur, hvorimod prøver i jordglas opbevares i køletasker med lav temperatur (evt. ved hjælp af køleelementer) indtil de senest ved afslutning af arbejdsdagen transporteres til laboratorium for eventuel analyse.

Alle jordprøver skal analyseres af et laboratorium anvist af HOFORs tilsyn. Det er entreprenørens ansvar at indhente analyserekvisition fra HOFORs tilsyn til den pågældende sag. HOFOR afholder analyseudgifterne.

Prøvemængden afhænger af emballagetyper. Det er entreprenørens ansvar at følge laboratoriets anvisninger. Entreprenøren sørger for labels, opbevaring og aftaler om prøveafhentning med laboratoriet. På labels skal angives PrøveID (boringsnummer, dato, prøvedybde). HOFORs tilsyn anviser laboratorium samt udarbejder analyserekvisitioner og bestiller prøveemballage.

Jordprøver skal generelt udtages af erfarne miljøtekniker eller tilsvarende med kendskab til prøvetagning og håndtering af emballage og feltudstyr.

Entreprenøren modtager svar på og afrapporterer analyserne i datarapporten.

### 3.6.5 Vandprøver miljø

Omfang af vandprøver til analyse fastlægges af HOFOR, akkurat som HOFORs tilsyn udarbejder analyserekvisitioner og bestiller prøveemballage.

Under prøvetagningen tilstræbes en lav pumpeydelse, så afstribning af flygtige komponenter undgås, og hvis aktuelt i forhold til boringens ydelse, måles kontinuert pH, ilt, ledningsevne,

## KRAVSPECIFIKATION

---

temperatur og redox. Anvendelse af prøvetagningsgris gælder som udgangspunkt for alle boringer filtersat i sand, grus eller kalk med filterlængder på mere end én meter.

Vandprøven udtages, når førnævnte parametre indenfor de sidste 5 minutter er konstante defineret ved ændring i:

- pH  $\leq$  0,1
- Ilt  $\leq$  0,2 mg/l
- Ledningsevne  $\leq$  0,5 mS/m eller ledningsevne  $\leq$  5  $\mu$ S/cm)

og der tillige minimum er fjernet et vandvolumen svarende til 5 gange det volumen, som står i filterrør og filtergrus.

Vandprøver fra 63 mm filter udtages enten ved hjælp af rengjort MP1-pumpe eller ny 12V Whale pumpe og nye slanger af PE.

I tilfælde af meget lavtydende magasiner kan renpumpningen reduceres og vandprøven kan udtages med rengjort bailer.

Det oppumpede vand skal opsamles i beholder eller ledes til nærliggende kloak efter aftale med HOFORs tilsyn. Mængden af det udledte vand skal registreres af entreprenøren med vandmåler og indberettes til HOFORs tilsyn.

Følgende registreres i en prøvetagningsjournal for hver vandprøvetagning:

- Sagsnavn, dato, tid og adresse
- Boringsnummer og filternummer
- Rovandspejling, bundpejling samt afstand fra overkant rør til terræn
- Anvendt pumpe og udstyr
- Oppumpet volumen og pumpeydelse
- Vandspejl under prøvetagning
- Vandprøvens konsistens (partikel indhold, farve, klarhed og lugt)
- Afledningsforhold

Såfremt der måles redox parametre direkte i vandprøven (in situ målinger) registreres endvidere følgende:

- Benyttet udstyr
- Dokumentation for kalibrering af instrumenterne
- Aflæsning af ledningsevne, temperatur, pH, ilt, redox hvert 5 minut

Vandprøver skal generelt udtages af erfaren miljøtekniker eller tilsvarende med kendskab til håndtering af pumper, slanger, emballage og feltudstyr.

### 3.7 Filtersætning og afpropning

Moniterings- og pumpeboringer indrettes med centralt placeret filter- og forerør (blindrør), gruskastning og forsejling, efter aftale med HOFORs tilsyn eller dennes rådgiver.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Idet der henvises til detaljerede krav beskrevet i Bilag 3 Filtersætning (JOR 101 B3) skal følgende specielt understreges;

- Ved filtersætninger må der ikke ske kortslutning af to eller flere vandførende lag.
- Mindste filterstørrelse er 63 mm, dog kan mindre dimension anvendes i forbindelse med mindre projekter, hvor grundvandsforhold ikke er afgørende.
- Hver boring udstyres kun med 1 filter og har desuden eget DGU nummer.
- Planlægges der filtersætning i flere grundvandsmagasiner (niveauer), skal der ubetinget udføres to eller flere boringer. Minimumsafstand mellem kort(ere) og dyb boring er 1 m.
- For at undgå "brobygning" i gruskastningen, skal entreprenøren under gruskastning af filterstørrelse Ø125 mm eller større sikre en nedadgående vandstrømning omkring fore- og filterrøret. Dette sikres enten ved løbende at pumpe fra filtret eller løbende tilføre vand.

Efter filtersætning og hvis udført, efter renpumpning, type A pumpeforsøg, skal rolandspejlet i boringen bestemmes ved håndpejling.

### 3.8 Hydrogeologi, monitoring og pumpeforsøg

#### 3.8.1 Registrering af grundvandsspejl

Alle ny-etablerede filtre, uanset dimension, skal under undersøgelsen håndpejles mindst 2 gange for registrering af rolandspejl.

Første pejling af hvert filter foretages tidligst 3-7 dage efter:

- Afslutning af borearbejdet/filtersætning eller
- Type A – Renpumpning, hvis planlagt

Næste pejling foretages synkront 3-7 dage efter:

- Afslutning af alt borearbejde for den samlede undersøgelse eller
- Ved større undersøgelser, afslutning af alt borearbejde i et samlet, større del-område.

Såfremt der anvendes dataloggere til den sidste, synkrone pejling skal disse altid synkroniseres til samme tidsregning (herunder sommertid/vintertid).

De målte vandspejl skal påføres boreprofilen med kote(r) og dato(er) for pejling.

Fra projektside kan der i forbindelse med undersøgelsen og/eller efter denne tillige ønskes en egentlig løbende monitoring af vandstand i et antal boringer for at indhente information om variationer over året etc., typisk ved brug af datalogger forbundet op til en server, hvorved vandstanden kan aflæses fra kontoret. Hvis dette ønskes iværksat, vil omfanget heraf være nærmere beskrevet i SAB og anført i TBL med separat post.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3.8.2 Pumpeforsøg

I filtersatte boringer kan der foreskrives udført dels renpumpning af selve filteret dels pumpeforsøg i varierende omfang. Omfang heraf og boringer, hvori dette ønskes udført, vil være specificeret i udbudsmaterialet.

#### **Type A – Renpumpning**

Filtre  $\geq 63$  mm renpumpes indtil boringen og vandet er partikelfrit. Ved prissætning forudsættes renpumpning i 1 time. Under renpumpningen pejles vandspejlet og pumpeydelsen registreres. Vandet føres gennem de renseforanstaltninger, der stilles krav om i tilslutningstilladelsen og som minimum sedimentationscontainer, inden afledning til kloak. Renpumpningsvolumen skal minimum udgøre 5 x volumen af filter og gruskastning.

Inden stop af renpumpning skal den maksimale ydelse ( $Q_{max}$ ) måles til brug for efterfølgende prøvepumpning, type B.

$Q_{max}$  kan evt. defineres som den ydelse, der kan sænke vandspejlet i boringen til 1-2 meter over top filterstrækningen.  $Q_{max}$  skal måles i en fuldt renpumpet boring.

#### **Type B - Kapacitetstest/kort prøvepumpning**

Dette pumpeforsøg udføres efter renpumpning, type A med en ydelse fastlagt på baggrund af renpumpningen, type A.

Kort prøvepumpning med konstant kapacitet af 1 times varighed efterfulgt af 1 times stigningsforsøg foretages med så høj og konstant ydelse som muligt, uden at grundvandet sænkes under filterstrækningens overkant.

Under sænkings- og stigningsforløbet registreres grundvandsstanden som udgangspunkt kun i pumpeboringen.

