

## KRAVSPECIFIKATION

---



Foto: Østerbro Avis /Michael Paldan

## JORDBUNDSUNDERSØGELSER TIL ANLÆGSARBEJDE

# KRAVSPECIFIKATION

---

1	Indhold og anvendelse .....	5
1.1	Gyldighedsområde .....	5
1.2	Love og bekendtgørelser .....	5
1.3	Normer, standarder m.m. ....	6
1.4	Indhold .....	7
1.5	Kvalitetsledelse .....	8
2	Udformning og projektering .....	8
2.1	Geotekniske, hydrogeologiske og miljøtekniske undersøgelser .....	8
2.2	Indledende undersøgelser .....	8
2.2.1	Skrivebordsstudie .....	9
2.2.2	Orienterende undersøgelser .....	9
2.3	Detailundersøgelser .....	9
2.3.1	Fase 1 (Detailundersøgelser) .....	10
2.3.2	Fase 2 (Supplerende detailundersøgelser) .....	10
2.4	Jordbundsundersøgelser for tunnelprojekter .....	10
3	Udførelse .....	10
3.1	Praktiske forhold .....	10
3.1.1	Trafikale foranstaltninger .....	11
3.1.2	Verifikation af eksisterende ledninger og kabler .....	11
3.1.3	Arbejdsområdet .....	12
3.1.3.1	Adgangsforhold for lodsejere og brugere .....	12
3.1.4	Afledning af vand .....	12
3.1.5	Støj, vibrations- og støvfrembringende aktiviteter .....	13
3.2	Boringer, planlægning, tilladelser m.m. ....	13
3.2.1	Lovgrundlag og tilladelser .....	13
3.2.1.1	Udførelse og sløjfning af boringer .....	13
3.2.1.2	Anmeldelse af boringer .....	13
3.2.1.3	Gravetilladelse .....	13
3.2.1.4	Tilslutningstilladelse .....	14
3.2.1.5	Kvalifikationer hos entreprenør .....	14
3.2.2	Opboret materiale .....	14
3.2.3	Vandforsyning .....	14
3.2.4	Boringsafslutning, indmåling, sløjfning m.m. ....	14
3.3	Definition af HOFORs standard boringstyper og undersøgelsesformål .....	15
3.3.1	Navngivning af boringer .....	15

## KRAVSPECIFIKATION

---

3.4	Boretækning.....	16
3.4.1	Tørrotation/slagboring.....	16
3.4.1.1	Tilførsel af vand til boringen.....	16
3.4.1.2	Fremdrift gennem hårde lag.....	17
3.4.1.3	Registrering af vandspejl under borearbejde.....	17
3.4.2	Kerneboring.....	17
3.4.3	DTH boring.....	18
3.5	Geotekniske in situ forsøg.....	18
3.5.1	Vingeforsøg.....	18
3.5.2	SPT.....	18
3.6	Borehulslogning.....	19
3.7	Prøvetagning.....	19
3.7.1	Omrørte prøver.....	19
3.7.1.1	Omrørte prøver ved DTH boring.....	20
3.7.2	Uforstyrrede prøver.....	20
3.7.3	Kerneprøver.....	21
3.7.4	Jordprøver miljø.....	21
3.7.5	Vandprøver miljø.....	22
3.8	Geologisk prøvebeskrivelse.....	23
3.8.1	Fotos af kerneprøver.....	23
3.9	Laboratorieforsøg.....	24
3.9.1	Geoteknik jord (Klassifikationsforsøg).....	24
3.9.2	Avancerede forsøg på jord.....	24
3.9.2.1	Konsolideringsforsøg (IL, Incremental Load).....	24
3.9.2.2	Konsolideringsforsøg (CRS, Constant Rate of Strain).....	24
3.9.2.3	Triaxial forsøg (CAU, CID, CIU osv.).....	25
3.9.3	Geoteknik kalk (Klassifikations- og avancerede forsøg på kerneprøver af kalk).....	25
3.9.3.1	Klassifikation.....	25
3.9.3.2	UCS.....	25
3.9.3.3	Brazil.....	25
3.9.3.4	Slake durability.....	26
3.9.4	Abrasivitet.....	26
3.9.5	Miljøanalyser, jord.....	26
3.9.5.1	PID-målinger (Photo Ioniserings Detektor).....	26
3.9.5.2	Analyseprogram, jord.....	26