Vandspejlsdata opsamles med datalogger:

- Frekvens per 10. sekund.
- Varighed fra 10 minutter før pumpestart til 60 minutter efter pumpestop.
- Suppleres med håndpejlinger ved datalogger installation og optagning samt umiddelbart før pumpestart og -stop.

Når pumpningen stopper, skal det sikres, at vandet fra stigrør og afledningsrør ikke løber tilbage i boringen.

Pumpeydelsen skal minimum måles:

- Ved pumpestart og -stop og
- Frekvens per 5. minut i pumpeperioden.

Oppumpet vand afledes til kloak gennem faste afgangsrør for at minimere pumpemodstanden og sikre stabilt driftsvandspejl, medmindre der er vurderet behov for rensning af vandet inden afledning til kloak, hvorved renseforanstaltninger inden afledning til kloak kan være påkrævet.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### Type C - Step-test / firetrins prøvepumpning

Dette pumpeforsøg udføres efter renpumpning, type A med ydelsestrin fastlagt af entreprenøren på baggrund af renpumpningen, type A eller, hvis udført, kapacitetstest/kort prøvepumpning, type B.

HOFORs tilsyn skal acceptere opstilling, herunder valg af de trinvisse pumpeydelse inden udførelse, herunder skal det sikres, at ydelsen på trin 4 ikke forårsager sænkning til under overkant filter.

Følgende gælder:

- Varighed af trin 1-4 skal for hvert trin være 1 time.
- Ydelser:
  - Trin 1:  $Q_{\max} * 0,25$
  - Trin 2:  $Q_{\max} * 0,50$
  - Trin 3:  $Q_{\max} * 0,75$
  - Trin 4:  $Q_{\max} * 1,00$
- Tilbagepejlingsperiode efter pumpestop på trin 4 skal være 1 time.
- Oppumpet vand afledes til kloak gennem faste afgangsrør for at minimere pumpemodstanden og sikre stabilt driftsvandspejl, medmindre der er vurderet behov for rensning af vandet inden afledning til kloak, hvorved renseforanstaltninger inden afledning til kloak kan være påkrævet.

Vandspejlsdata opsamles med datalogger:

- Frekvens per 10. sekund i pumpeboring og per 1 minut i nærmeste pejleboring. Hvis der til pumpeboringen hører en kort boring, skal vandspejlsdata tillige logges i denne med frekvens lig pumpeboring.
- Varighed fra 10 minutter før pumpestart til 60 minutter efter pumpestop.
- Suppleres med håndpejlinger ved datalogger installation og optagning, umiddelbart før pumpestart samt før og efter regulering af pumpeydelsen.

Pumpeydelsen skal minimum måles:

- Ved pumpestart, umiddelbart før og efter regulering af pumpeydelsen samt ved stop.
- Frekvens per 10. minut i pumpeperioden for at sikre konstant ydelse.

Ved lavt-ydende boringer gælder:

- Kapacitet  $< 1 \text{ m}^3/\text{t}$  udføres type B - kapacitetstest/kort prøvepumpning
- Kapacitet  $1-3 \text{ m}^3/\text{t}$  udføres en tretrins prøvepumpning med  $Q_{\max} * 0,33$ ,  $Q_{\max} * 0,66$  og  $Q_{\max} * 1,00$ .

### Type D - Langtidsprøvepumpning med konstant kapacitet

Langtidsprøvepumpning udføres med konstant ydelse fastlagt af HOFORs tilsyn på baggrund af kapacitetstest/kort prøvepumpning (type B) eller, hvis udført, steptest / firetrins prøvepumpning, type C.

Følgende gælder:

- Der pumpes med størst mulig og konstant ydelse uden sænkning til under overkant filter.



## KRAVSPECIFIKATION

---

- Varighed mindst 3 døgn efterfulgt af mindst 1 døgn stigningsforsøg. Såfremt rovandstand ikke indtræffer i pumpeboringen efter 1 døgn forlænges stigningsperioden til 2 døgn etc.
- Oppumpet vand afledes til kloak gennem faste afgangsrør for at minimere pumpemodstanden og sikre stabilt driftsvandspejl, medmindre der er vurderet behov for rensning af vandet inden afledning til kloak, hvorved renseforanstaltninger inden afledning til kloak kan være påkrævet.
- Der må ikke foretages anden grundvandssænkning eller infiltration, samt udførelse af DTH borearbejde indenfor 300 m.

Vandspejlsdata opsamles med datalogger:

- Frekvens per 10. sekund i pumpeboring og per 1 minut i typisk 3 à 4 nærliggende pejleboringer med filtersætning i samme magasin som pumpeboring. Hvis der til pumpeboringen hører en kort boring, skal vandspejlsdata logges i denne med frekvens lig pumpeboringen. HOFOR udleverer liste med ønskede pejleboringer, herunder datalogger(e) til installation i andre magasiner.
- Varighed fra 12 timer før pumpestart til minimum 24 timer efter pumpestop, afhængig af stigningsperiodens længde.
- Suppleres med håndpejlinger ved datalogger installation og optagning, umiddelbart før pumpestart, daglig under pumpeforsøg, umiddelbart før pumpestop, dagligt under stigningsforsøg samt umiddelbart før afslutning af forsøg.
- Ved hav, å og/eller sø inden for 100 meter af pumpeboring installeres datalogger heri til evt. korrektion med frekvens per 10. minut.

Logging af barometertryk:

- Frekvens per 5-10 min under hele pumpeperioden og stigningsforsøg.

Pumpeydelsen måles:

- Kontinuerligt gennem hele forsøget med elektromagnetisk flowmåler med datalogging (målefrekvens en gang pr. 1-2 minutter).
- Ved pumpestart, umiddelbart før og efter regulering af pumpeydelsen samt ved stop. Frekvens per 10. minut i pumpeperioden for at sikre konstant ydelse.

Ved lav-ydende boringer:

- Kapacitet < 3 m<sup>3</sup>/t reduceres varigheden af forsøget til 4 timer eller erstattes af en type B - kapacitetstest/kort prøvepumpning .

### 3.8.3 Boringsudvikling

Såfremt en boring viser tegn på lav virkningsgrad (<60 %) skal denne udvikles efter aftale med HOFORs tilsyn inden udførelse af type D - Langtidsprøvepumpning med konstant kapacitet.

Boringsudvikling skal foretages ved én af følgende metoder:

- Airlift/mammut pumpe
- Udsyring



## KRAVSPECIFIKATION

---

Effekten af en boringsudvikling dokumenteres med en ny type C - Step-test / firetrins prøvepumpning.

### **Airlift/mammut pumpe**

Ved denne metode søges boringen udviklet ved at skabe den størst mulige vandindstrømning til boringen ved at trykke vandet op med luft. Udviklingen fortsætter, indtil vandet, der løftes op, er rent for synlige partikler af sand/silt og slam.

I løbet af forsøget stoppes luften i korte perioder for at lade vandstanden stige, hvorefter der startes igen.

### **Udsyring**

Udsyring anvendes kun for filtre og gruskastning udelukkende placeret i kalk.

Udsyring udføres ved tilsætning af fortyndet saltsyre i forholdet 1:20 til 1:30 af teknisk saltsyre (30 % HCL). Syren pumpes ned i boringen vha. rør fra blandingskar til bunden af boringen, indtil der er tilført minimum 40 kg koncentreret saltsyre for hver meter filter af boringen. Syren henstår i boringen i 24 timer.

Der anvendes som udgangspunkt tryksyring med et tryk afhængig af dybden til overside filter, forseglings og overjordens tykkelse.

Alternativt kan der anvendes flowsyring under tilsætning af vand til boringen efter syring

Beslutning om valg af tryk- eller flow-syring træffes af HOFORs tilsyn.

## **3.9 Borehulslogging**

Omfang af borehulslogging efter færdiggørelse af borearbejde (dvs. før og/eller efter upreaming) og/eller efter filtersætning fastlægges af HOFOR og vil være specificeret i SAB.