## KRAVSPECIFIKATION

---

3.9.6	Miljøanalyser, grundvand.....	27
3.10	Filtersætning.....	27
3.11	Hydrogeologi (Monitering og prøvepumpning).....	27
3.11.1	Monitering af grundvandsspejl efter filtersætning.....	27
3.11.2	Pumpeforsøg.....	27
3.11.2.1	Type A (Renspumpning).....	28
3.11.2.2	Type B (Kapacitetstest/kort prøvepumpning).....	28
3.11.2.3	Type C (Step-test / firetrins prøvepumpning).....	28
3.11.2.4	Type D Langtidsprøvepumpning med konstant kapacitet.....	29
3.11.3	Boringsudvikling.....	30
3.11.3.1	Airlift/mammut pumpe.....	30
3.11.3.2	Udsyring.....	30
4	Indberetning og dokumentation.....	31
4.1	Datarapport.....	31
4.1.1	Geoteknisk undersøgelse.....	31
4.1.2	Hydrogeologisk undersøgelse.....	32
4.1.3	Miljøteknisk undersøgelse.....	32
4.1.4	Markjournaler.....	33
4.1.5	Borehulslogning.....	33
4.1.6	GeoGIS optegning version 2005/2020.....	35
4.2	Indberetning til GEUS.....	35
4.3	Vurderingsrapport.....	35
5	Bilag.....	36

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1 Indhold og anvendelse

### 1.1 Gyldighedsområde

Denne kravspecifikation omhandler geotekniske, hydrogeologiske og miljøtekniske forundersøgelser. De beskrevne metoder er baseret på etableret fagteknisk praksis inden for HOFORs forsyningsområde. Ved arbejde uden for dette område skal det vurderes om samme praksis kan benyttes.

Kravspecifikationen dækker projekter udført i geoteknisk kategori 2 og 3 i henhold til DS/EN 1997-1 Generelle regler. I geoteknisk kategori 3 kan det dog blive nødvendigt at udføre yderligere specielle undersøgelser, der ikke er beskrevet i denne kravspecifikation.

Kravspecifikationen dækker ligeledes de efterfølgende borearbejder, såsom pumpe- og reinfiltationsboringer ved skakt- eller tunnelprojekter.

Kravspecifikationen skal anvendes ved planlægning, projektering og udførelse af forundersøgelser til anlægsprojekter. Kravspecifikationen dækker ikke vandforsyningsboringer.

Fravigelser fra kravspecifikationen kan være nødvendige. De skal i så fald forelægges HOFOR for accept.

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

### 1.2 Love og bekendtgørelser

Nedenfor er listet nogle love og bekendtgørelser, som indeholder bestemmelser med særlig relevans for kravspecifikationens område. Listen må ikke betragtes som udtømmende, og flere kunne være nævnt. Det understreges i den forbindelse, at alle gældende love og bekendtgørelser selvfølgelig skal overholdes, uanset om de er nævnt nedenfor eller i andre afsnit, er ændret eller slet ikke nævnt i kravspecifikationen.

- LBK nr. 1072 af 07/09/2010 Bekendtgørelse af lov om arbejdsmiljø
- LBK nr. 1317 af 19/11/2015 Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse
- BEK nr. 467 af 23/05/2016 Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter
- LBK nr. 434 af 13/05/2016 Bekendtgørelse af lov om forurennet jord
- BEK nr. 1452 af 07/12/2015 Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord
- LBK nr. 1584 af 10/12/2015 Bekendtgørelse af lov om vandforsyning mv.
- BEK nr. 1260 af 28/10/2013 Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land
- BEK nr. 1826 af 16/12/2015 Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører boringer og brønde på land
- LBK nr. 1185 af 14/10/2010 Bekendtgørelse af byggeloven
- LOV nr. 1520 af 27/12/2014 Lov om offentlige veje mv.
- LBK nr. 1234 af 04/11/2015 Bekendtgørelse af lov om private fællesveje