Såfremt boreformanden under kerneboring i kalk opnår lave kerneprocenter (TCR < 75 %) skal HOFORs tilsyn kontaktes for vurdering af udførelse af Optisk og Akustisk Televiver (OATV).

Under udførelse af specielt OATV og flowlogging skal den udførende entreprenør og HOFORs tilsyn aftale omfang af tilsyn.

Krav til udførelsen af de enkelte logs er nærmere beskrevet i Bilag 2 (JOR 101 B2).

## **3.10 Laboratoriearbejde**

Af udtagne jord- og kalk-/stenprøver fra geotekniske boringer udvælger entreprenøren henset til prøvernes egnethed og størrelse prøver til klassifikations- og indeksforsøg. Entreprenørens forslag til laboratorieprogram fremsendes til accept hos HOFORs tilsyn før laboratoriearbejdet påbegyndes.

Der skal udføres klassifikationsforsøg afhængig af prøvetype efter retningslinjerne givet i tabel 4 og for indeksforsøg udføres klassifikationsforsøg på samme prøve/-materiale som anført i tabel 5.

## KRAVSPECIFIKATION

Frekvensen af klassifikations- og indeksforsøg vil være anført i SAB og/eller givet i undersøgelsens TBL.

For den enkelte omrørte eller intakte prøve kan yderligere klassifikationsforsøg afhængig af projekt og krav til design tillige besluttes udført, hvis vurderet relevant. Dette vil i givet fald være anført i SAB.

Tabel 4: Klassifikationsforsøg for omrørte og intakte prøver, udtaget i geotekniske boringer.

	Omrørte prøver					Intakte prøver				
	Prøve, traditionelt	Stor prøve, fyld	Stor prøve, øvrige	Sten(-materiale)	Prøve, DTH	A-rør	B-rør	Kerne, kvartær	Kerne, grønsand	Kerne, kalk
Geologisk beskrivelse	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mineralogisk beskrivelse			x 1)	x						
Foto								x	x	x
Vandindhold, w	x	x	x			x	x	x	x	x
Densitet, $\gamma$						x	x	x	x	x
Sigteanalyse	x 2)	x 2)	x 2)							
Hydrometerforsøg			x 2) 3)							
Atterberg grænser			x 2) 3)							
$e_{\min} - e_{\max}$			x 2) 4)							
Kalkindhold			x 2)							x
Organisk indhold	x 2)	x 2)	x 2)							
Kornform			x 2)							
Andel af knuste flader			x 2)							
Prøvevægt	>700 gr.	Ca. 20 kg	Ca. 20 kg		>700 gr.					

Note:

- 1) Udføres hvis udført sigteanalyse viser klastre >16 mm
- 2) Hvis vurderet relevant
- 3) Udføres hvis  $d_{10}$  ikke er bestemt ved sigteanalyse
- 4) Gældende for aflejringer af sand og grus

Omfang af avancerede forsøg, samt slid- og slake durability forsøg fastlægges generelt af HOFOR eller dennes rådgiver, når boreprofiler og egnede prøver foreligger. Når omfang af disse forsøg er fastlagt, udføres tilhørende klassifikationsforsøg som vist i tabel 5.

Tabel 5 viser sammenhænge i klassifikationsforsøg, som er at betragte som obligatorisk for tunnel- og skaktprojekter. For øvrige, mindre projekter, hvor avancerede forsøg, slid- og slake durability forsøg i mindre grad eller slet ikke er relevant, kan omfanget/sammenhænge i henhold til tabel 5 tilpasses/reduceres eller helt fraviges efter aftale med HOFOR eller dannes rådgiver.

Hvor der ønskes tilføjelser, aftales dette tillige med HOFOR eller dennes rådgiver.

## KRAVSPECIFIKATION

I det omfang, at avancerede forsøg, slid- og slake durability forsøg skal forventes udført på det aktuelle projekt, vil dette være anført i SAB og enhedspriser skal anføres i TBL.

For hver eneste laboratorieforsøg gælder ubetinget, at der på resultatbilag skal anføres boringsnummer, prøvenummer og prøvedybde for fuldstændig sporbarhed og éntydig sammenhæng blandt laboratorieforsøg.

Tabel 5: Sammenhæng mellem klassifikationsforsøg og indeks-, avancerede, slid- og slake durability forsøg.

	Indeksforsøg			Avancerede forsøg		Slidforsøg			Slake	
	UCS, kvartær	UCS, kalksten	Brazil, kalksten	Komp. forsøg	Triaxial forsøg	SAT, kvartær	Cæcher, kalksten	LCPC, kvartær	LCPC, kalksten	Slake Durability
Geologisk beskrivelse	x 1)	x 1)	x	x 1)	x 1)	x	x	x	x	x
Mineralogisk beskrivelse		x 2)	x 2)				x 2)		x 2)	x 2)
Foto	x 3)	x 3)			x 3)					x 4)
Vandindhold, w	x	x	x	x 4)	x 4)		x		x	x
Densitet, $\gamma$	x	x	x	x	x					
Sigteanalyse				x	x	x		x	x	x
Hydrometerforsøg				x 6)	x 6)	x 6)				x 5)
Atterberg grænser				x 6)	x 6)	x 6)				
$e_{min} - e_{max}$				x 7)	x 7)					
Kalkindhold		x	x	x 8)	x 8)		x 8)		x 8)	x 8)
Organisk indhold										
Kornform										
Andel af knuste flader										
Naboprøve til/materiale fra	Triaxial	Brazil	UCS, kalk/sten		UCS, kvartær		UCS/(Brazil)	UCS	UCS/(Brazil)	UCS/Brazil

Note:

- 1) Før og efter forsøg vurderes behovet for opdatering af geologisk beskrivelse
- 2) Gældende for klastre >16 mm og sten
- 3) Foretages på alle 4 sider, såvel før som efter forsøg
- 4) Udføres før og efter forsøg
- 5) Gældende for kalk og udføres efter forsøg på afvasket materiale
- 6) Udføres hvis  $d_{10}$  ikke er bestemt ved sigteanalyse
- 7) Gældende for aflejringer af sand og grus
- 8) Hvis vurderet relevant

På prøver udtaget under udførelse af projekter i eksempelvis udgravninger, sekant pæle og/eller tunneleringsarbejdet skal der, som udgangspunkt, udføres laboratorieforsøg i henhold til tabel 6.

Opmærksomheden rettes mod vigtigheden i, at der under det geotekniske/geologiske tilsyn udtages prøve i tilstrækkeligt omfang (vægt), således at planlagte laboratorieforsøg kan gennemføres.

## KRAVSPECIFIKATION

Til sædvanlig geologisk beskrivelse og bestemmelse af vandindhold skal udtages minimum 0,7 kg materiale, der kan emballeres i egnet prøvepose. Såfremt der overvejes gennemført yderligere/andre laboratorieforsøg, da udtages ca. 20 kg materiale i en spand med tætsiddende låg.

Alle udtagne prøver skal identificeres på behørig vis og denne identifikation skal gå igen på relevante laboratorieforsøg for fuldstændig sporbarhed og éntydig sammenhæng blandt laboratorieforsøg.

I det omfang at ovennævnte vil være relevant på et givent projekt, vil dette være beskrevet i SAB.

Tabel 6: Laboratorieforsøg for prøver, udtaget under geoteknisk/geologisk tilsyn.