## KRAVSPECIFIKATION

---

- LBK nr. 358 af 08/04/2014 Bekendtgørelse af museumsloven
- LBK nr. 578 af 06/06/2011 Bekendtgørelse af lov om registrering af ledningsejere
- BEK nr. 1011 af 25/10/2012 Bekendtgørelse om registrering af ledningsejere

### 1.3 Normer, standarder m.m.

Nedenfor nævnte normer og standarder m.m. samt fremtidige opdaterede versioner af disse gælder i relation til denne kravspecifikation med de tilføjelser og fravigelser, som fremgår af projekt- eller udbudsmaterialet. Hvis ikke andet er nævnt, gælder den sidst udsendte version. Vejledninger i de nævnte normer, standarder m.m. skal betragtes som krav medmindre andet er nævnt i projekt- eller udbudsmaterialet.

Eurocodes 7 Geoteknik:

- DS/EN 1997-1 Generelle regler
- DS/EN 1997-2 Jordbundsundersøgelser og prøvning

Andre standarder:

- DS 442 Dansk Ingeniørforenings norm for almene vandforsyningsanlæg
- ISO 22476-3 Geoteknisk undersøgelse og prøvning - Driftsprøvning - Del 3: Standard penetrationstest
- ISO/TS 17892 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Laboratorieprøvning af jord
- ISO 14688-1, Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Identifikation og klassifikation af jordforhold – Del 1: Identifikation og beskrivelse
- NF-P18-579 Aggregate - Abrasiveness and grindability tests (Fransk standard)
- NF-P94-430-1 Rock - Determination of the rock abrasiveness – Part 1: Scratching-test with a pointed tool (Fransk standard)
- ASTM D4644 – 08 Standard test method for slake durability of shales and similar weak rocks
- BS 1377-3 Methods of test for soils for civil engineering purposes. Chemical and electro-chemical tests

Danske retningslinjer:

- dgf-Bulletin 1: Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse
- dgf-Bulletin 14: Felthåndbogen
- dgf-Bulletin 15: Laboratoriehåndbogen
- prVI 99-9: Vejteknisk Institut, Provisorisk prøvningsmetode, Glødetab
- Kravspecifikation for udførelse af geofysisk borehulslogning i forbindelse med den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning, GEUS, 2010
- Tage Sørensen: Boringers virkningsgrad, Vandteknik nummer 4, 1977
- Vejledning om boringer på land, 2013, Naturstyrelsen

Andre retningslinjer:

- ISRM Suggested Method for Determining Unconfined Compressive Strength and Deformability

## KRAVSPECIFIKATION

---

- ISRM Suggested Method for Determining Tensile Strength of Rock Materials, Part 2: Suggested Method for Determining Indirect Tensile Strength by the Brazil Test
- ISRM Suggested Method for Determining Swelling and Slake-Durability index properties
- Classification of soil abrasivity according to Drevland Jacobsen. P et al., Review and assessment of the NTNU/SINTEF Soil Abrasion Test (SAT™) for determination of abrasiveness of soil and soft ground", TUST 37 (2013), 107–114
- 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.

### 1.4 Indhold

Denne kravspecifikation giver en overordnet beskrivelse af planlægning og krav til udførelse, indberetning og dokumentation af forundersøgelser.

Kravspecifikationen er tænkt benyttet som en slags "Almindelig arbejdsbeskrivelse", som i det konkrete projekt skal suppleres, og eventuelt fraviges. Dette sker i projekt- eller udbudsmaterialet.

Kravspecifikationen angiver ikke specifik vejledning i undersøgelsesomfang for specielle geologiske forhold eller forskellige projekttyper, eksempelvis skakt- eller tunnelprojekter. For skakt- eller tunnelprojekter findes der en sådan vejledning i de respektive kravspecifikationer. Ved specielle geologiske forhold henvises der til projekt- eller udbudsmaterialet.

Den overordnede ramme for fastlæggelse af tæthed og dybde af undersøgelsepunkter er beskrevet i DS EN 1997-2 Jordbundsundersøgelser og prøvning, Anneks B3.