	Udgravning, tør i tunnel, åben front	Søskant pæle, tør udførelse	Søskant pæle, våd udførelse	Søskant pæle, våd udførelse i lag	Tunnel, lukket front
Geologisk beskrivelse	x	x	x	x	x
Mineralogisk beskrivelse	x 1)				x 1)
Foto					
Vandindhold, w	x	x			x 1)
Densitet, $\gamma$					
Sigteanalyse	x 1)	x 1)		x 1)	x
Hydrometerforsøg	x 2)	x 2)		x 2)	x 2)
Atterberg grænser	x 2)	x 2)		x 2)	x 2)
$e_{\min} - e_{\max}$					
Kalkindhold	x 1)	x 1)		x 1)	x 1)
Organisk indhold	x 1)	x 1)		x 1)	
Kornform					x 1)
Andel af knuste flader					x 1)
Bemærkning	Mængden af prøvemateriale skal være >700 gr. til geologisk beskrivelse og vandindhold ellers ca. 20 kg				

Note:

- 1) Hvis vurderet relevant
- 2) Udføres hvis  $d_{10}$  ikke er bestemt ved sigteanalyse

### 3.10.1 Geologisk prøvebeskrivelse

Alle omrørte og intakte jord- og kerneprøver skal beskrives af en geolog i henhold til retningslinjerne i dgf-Bulletin 1.

For kornstørrelsesfordeling henvises til dgf-Bulletin 1, geotekniker skala og DS/EN ISO 14688-1, idet følgende terminologi anvendes for grove klastre:

## KRAVSPECIFIKATION

Tabel 7: Kornstørrelsesfordeling. Note: Partikelstørrelse tillades afrundet, f.eks. 63 til 60 mm.

Kornstørrelse (mm)	Dansk	Engelsk
63 (60) til 200	Sten	Cobble
200 til (600) 630	Blok	Boulder
>(600) 630	Stor blok	Large boulder

For kerneprøver af kalk skal der, foruden geologisk beskrivelse med bestemmelse af hærtningsgrad og sprækkethed i henhold til dgf-Bulletin 1, bestemmes kerneprocent og RQD.

Hvor RQD bestemmes til 0 %, da skal dette også anføres på boreprofil.

Som supplement hertil kan estimeres Rock Mass Rating, RMR76 (RMR85) og Geological Strength Index, GSI. Hvis dette ønskes fra projektside, vil dette være specificeret i SAB samt anført i TBL, som selvstændig post.

### 3.10.2 Mineralogisk beskrivelse

Til vurdering af jordlags og grove klastre slidende egenskaber (abrasivitet), hvis relevant for det pågældende projekt og specificeret i SAB, skal der foretages mineralogisk beskrivelse af udtagne sten og fræsemateriale.

Bemærk, at mineralogisk beskrivelse ikke vedrører kalk og flint, herunder grønsandskalk, udtaget ved kerneboring. For kerner udføres sædvanlig geologisk beskrivelse af kalk, kalksten og flint som beskrevet i afsnit 3.10.1.

Mineralogisk beskrivelse udføres på grove klastre, dvs. såvel på sten udtaget under borearbejde og under/ved fræsning som på kalk og flint truffet som sten i glaciale aflejringer.

Den mineralogiske beskrivelse foretages på klastre >16 mm, enten udtaget direkte eller fraseret ved grovsigtning under udførelse af sigteanalyse. Grovsigtningen foretages med største sigte 90 mm og materiale tilbageholdt på 16 mm, 31,5 mm og 63 mm (og evt. 90 mm) opbevares/emballeres særskilt.

De enkelte klaster vaskes, hvorefter hovedmineralogien bestemmes jf. tabel 8. For at lette udvælgelsen af klaster til eventuelt abrasivitsforsøg, opbevares/emballeres klaster i hver enkelt hovedmineralogi og evt. fraktion separat efter mineralogisk beskrivelse.

For udtagne sten og fræsemateriale skal den mineralogiske beskrivelse indgå i prøvebeskrivelsen.

Tabel 8: Hovedmineralogi af klaster.

Genetisk Gruppe		Sammensætning	Eksempler
Sedimentære	Klastisk, tæt til mellemkornet	Korn består overvejende af mineralfragmenter	Muddersten, lersten, siltsten, sandsten

## KRAVSPECIFIKATION


---

	Klastisk, grov til meget grovkornet	Korn af består af bjergartsfragmenter, typisk kvarts, feldspat og lerminerale	Konglomerat, breccie
	Kemiske	>50 % karbonat	Kalksten, hærdnet (H3), kalksten, stærkt hærdnet (H4)
		Silikat	Flint
Vulkansk/metamorf	Tæt til finkornet	Felsisk og intermediær	Rhyolit, andesit, skifer, fyllit, kvartsit
		Mafisk og ultramafisk	Basalt, peridotit, pyroxenit, amfibolit
	Mellem til grovkornet	Felsisk og intermediær	Granit, diorit, pegmatit, gnejs, kvartsit, migmatit
		Mafisk og ultramafisk	Dolerit, gabbro, peridotit, pyroxenit

Den mineralogiske beskrivelse af klaster >16 mm afrapporteres tabelleret, med angivelse af fraktioners totalvægt samt den procentvise fordeling, eksempelvis som vist i figur 2.

## KRAVSPECIFIKATION

Mineralogy of grains			
Borehole No:	KAL9p35		
Sample No:	14		
Depth:	6.5 m		
Mineralogy	Distribution [%]		
	Fraction		
	16-32mm	32-63mm	>63mm
Limestone H4		22	
Limestone H3	36	45	
Flint	31		22
Granite/Gneiss			78
Igneous	32		
Sedimentary		32	
Fill material			
Total weight (g)	148	245	1129

According to ISO 19901-8, F.12.3

Prepared: VIJ/MHE	Date: 2019-03-08	Project : 202519 Kalvebod	
Checked: VIJ	Date: 2019-03-11	Report : 2	Encl. No. : 2.A03
Approved: JSK	Date: 2019-03-13	Subject : Mineralogy of grains	

<b>Geo</b>	Geo Copenhagen	+45 4588 4444	Rev: 0
	Geo Aarhus	+45 8627 3111	Page 1/1

Figur 2: Eksempel på afrapportering af mineralogisk beskrivelse.

### 3.10.3 Fotos af kerner/prøver

Alle kvartære- og kalkkerner samt laboratorie prøver, hvor dette er specificeret, skal fotografes i farver og med en minimums opløsning på 3 megapixels.

## KRAVSPECIFIKATION

---

For kernefotos gælder generelt, at disse skal tages fra en fast opstilling, således at målestok og belysning er ens på alle fotos. Kameraets fokusplan og kernens plan skal være parallelle.

Opstillingen skal inkludere standardfarve og gråtoneskala kort samt målepind, således at kernens placering i dybden registreres på billedet og prøvenummer. Derudover skal projektnavn og projektnummer samt bodedato fremgå af hvert enkelt kernefoto.

### 3.10.4 Klassifikationsforsøg

For klassifikationsforsøg på såvel jordarter som kalk og sten gælder, at disse udføres i henhold til standarder anført i tabel 9.

Tabel 9: Klassifikationsforsøg med tilhørende standarder.

Forsøgstype	Standard
Vandindhold	DS/EN ISO 17892-1
Densitet	DS/EN ISO 17892-2
Poretal	ASTM ASTM D7263 – 09
Sigteanalyse	DS/EN ISO/TS 17892-4
Hydrometerforsøg	DS/EN ISO/TS 17892-4
Atterberg grænser	DS/EN ISO 17892-12
e min / e max (kun sand/grus)	DGF Bulletin 15, afsnit 3.6
Kalkindhold	prVI 99-11:2013
Mætningsgrad	Beregnes under antagelse om kendt korndensitet
Organisk indhold	prVI 99-9-2010
Kornform	Powers Roundness Classification, 1953
Andel af knuste flader	DS/EN 933-5:1998

For store, omrørte prøver, hvis udtaget, af såvel fyld som intakte aflejringer, hvorpå der ønskes udført sigteanalyse gælder, at resultatbilag for sigteanalyse skal angive den samlede (oprindelige) prøvevægt, dvs. før den oprindelige prøve er blevet neddelte til prøven, hvorpå der udføres sigteanalyse. Vurderes prøven at indeholde kornstørrelser > 8mm skal grovsigting udføres.

Resultater af sigteanalyser og hydrometerforsøg skal for enkeltprøver sammenholdes med prøvens oprindelige geologiske beskrivelse, og om nødvendigt skal sidstnævnte revideres som følge af sigteanalyse/hydrometerforsøg. Hvor der foreligger såvel resultat af sigteanalyse/hydrometerforsøg som bestemmelse af plasttal, har sigteanalyse/hydrometerforsøg fortrinsret. Resultater af laboratorieforsøg skal bevirke revision/gennemgang af geologisk beskrivelse af testede prøver, men også i nødvendigt omfang lignende/tilsvarende prøver. Endelig revision aftales med HOFOR.



## KRAVSPECIFIKATION

---

For sammenblandede prøver, dvs. hvor flere (vægtmæssigt mindre) prøver vælges sammenblandet for vægtmæssigt at have tilstrækkeligt materiale til sigteanalyse og hydrometerforsøg, skal den geologisk beskrivelse af den sammenblandede prøve påføres sigteanalysens og evt. hydrometerforsøgets resultatbilag.

Som supplement til almindelig bestemmelse af kalkindhold af kalkkerner, kan hele den intakte prøve nedsænkes i syrebad, hvorved al kalk fjernes og ikke-kalk materialet vil fremstå. Foruden bestemmelse af kalkindholdet opnås tillige en bedre forståelse af kalkens struktur og den geologiske beskrivelse kan, om nødvendigt, opdateres.

Hvis fuldkommen udsyring ønskes fra projektside (typisk ved lavt (<50 %) kalkindhold bestemt ved almindelig metode), vil dette være specificeret i SAB samt anført i TBL, som selvstændig post.

Laboratorieforsøgene kornform og andel af knuste flader udføres på intakte, naturlige aflejringer og/eller prøvemateriale udtaget i forbindelse med tunnelering med lukket front, og suppleres med laboratorieforsøg svarende til tabel 6.

Hvis kornform og andel af knuste flader ønskes udført, vil dette være beskrevet i SAB samt anført i TBL som selvstændig post. Forsøgene kan være relevante for projekter med tunnelering i glacielle aflejringer.

### 3.10.5 Indeksforsøg

For indeksforsøg på såvel jord som kalk gælder, at disse udføres i henhold til standarder anført i tabel 10.

Tabel 10: Indeksforsøg med tilhørende standarder.

Forsøgstype	Standard
UCS, jord	DS/EN ISO 17892-7
UCS, kalk og sten	ASTM D7012-14e1
Brazil	ASTM D3967-16

For prøver udtaget til indeksforsøg gælder, at den geologisk beskrivelse af prøven skal opdateres, såfremt forsøgsresultatet giver anden hærdningsgrad end den indledende geologiske bedømmelse.

For supplerende laboratorieforsøg i forbindelse med udførelsen af indeksforsøg, UCS og Brazil, henvises til tabel 5, Sammenhæng mellem klassifikationsforsøg og indeks-, avancerede, slid- og slake durability forsøg.

#### UCS

UCS forsøg (én-aksede trykforsøg) på jord udføres på en intakt, uforstyrret prøve, udtaget ved kerneboring.

Følgende gælder for UCS forsøg på jord:

- Udføres for kalibrering med triaksialforsøg.

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Højde til diameter forhold på 1 ( $H/D = 1$ )
- Diameter 102 mm, svarende til GeoBorS diameter
- Forsøg udføres uden bestemmelse af elasticitetsmodul og Poissons forhold.
- Der anvendes tøjningsrater på 0.5-1.0 %/min, (Forsøgshastighed ved UCS forsøg på moræneler og kalk, GEO 203913\_T2\_V1\_2020-01-13)
- Prøven skal fotograferes før og efter udførelse af forsøg (fra alle 4 sider). I tilfælde af særlige forhold (f.eks. en brudfigur, der ikke er som forventet), brækkes prøven fra hinanden og supplerende billede® tages.

For UCS forsøg på kalk og sten gælder:

- Tilstræbes udført på kalkkerner med alle hærtningsgrader  $\geq H2$ .
- Cirka 1 forsøg per 1,5 m kerne.
- Højde til diameter forhold på 1 ( $H/D = 1$ )
- Diameter 102 mm, svarende til GeoBorS diameter. Dog kan reduceret diameter tillades for H5-prøver.
- Forsøg udføres på prøver, som tilstræbes fuld vandmættede medmindre andet er aftalt med HOFOR eller dennes rådgiver.
- Forsøg udføres uden bestemmelse af elasticitetsmodul og Poissons forhold.
- Tøjningsrater som angivet i tabel 11 nedenfor:

Tabel 11: Tøjningsrater for UCS forsøg på kalk (forsøgshastighed ved UCS forsøg på moræneler og kalk, GEO 203913\_T2\_V1\_2020-01-13)

Hærtningsgrad	Tøjningsrate, % / min
H1	0,03
H2	0,05
H3	0,10
H4	0,15
H5	

- For prøver med høj hærtningsgrad bør forsøget startes forsigtigt ud. Raten kan herefter sættes op hvis muligt.
- Prøven skal fotograferes fra alle 4 sider, såvel før som efter udførelse af forsøg. I tilfælde af særlige forhold (f.eks. en brudfigur, der ikke er som forventet), brækkes prøven fra hinanden og supplerende billede®(r) tages.

Hvor der aftales udført UCS forsøg på egentlige stenklaster, skal prøvematerialet tilstræbes tildannet med passende diameter og med  $H/D = 2$ .

Til orientering anser HOFOR ikke Point Load forsøg (PLT) for egnet til vurdering af en-aksede trykstyrker.

### Brazil

For Brazil forsøg på kalk gælder supplerende:

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Tilstræbes udført på kalkkerner med alle hærdningsgrader  $\geq$  H2.
- Cirka 1 forsøg per 1,5 m kerne.
- Udføres i samme diameter som og på naboprøve til UCS forsøg.

### 3.10.6 Avancerede laboratorie forsøg

For avancerede laboratorieforsøg på jord gælder, at disse udføres i henhold til standarder anført i tabel 12.

Tabel 12: Avancerede laboratorieforsøg med tilhørende standarder.

Forsøgstype	Standard
Konsolideringsforsøg (IL, Incremental Load)	DS/EN ISO 17892-5
Konsolideringsforsøg (CRS, Constant Rate of Strain)	ASTM D4186/D4186M – 12e1
Triaxial forsøg	DS/EN ISO 17892-9

For prøver udtaget til avancerede laboratorieforsøg gælder, at den geologisk bedømmelse af prøven skal opdateres, såfremt den geologiske bedømmelse af prøven efter forsøgsudførelse afviger fra den indledende bedømmelse af prøven.

For supplerende laboratorieforsøg i forbindelse med udførelsen af avancerede forsøg, konsoliderings- og triaxial forsøg, henvises til tabel 5, Sammenhæng mellem klassifikationsforsøg og indeks-, avancerede, slid- og slake durability forsøg.

#### **Konsolideringsforsøg (IL, Incremental Load)**

Konsolideringsforsøg, IL udføres på en intakt, uforstyrret prøve udtaget ved A-rør eller ved kerneboring.

HOFORs rådgiver udarbejder forslag til udførelse af konsolideringsforsøg og fastlægger de nødvendige spændingstrin samt aflastnings- og genbelastningsgrene.

Et aflastnings-genbelastningsforsøg skal udføres i begyndelsen af forsøget for at reducere eventuel prøveforstyrrelse. Aflastnings-genbelastningsforsøget skal udføres omkring in situ vertikal effektiv spænding.

Ved fastlæggelse af spændingsniveauerne skal der tages hensyn til jordens dannelseshistorie, til den aktuelle in situ spænding og til den forventelige belastningssituation i forbindelse med det kommende byggeri, hvilket skal afklares mellem projektets parter.

Afrapporteringen skal omfatte tidskurver og kryberater.

#### **Konsolideringsforsøg (CRS, Constant Rate of Strain)**

Konsolideringsforsøg, CRS udføres på en intakt, uforstyrret prøve udtaget ved A-rør eller ved kerneboring.

## KRAVSPECIFIKATION

---

HOFORs rådgiver udarbejder forslag til udførelse af konsolideringsforsøg og fastlægger aflastnings- og genbelastningsgrene.