Afsnit 2 angiver krav til udformning og projektering, som den projekterende skal opfylde ved forundersøgelseernes planlægning og projektering i alle projektfaser, inklusiv hvis dele af eller hele planlægningen eller projekteringen er henlagt til udførelsesfasen.

Afsnit 3 angiver krav til udførelsen, som den udførende skal opfylde ved forundersøgelseernes fysiske udførelse. Omfanget af undersøgelsen og hvilke prøver, logging, forsøg etc. der skal udføres skal tilpasses det enkelte projekt.

Afsnit 4 angiver krav til indberetning og dokumentation af udførelsen for det konkrete projekt.

Kravspecifikationen tager ikke stilling til hvilken part (den planlæggende, projekterende eller udførende) i byggeprocessen, der skal planlægge, projektere eller udføre projektet, og dermed hvilken part, der har ansvaret for opfyldelse af kravene. Dette vil være bestemt af HOFOR ved valget af byggeprocessens organisation og af kontrakt- og entreprisformer. Ansvarsforholdene i forhold til kravspecifikationerne vil være beskrevet i rådgiver- og entrepriscontrakterne for det konkrete projekt.

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1.5 Kvalitetsledelse

Den projekterende og den udførende skal anvende et iht. internationale standarder anerkendt kvalitetsstyringssystem.

Det skal altid vurderes i forhold til det konkrete projekt om kravspecifikationen er dækkende, eller der er behov for i projekt- eller udbudsmaterialet at stille supplerende krav eller fravigelser til kravspecifikationen. Det er den projekterende/udførendes ansvar at foretage denne vurdering.

Ved fravigelse forstås en planlagt og nøje overvejet ændring i forhold til kravspecifikationen. En fravigelse skal begrundes, og det skal dokumenteres, at den er forsvarlig. Inden implementering skal fravigelsen accepteres af HOFOR.

Ved afvigelse forstås en ikke planlagt eller ikke overvejet ændring i forhold til kravspecifikationen, som af uforudsigelig 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, med hensyn til holdbarhed, drift og vedligehold, herunder eventuelle behov for skærpede overvågnings-/moniterings- eller vedligeholdsaktiviteter.

## 2 Udformning og projektering

### 2.1 Geotekniske, hydrogeologiske og miljøtekniske undersøgelser

Ved et hvert projektstadium skal der være tilstrækkelig viden om geologi, geoteknik, hydrogeologi og jord- og grundvandsforurening, til at sikre at projektet kan udarbejdes mest hensigtsmæssigt og med acceptabel risiko (anlægsteknisk, økonomisk og tidsmæssigt).

Undersøgelserne faseopdeles og indeholder følgende kategorier:

- Indledende undersøgelser (afsnit 2.2)
- Detailundersøgelser fase 1 og fase 2 (afsnit 2.3)

Kontrolundersøgelsen udføres under anlægsfasen og er en kontrol af, at de geologiske forhold samt styrke- og deformationsparametre der er anvendt i detailprojekteringsfasen også virkelig kan opnås i felten.

### 2.2 Indledende undersøgelser

Den indledende undersøgelse kan deles op i to undersøgelser:

- Et skrivebordsstudie
- En orienterende undersøgelse



## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **2.2.1 Skrivebordsstudie**

Det overordnede formål med et skrivebordsstudie er at indhente og sammenstykke eksisterende oplysninger omkring jord-, grundvandsforhold og miljømæssige forhold på et indledende stadie, for fastlæggelse af linjeføring og placering af planlagte skakte/bygværker.