Et aflastnings-genbelastningsforsøg skal udføres i begyndelsen af forsøget for at reducere eventuel prøveforstyrrelse. Aflastnings-genbelastningsforsøget skal udføres omkring in situ vertikal effektiv spænding.

### Triaxial forsøg (CAU, CIU osv.)

Triaxial forsøg udføres på en intakt, uforstyrret prøve udtaget ved kerneboring eller A-rør.

Forsøget udføres med H/D=1 og en diameter på 102 mm, svarende til GeoBorS diameter. Prøver kan, dog kun efter samråd med HOFOR rådgiver, trimmes til en mindste diameter på 70 mm, eller prøver i A-rør kan anvendes.

Triaxialforsøg med H/D=1 udføres fortrinsvist med glatte trykhoveder. Benyttes H/D=2 udføres forsøget med ru trykhoveder. H/D valg foretages af HOFOR rådgiver under hensyntagen til forsøgets formål.

Prøven skal indledningsvist vandmættes med anvendelse af bagtryk og vandmætningen dokumenteres. Skempton-B=0.95 skal som minimum opnås. Hele forsøget udføres med bagtryk, hvilket dog skal bekræftes af HOFOR inden igangsættelse af forsøget.

Den anisotrope (areal konstante) konsolidering i triaxialforsøget udføres til et lodret spændingsniveau svarende til forkonsolideringsspændingen bestemt ved konsolideringsforsøg. Såfremt konsolideringsforsøg ikke er udført, anses det rimeligt at estimere forkonsolideringsspændingen til tre gange den målte/anslåede vingestyrke, dog max. 1800 kPa. Såfremt  $3 c_v$  overstiger 1.800 kPa fastlægges spændingsvejen af HOFORs rådgiver.

Efter at prøven er færdigkonsolideret ved den fastlagte forkonsolideringsspænding, aflastes prøven (areal konstant) til in situ lodret effektivt spændingsniveau. Konsolideringen har til formål at eliminere/reducere effekten af prøveforstyrrelse og at genskabe dannelseshistorien.

Tøjningsraten for forsøget bestemmes ud fra konsoliderings tidsforløb.

Tøjningsraterne angivet i Tabel 13 defineres som øvre værdier. Disse svarer til fuld vandmætning af prøven.

Tabel 13: Grænseværdier for tøjningsrater under forsøgsudførelse (Axial strain-rate  $\dot{\epsilon}_{ref}$  for udrænet triaxialforsøg (B=1), Ole von Steensen Bach, 2019).

	$\dot{\epsilon}_{ref}(\%/hour)$ for $S_w = 100\%$			
	OCR≤10	OCR=20	OCR=30	OCR=40
$w_L=15\%$	2.2	1.76	1.32	0.88
$w_L=25\%$	1.00	0.80	0.60	0.40
$w_L=35\%$	0.45	0.36	0.27	0.18
$w_L=45\%$	0.20	0.16	0.12	0.08

## KRAVSPECIFIKATION

---

Forsøgets spændingsvej skal fastlægges af HOFOR eller dennes rådgiver baseret på jordens dannelseshistorie, in situ spænding og den forventelige situation i forbindelse med byggeriet. Alle volumenændringer af aksiale tøjninger svarende til de forskellige faser fra indbygning, konsolidering og forskydningsforsøg skal registreres og afrapporteres.

Multiple forsøg må kun udføres efter aftale med HOFORs rådgiver, og bør generelt undgås, idet maksimal aksial tøjningsudvikling bør tillades under forskydningsforsøget (dvs. forsøg udføres til maksimal aksial tøjning muligt i apparatet).

Efter udførelse af forsøget, udføres der en geologisk bedømmelse af forsøgsprøven. Afviger denne geologiske bedømmelse fra bedømmelsen af den intakte prøve, opdateres den geologiske bedømmelse.

Prøven skal fotograferes før og efter udførelse af forsøg (fra alle 4 sider). Efter forsøgsudførelse skal prøven brækkes fra hinanden og supplerende billeder tages.

### **Triaxial forsøg (CID osv.)**

Triaxial forsøg udføres på en intakt, uforstyrret prøve udtaget ved kerneboring eller A-rør. For sandprøver kan en "uforstyrret prøve" dog være en prøve, der i laboratoriet genindbygges til den ønskede lejringstæthed.

Såfremt forsøg udføres på genindbyggede prøver, skal  $e_{min}$  og  $e_{max}$  fastlægges inden forsøget på det samme prøvemateriale eller naboprøver.  $e_{min}$  og  $e_{max}$  er input parametre til fastlæggelse af densiteten af den indbyggede prøve.

Forsøget udføres med  $H/D=1$  og en diameter på 102 mm, svarende til GeoBorS diameter. Prøver kan, dog kun efter samråd med HOFORs rådgiver, trimmes til en mindste diameter på 70 mm eller prøver i A-rør kan anvendes, hvis intakte prøver er tilgængelige.

For genindbyggede prøver udføres forsøget med  $H/D=1$  og en diameter på 102 mm. Alternativt kan forsøget udføres med en diameter på 70 mm efter samråd med HOFOR rådgiver.

Triaxialforsøg med  $H/D=1$  udføres fortrinsvist med glatte trykhoveder. Benyttes  $H/D=2$  udføres forsøget med ru trykhoveder.  $H/D$  valg foretages af HOFOR rådgiver under hensyntagen til forsøgets formål.

Prøven skal indledningsvist vandmættes med anvendelse af bagtryk og vandmætningen dokumenteres. Skempton-B=0.95 skal som minimum opnås. Hele forsøget udføres med bagtryk.

Den isotrope konsolidering udføres til et niveau svarende til den middel effektive in situ spænding. HOFORs rådgiver specificerer hviletrykkoefficienten,  $K_0$ , der anvendes til bestemmelse af den middel effektive in situ spænding.

Tøjningsraten for forsøget bestemmes ud fra konsoliderings tidsforløb.

Alle volumenændringer af aksiale tøjninger svarende til de forskellige faser fra indbygning, konsolidering og forskydningsforsøg skal registreres og afrapporteres.

Multiple forsøg må kun udføres efter aftale med HOFORs rådgiver, og bør generelt undgås, idet maksimal aksial tøjningsudvikling bør tillades under forskydningsforsøget (dvs. forsøg udføres til maksimal aksial tøjning muligt i apparatet).

## KRAVSPECIFIKATION

---

Efter udførelse af forsøget laves en geologisk bedømmelse af forsøgsprøven. Afviger denne geologiske bedømmelse fra bedømmelsen af den testede prøve, opdateres den geologiske bedømmelse.

### 3.10.7 Slidforsøg

For slidforsøg på såvel jord som kalk og sten gælder, at disse udføres i henhold til standarder anført i tabel 14.

Tabel 14: Slidforsøg med tilhørende standarder.

Forsøgstype	Standard
Soil Abrasion Test	New test methodology for estimating the abrasiveness of soils for TBM tunneling, Nilsen et al 2007, RETC Proceedings, 104-116
Cerchar Abrasivity Test	ISRM Suggested Method for Determining the Abrasivity of Rock by the Cerchar Abrasivity Test, Alber et al. 2014
LCPC forsøg	NF-P18-579:2013

For supplerende laboratorieforsøg i forbindelse med udførelsen af slidforsøg på jord, kalk og sten, henvises til tabel 5, Sammenhæng mellem klassifikationsforsøg og indeks-, avancerede, slid- og slake durability forsøg.

Jords slidende egenskaber belyses ved Soil Abrasion Test idet følgende gælder:

- Materiale < 4 mm anvendes
- Bredde af slid-metal er 20 mm
- Forsøg forløber 1 minut med en hastighed på 20 omdrejninger per minut
- Abrasivitet bestemmes som gennemsnittet af 2 forsøg

For kalk og stens slidende egenskaber, hvis belyst ved Cerchar Abrasivity Test, gælder:

- Cerchar Abrasivity Test udføres med udstyr, modificeret af West (1989).
- Forsøg udføres på frisk flade, tildannet ved at flække materialet.
- Tilstræbes generelt udført på kalk med hærtningsgrader (H3,) H4 og H5 og sten.
- For sten skal materialets maksimale kornstørrelse skønsmæssigt angives.
- Forsøg udføres på materiale med naturligt vandindhold.
- Hvert forsøg består i minimum 5 kørsler med ny eller genskabt testnål.
- Efter forsøg måles testnålens slid (top-view) optisk ved 4 målinger eller digitalt ved 1 måling. Slid rapporteres til nærmeste 0,01 mm.
- Ved såkaldt "skating" effekt på prøver af eksempelvis flint skal LPCP tillige udføres.

Ved udførelse af LCPC forsøg på kalk og sten gælder:

- Kan udføres på kalk med hærtningsgrader (H3,) H4 og H5 og knust stenmateriale.

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Kan udføres på grus.
- Forsøget udføres på materiale/kornstørrelser i fraktionen 4 til 6,3 mm.
- Vægttabet af forsøgsopstillingens propel bestemmes som gennemsnittet af 2 forsøg.

Det understreges, at LCPC forsøg kun kan udføres på materiale med kornstørrelser indenfor det angivne interval, på 4 til 6,3 mm.

### 3.10.8 Slake durability forsøg

For slake durability forsøg gælder, at forsøget udføres i henhold til standarden anført i tabel 15.

Tabel 15: Slake durability forsøg med tilhørende standarder.

Forsøgstype	Standard
Slake Durability forsøg	ASTM D4644 – 16

For supplerende laboratorieforsøg i forbindelse med udførelsen af slake durability forsøg, henvises til tabel 5, Sammenhæng mellem klassifikationsforsøg og indeks-, avancerede, slid- og slake durability forsøg.

For Slake durability forsøg gælder supplerende:

- Tilstræbes udført på kalk kerneprøver med hærdningsgrader H1, H2, H3 og H4.
- Afrapporteringen af forsøget skal indeholde foto før og efter forsøg, idet kalkstykker, i videst muligt omfang, lægges i samme rækkefølge/orden og drejes ens på foto før og efter forsøg.
- For kalk foretages sigteanalyse og evt. hydrometer forsøg på det afvaskede materiale efter forsøg.

### 3.10.9 Miljøanalyser, jord og vand

#### PID-målinger, jord

PID-målinger foretages på prøver, der minimum har tempereret i 4 timer ved stuetemperatur og senest dagen efter prøveudtagning – dvs. om lørdagen for prøver udtaget under borearbejder afsluttet fredag.

PID værdierne skal indføres på boringens boreprofil.

På baggrund af PID-målingerne samt eventuel lugt eller misfarvning udvælger HOFORs tilsyn et antal jordprøver til kemisk analyse fra hver miljøteknisk boring. Prøverne udvælges fra den dybde, hvor der måles det højeste PID-udslag. Desuden udvælges en jordprøve i formodet rene aflejringer over og under de prøver, som giver PID udslag. Hvis der er forhøjet PID-udslag indtil boringens bund, udvælges desuden den dybeste jordprøve.

Hvis der ikke er PID-udslag over baggrundsniveau, udvælges kun én jordprøve. Dybden af denne prøve afhænger af dybden af nærliggende forurening.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### **Kemisk analyse, jord**

Til vurdering af betonkvalitet og -levetid skal der udtages jordprøver til kemisk analyse fra boringer tæt på konstruktioner og i dybder udvalgt af konstruktionsfolk.

Af hensyn til vurdering af betonkvalitet og levetid gennemføres analyseprogram C i henhold til BS 1377-3 omhandlende:

- pH
- Sulfat, vandopløseligt
- Sulfat, syreopløseligt
- Klorider

Det endelige analyseprogram aftales med HOFORs tilsyn.

Derudover kan der udtages jordprøver til analyse på laboratorium anvist af og for et analyseprogram aftalt med HOFORs tilsyn.

Det er entreprenørens ansvar at indhente analyserekvisition fra HOFORs tilsyn til den pågældende sag, hvor HOFOR afholder alle analyseudgifterne.

### **Kemisk analyse, grundvand**

Alle vandprøver analyseres på et laboratorie anvist af og for et analyseprogram aftalt med HOFORs tilsyn.

Det er entreprenørens ansvar at indhente analyserekvisition fra HOFORs tilsyn til den pågældende sag, hvor HOFOR afholder alle analyseudgifterne.

## **3.11 Sonderingsundersøgelser**

I fald sonderingsundersøgelser planlægges udført, eksempelvis let rammesondering eller cone penetration test, CPT forsøg, da henvises til SAB for nærmere detaljeret beskrivelse heraf.

## **3.12 Geoteknisk tilsyn ved udførelse af anlægsprojekter**

Ved geoteknisk/geologisk tilsyn og inspektion i henhold til DS/EN 1997-1:2007/, kapitel 4, under udførelsen af anlægsprojekter kan det være relevant for entreprenør og/eller tilsyn at udtage prøver for efterfølgende laboratorieforsøg til støtte for bedømmelse af, om bundforholdene er som forventet og forudsat i projektet.

Udtagning af prøver kan foretages under mange forskellige former for grave- og borearbejde samt tunnelering, hvor selve prøve kvaliteten vil være stærkt afhængig af udførelsesmetoder og af omhu ved prøvetagningen. Det skal således altid registreres under hvilke vilkår, af hvem og hvordan prøvetagningen er gennemført.

Prøvetagning og forventet prøve kvalitet er beskrevet i afsnit 3.6.1 og laboratoriarbejde er beskrevet i afsnit 3.10.



# KRAVSPECIFIKATION

---

## 4. Rapportering

### 4.1 Datarapport

Den udførte geotekniske, miljøtekniske og hydrogeologiske undersøgelse afrapporteres i pdf-format i en eller flere datarapport(er) i henhold til DS/EN 1997-1, afsnit 3.4, som detaljeret beskriver det faktiske udførte arbejde og indeholder de indhentede resultater.

Indholdet i de respektive datarapporter er beskrevet i følgende afsnit.

### 4.2 Geoteknisk undersøgelse

Den geotekniske undersøgelse afrapporteres i en selvstændig datarapport, hvori følgende indeholdes:

- Beskrivelse af undersøgelsen, baggrund og udførelse.
- Beskrivelse af anvendt udstyr, herunder kalibrering af vingeudstyr med dobbelt længde momentarm, tidspunkt for udførelse og en beskrivelse af eventuelle hindringer m.m., truffet under arbejdet.
- Markjournaler.
- Resultaterne af fejlbehæftede SPT-forsøg skal ikke indgå i datarapporten eller i tilhørende digitale data. Dette skal vurderes og aftales med HOFOR. Hvor der kan være tvivl om SPT-forsøgets rigtighed, skal dette bemærkes.
- Tillige skal anføres, hvor SPT forsøg er udført med lukket sonde.
- Situationsplan med placering af alle udførte geotekniske, miljøtekniske og hydrogeologiske borer/undersøgelser.
- Boreprofiler med projektnummer og -navn, DGU nummer, koordinater, terræn- og pejlerørskote, prøvenummer med dybde/kote og for intakte prøver den optagne prøvelængde, dybder/intervaller for fræsning, RQD, sprækkethed, hærdningsgrad, kerneprocent, rovandstand markjournaler.
- Sonderingsprofiler med projektinformation og hovedresultater.
- Resultater af borehulslogging, evt. eksklusiv flowlogging (se afsnit 4.5)
- Kernefotos.
- Laboratoriebilag med éntydig overensstemmelse mellem prøvenummerering på boreprofiler, laboratorieskemaer og digitale data.

Foruden ovenstående skal tidsforbrug og stenethed vises på skematiske længdeprofiler, eksempelvis som i figur 1. Intervaller og tidsforbrug for fræsning vises i tabelleret form.