Et skrivebordsstudie omfatter typisk, men ikke nødvendigvis alle, følgende aktiviteter:

- Boringer: Boringsdatabase JUPITER (GEUS), HOFOR boringsarkiv, konsultation af boringsarkiver (GeoGIS) hos forskellige rådgivere
- Geologiske kort, karteringskort og cirkeldiagramkort
- Gældende terrænkoter sammenholdes med de(t) forventede trykniveau i grundvandsmagasiner
- Historiske kort: Geodatastyrelsen, GST kortviser, Biblioteker, Stadsarkiv, Det Kongelige Bibliotek
- Fredede og bevaringsværdige bygninger: Kulturstyrelsen (FBB)
- Forureningskortlægning: Region Hovedstaden og kommunen
- Indledende besigtigelse af arealer samt fotoregistrering
- Forespørgsel hos kommunen om igangværende/kommende aktiviteter i projektområdet

Skrivebordsstudiet skal afsluttes med en rapport, der opsummerer forholdene, samt identificerer eventuelle risici, og områder/emner, der er sparsomt belyst.

### **2.2.2 Orienterende undersøgelser**

På baggrund af skrivebordsstudiet vil det ofte konkluderes, at der, som en del af de indledende undersøgelser udføres markarbejde for tilvejebringelse af yderligere informationer, som kan belyse de "huller", der optræder i de oplysninger, der er indsamlet under skrivebordsstudiet. Formålet med undersøgelserne er ofte at skaffe viden om den overordnede geologiske lagfølge og grundvandsforhold, således at det er muligt at etablere en geologisk model til anvendelse ved analysefase og indledende projekteringsfase.

Orienterende undersøgelser omfatter typisk, men ikke nødvendigvis alle, følgende aktiviteter:

- Boringer i udvalgte punkter, geoteknik, hydrogeologi og miljø
- Udtagning af jord- og vandprøver til analyse ved mistanke om jord- eller grundvandsforurening
- Monitering af grundvandsspejl i betydende magasiner for tilvejebringelse af tidsserier
- Resultater afrapporteres i en datarapport

## **2.3 Detailundersøgelser**

Detailundersøgelserne udføres ofte i 2 faser med henblik på at tilvejebringe de nødvendige oplysninger for fastlæggelse af linjeføringer samt placeringer og projektering af de planlagte anlægsarbejder i takt med aktuelle behov, som beskrevet herunder.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **2.3.1 Fase 1 (Detailundersøgelser)**

Detailundersøgelsen fase 1 skal belyse de geologiske, hydrogeologiske, geotekniske samt miljøtekniske forhold, således det er muligt at foretage projektering af projektet.

Ved planlægning af omfanget af detailundersøgelserne, skal der tages hensyn til, at linjeføringen og placering og geometri af de planlagte byggegruber og anlægskonstruktioner, ikke nødvendigvis er endeligt fastlagt.

Detailundersøgelser omfatter typisk, men ikke nødvendigvis alle, følgende aktiviteter:

- Boringer: Geotekniske boringer, miljøboringer, hydrogeologiske boringer og borehulslogning
- Grundvandsmonitoring til bestemmelse af grundvandspejlenes beliggenhed samt eventuelle sæsonvariationer
- Pumpeforsøg: Renspumpning, korte kapacitetstest, flertrins prøvepumpninger og eventuelle langtids prøvepumpninger
- Laboratorieundersøgelser: Jord- og grundvandsanalyser, klassifikationsforsøg (jord), konventionelle laboratorieforsøg (jord og borekerner)

Detailundersøgelserne afsluttes med en datarapport, se afsnit 4.1 på hvilken baggrund en efterfølgende vurderingsrapport kan udarbejdes. Vurderingsrapporten skal summere forholdene samt identificere eventuelle risici, områder/emner, der er sparsomt belyst samt anbefale omfang af eventuelle yderligere undersøgelser.

### **2.3.2 Fase 2 (Supplerende detailundersøgelser)**

De supplerende detailundersøgelser har til formål at fastlægge supplerende specifikke geotekniske, hydrogeologiske og/eller miljøtekniske parametre, som er nødvendige for detailprojektering af projektet.

De supplerende detailundersøgelser omfatter typisk de samme elementer som detailundersøgelsens fase 1 suppleret med for eksempel specielle in situ forsøg og/eller avancerede laboratorieforsøg.

## **2.4 Jordbundsundersøgelser for tunnelprojekter**

En vejledende beskrivelse af god praksis for planlægning af geotekniske og hydrogeologiske undersøgelser for dybe konstruktioner, herunder tunneller, skaktkonstruktioner og pumpestationer, findes i Bilag 3 til HOFORs kravspecifikation for skakte til tunnelering (TUN 102 B3).

## **3 Udførelse**

### **3.1 Praktiske forhold**

Afsnittet praktiske forhold beskriver hvilke forhold, entreprenøren skal være særlig opmærksom på i forbindelse med udførelse af det udbudte arbejde. Formålet med afsnittet er at belyse de områder,

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

som kan sikre en så gnidningsfri gennemførelse af undersøgelsen som muligt over for de offentlige myndigheder og instanser, ledningsejere, borgere og daglige brugere af området, hvor undersøgelsen skal foregå.

### **3.1.1 Trafikale foranstaltninger**

Entreprenøren skal forestå de trafikale foranstaltninger, der vil være nødvendige for at kunne udføre boringerne og de tilhørende boringsundersøgelser. De færdselsregulerende foranstaltninger skal til enhver tid leve op til de gældende regler.

Entreprenøren skal etablere alle nødvendige midlertidige ramper og belægninger for trafikafviklingen. Al afspærring og afmærkning skal foretages i overensstemmelse med gældende regler for afmærkning af vejarbejder og i øvrigt efter politiets, vejmyndighedens og HOFORs tilsyns anvisninger.

Ved arbejdets ophør i de enkelte delområder skal entreprenøren snarest muligt, specielt i områder for parkering, retablere området og fjerne de midlertidige trafikforanstaltninger, jævnfør afsnit 3.1.3.

Al afspærring og skiltning skal være etableret inden det enkelte arbejdsområde ibrugtages.

Alle anvisninger fra politiet, vejmyndigheden og HOFORs tilsyn om retablering af manglende eller mangelfuld afspærring og skiltning skal efterkommes omgående. Såfremt manglerne ikke udbedres straks efter påbuddet, er HOFOR berettiget til at lade dette ske ved anden entreprenør, men på entreprenørens regning.

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

Entreprenøren skal gøre sig bekendt med den nøjagtige placering og det nøjagtige antal af eksisterende lednings- og kabelanlæg inden for entreprisområdet og skal selv ved skriftlig henvendelse til ledningsejerne rekvirere opdaterede ledningsplaner og om nødvendigt anmode om påvisning af ledninger i marken. Entreprenørens kendskab til ledninger gælder også luftledninger. Entreprenøren skal derfor forud for opstart af borearbejdet søge relevante ledningsplaner i LER (Ledningsejerregisteret) og hos andre relevante ledningsejere, herunder også ledninger på private matrikler. Entreprenøren skal ligeledes være i besiddelse af gyldig kvittering fra LER. Det bemærkes, at signal- og belysningskabler ofte tilhører vejkassen, hvorfor informationer om disse ikke nødvendigvis fremgår af LER, men skal søges i kommunens ledningsarkiv.

Entreprenøren skal som minimum, men ikke begrænset til at anvende kabelsøger for påvisning af kabler og ledninger i terrænet.

Når påvisningen har fundet sted, skal entreprenøren ved skånsom frigravning blotlægge eksisterende kabler og ledninger, som er i umiddelbar nærhed af borestedet. Såfremt borestedet udføres i et ledningsfrit område, kan frigravning udelades.

Entreprenøren skal til hver en tid overholde de af ledningsejerne opstillede betingelser for at arbejde i nærheden af ledningerne.

Såfremt eksisterende ledningers placering ikke kan påvises af ledningsejerne eller ved den af entreprenøren foranstaltede søgning ved prøvegravning, skal HOFORs tilsyn og ledningsejeren underrettes.

## KRAVSPECIFIKATION

---

I områder med mange tætliggende ledninger sættes et vertikalt opføringsrør til cirka 2 m under terræn i frigravningsområdet med en diameter som tillader udførelse af den ønskede boredimension.

Beskadigelser af påviste lednings- og kabelanlæg er på entreprenørens ansvar. Entreprenøren har ikke ansvaret for skader på ledninger og installationer som:

- Ikke har kunnet påvises ved kabelsøgning eller frigravning og/eller
- Som der ikke foreligger oplysninger om og/eller
- Som ikke er placeret som vist på tegninger

Såfremt entreprenøren beskadiger ledninger og ikke påviste installationer, skal han underrette HOFORs tilsyn samt foranledige, at den pågældende ledningsejer straks bliver underrettet. Reparationer på beskadigede ledninger og kabler skal foretages af ledningsejeren, med mindre andet er aftalt med HOFORs tilsyn eller ledningsejeren.

### 3.1.3 Arbejdsområdet

Arbejdsområdet overtages af entreprenøren som de henligger ved entreprisens overdragelse.

Inden boreriggen eller andet feltudstyr anstilles skal arbejdsområdet synes af entreprenøren og eventuelle skader på belægningen skal registreres. Nye skader skal udbedres af entreprenøren.

Arbejdsområderne skal afleveres i samme stand som de er modtaget. Entreprenøren skal renholde arbejdsområdet, om nødvendigt flere gange dagligt.

#### 3.1.3.1 Adgangsforhold for lodsejere og brugere

Der skal i hele undersøgelsesperioden sikres adgang for fodgængere til beboelsesejendomme, butikker og andre bygninger ved arbejdsområdet.

Alle berørte lodsejere, lejere og brugere skal til enhver tid have en efter HOFORs tilsyns og myndighedernes bestemmelser tilfredsstillende adgang til deres ejendomme. Eventuelle interimsbelægninger skal udføres, så arealerne er jævne og vel afvandede. De trafikale forhold for handicappede (kørestolsbrugere, svagtseende mv.) må ikke forringes ved udførelse og vedligeholdelse af færdselsregulerende foranstaltninger, herunder ramper og afspærring. Der skal til hver en tid være adgang til ejendommene for udrykningskøretøjer, lægebesøg, renovationsvogne og lignende.

Beboere i de pågældende nærområder skal skriftligt orienteres af entreprenøren om udførelse af undersøgelserne og konsekvenserne inklusive en tidsramme for eksempel ved opslag i berørte opgange og nærliggende butikker. Opslag skal godkendes af HOFORs tilsyn. HOFORs tilsyn oplyser området for opsætning/uddeling af opslag.

### 3.1.4 Afledning af vand

Afledning af vand sker oftest til kloakbrønd og typisk indenfor en afstand på maksimalt 200 m fra det enkelte borested. HOFORs tilsyn anviser tilslutningssted og afholder vandafledningsafgifterne herved. Myndighederne kan undtagelsesvist tillade, at der afledes til en vejbrønd, som er koblet til kloaksystemet. Hvis der er tale om rent vand, kan myndighederne tillade udledning direkte til recipient.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

Tilladelse til afledning af overskudsvand fra borearbejder, borehulslogning og pumpetest indhentes af HOFOR, således at arbejdet kan tilpasses vilkår i tilladelserne, se afsnit 3.2.1.4.

Entreprenøren skal sikre, at myndighedernes vilkår i tilslutningstilladelser for vand afledt til kloak overholdes. Det skal bemærkes, at myndighederne oftest stiller krav om, at afledning skal ske gennem sedimentationscontainer eller lignende medmindre vandet er garanteret klart. Der kan også stilles krav om opstilling af renseenhed, f.eks. olieudskiller eller rensning ved kulfiltrering inden afledning til kloak i de tilfælde, hvor der er chlorerede stoffer eller andre miljøfremmede komponenter i grundvandet, som kan fjernes med aktivt kul. Entreprenøren skal derfor være forberedt på at opfylde disse krav for forskellige pumpeydelse.

Der skal i alle tilfælde måles volumen på alle afledte vandmængder. Som udgangspunkt benyttes vandmåler fra HOFOR.

### **3.1.5 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 Boringer, planlægning, tilladelser m.m.**

### **3.2.1 Lovgrundlag og tilladelser**

#### **3.2.1.1 Udførelse og sløjfning af boringer**

Alle geotekniske, miljøtekniske og hydrogeologiske boringer skal udføres i henhold til BEK nr.1260 af 28/10/2013 "