### 4.3 Hydrogeologisk undersøgelse

Den hydrogeologiske undersøgelse afrapporteres i en separat datarapport, eventuelt i et selvstændigt afsnit i den geotekniske datarapport.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Entreprenøren skal levere følgende i datarapporten:

- Indledende beskrivelse af undersøgelsen, baggrund og udførelse.
- Markjournaler.
- Boreprofiler med rovandstand og indmålinger.
- Resultater af renpumpning, kapacitetstest og step-test.
- Resultater af langtidspumpeforsøg med observationer, ydelser, pejlinger m.m.
- Situationsplan med beliggenhed af boringer.
- Grafer som viser sænkning og stigning målt med datalogger samt håndpejlinger og ydelser for alle trinvis forsøg.
- Grafer som viser sænkning og stigning målt med datalogger samt håndpejlinger og ydelser for kapacitetstests og langtidspumpeforsøg.
- Resultater af flowlogging (evt. i form af bilag med samtlige logging resultater).

### 4.4 Miljøteknisk undersøgelse

Den miljøtekniske undersøgelse afrapporteres i en separat datarapport, eventuelt i et selvstændigt afsnit i den geotekniske datarapport.

Entreprenøren skal levere følgende i datarapporten:

- Situationsplan med angivelse af miljøboringer/boringer, hvori der er udtager miljøtekniske prøver og analyseresultater for jord- og vandprøver af de mest betydende komponenter.
- Markjournaler.
- Boreprofiler med PID-målinger og angivelse af niveau for jordanalyser (miljøprofiler).
- Tabeller med PID og kemiske analyseresultater af jordprøver.
- Tabeller med kemiske analyseresultater af vandprøver.

### 4.5 Borehulslogging

Udført borehulslogging afrapporteres i separat datarapport, eventuelt i et selvstændigt afsnit i den geotekniske datarapport indeholdende:

- Formålet med undersøgelsen.
- Beskrivelse af arbejde udført i felten.
- Beskrivelse af efterfølgende processeringsarbejde.
- Beskrivelse af den løbende kvalitetssikring.
- Beskrivelse af anvendte logtyper.
- Plot af de endelige processerede logs og en situationsplan.
- Informationer om boringsudbygning og boringsafslutning.
- Boreprofil med geologisk beskrivelse.
- Geologisk beskrivelse baseret på logs.
- Feltplot af gældende logs samt repeat logs.

En situationsplan skal vise beliggenheden af den eller de loggede boringer.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Logplottet skal ud over logkurvene indeholde alle tekniske oplysninger om boringen/arbejdet, følgende oplysninger skal inkluderes:

- DGU nummer.
- Boringsnavn.
- Lokalitet.
- Dato og klokkeslæt for udførelse af logningsarbejdet.
- Referencepunkt for målinger.
- Terrænkote og højdesystem.
- Koordinater og samt projektion og datum.
- Entreprenør.
- Boremetode.
- Dybde ifølge entreprenør.
- Bund af boring, ifølge logging.
- Boringsdiameter.
- Borevæske.
- Borerør (materiale, diameter, strækning).
- Rovandspejl.
- Udbygning (materialer, filterintervaller, afpropning).
- Pumpevandspejl ved flowlogging.
- Pumpeydelse ved flowlogging.
- Navn og enheder for logkurver.

Ikke brugbare dele af logkurvene skal fjernes i forbindelse med afrapportering af udført borehulslogging.

Naturlig Gamma, porøsitet og densitet, sonic og flowlog anbefales filtreret inden præsentation, der anbefales et 24 cm glidende middelfilter. For alle øvrige logs anbefales et 10 cm glidende middelfilter. De anvendte filterparametre skal altid angives, og filtrering må ikke overskygge signifikante detaljer.

### 4.6 Levering af data i elektronisk format

Alle relevante data fra den gennemførte undersøgelse, såvel mark- som laboratoriearbejder, skal leveres med de respektive datarapporter i elektronisk format.

Følgende data i elektronisk format skal minimum afrapporteres:

- Boringer med geologisk prøvebeskrivelse af jord-, sten- og kalkprøver, prøvetype og niveau for udtagning, vinge- og SPT forsøg (antal slag per 75 mm nedtrængning), filtersætning med ro-vandspejl, indmåling og koterings, kommentarer under borearbejdet samt laboratorieforsøg indtastes i GeoGIS 2020.  
Resultater af sonderinger indtastes tillige i GeoGis 2020.  
Alle data i GeoGIS 2020 eksporteres til en samlet geoform eller geoXML fil, som leveres med datarapporten.
- Resultater af indeks- og avancerede laboratorieforsøg afrapporteres i GeoGIS 2020 med rådata, f.eks. spændings-tøjningskurver, leveret i excel.

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Billedfiler af såvel kvartære- som kalkkerner, mineralogi oversigt, laboratorie prøver fra indeks-, avancerede, slid- og slake durability forsøg etc.
- Resultater af pumpeforsøg leveres i excel.
- Rapporter for kemisk analyse af jord- og vandprøver leveres i excel, sammenstillet med Jordplan Sjælland.
- Resultater fra kemisk analyse af jord- og vandprøver importeres til GeoGIS 2020 og leveres i STANDAT-format.
- Geofysisk logdata leveres i LAS-format med filtrerede logkurver i koter svarende til de endelige processerede og filtrerede data. OATV, sonic logs og VSP data leveres ALT WCL filformat.

### 4.7 Markjournaler

Markjournaler for udførte boringer skal følge udtagne prøver til entreprenørens laboratorie og efterfølgende sendes i kopi til HOFORs tilsyn, eksempelvis ved placering på Project Wise (PW), stillet til rådighed af HOFOR, eller entreprenørens egen ftp-server.

Markjournaler afleveres som del af den geotekniske datarapport.

Markjournaler skal indeholde informationer om følgende:

- Boringsnummer, dato og initialer på boreformand.
- Anvendt boregrej, type, diameter, dybde for alle skift af værktøj, dimension af borerør, dybde m.m.
- Laggrænser.
- Udtagne prøver og prøvedybder. For intakte prøver gælder, at den nedpressede længde noteres.
- Boreformandens observationer, jordartsbeskrivelser, jordtype, farve osv.
- Entydig angivelse af relevante observationer fra borearbejdet, herunder "knasen" under borearbejde, ekstra rotation/tid for nedbringning af borerør, problemer med vertikalitet af borestamme, tydelig angivelse af, hvor formationen er stenet etc.
- Resultater af vingeforsøg med angivelse af brug af dobbelt længde momentarm.
- Resultater af SPT forsøg med specifik angivelse af vandtilførsel/-stand før forsøg, mulige fejlkilder under forsøg, såsom grundbrud i lag, opadrettede gradienter ved manglende vand i boring, manglende/utilstrækkelig oprensning etc. Ved SPT forsøg registreres antal slag per 75 mm langs både indramning og forsøgsramning. Hvor SPT forsøg udføres med keglespids (lukket sonde) angives dette i markjournalen.
- Angivelse af vandindtrængning/-tab, herunder grundvandsstand i boring ved træfning af vandspejl under borearbejdet og efter borearbejdets afslutning.
- Borearbejde i og prøvetagning af sten og/eller særligt hårde lag.
- Indmåling og angivelse af start og slut af fræsning (dybde og tid)
- Hindringer, sten, blokke m.m.
- Kerneboring i kvartære og kalklag, herunder type af skyllevand, flow ind og retur, inklusiv angivelse af farve og eventuel tab af returvand.
- Anvendt borekrone ved kerneboring samt angivelse af boreparametre, rotationshastighed, bit-tryk.
- Alle skift i boreværktøj skal noteres.

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Tidsangivelse for udførelse og stilstand i borearbejdet.
- Angivelse af filtersætning, filterdimension, slidsestørrelse, gruskastning, kornfordeling, sandtype, bentonitforsegling, anvendt bentonittype m.v.

### 4.8 Geoteknisk undersøgelsesrapport

Den geotekniske undersøgelsesrapport er ikke en del af denne kravspecifikation. Denne er defineret i HOFOR kravspecifikation JOR103 *Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde*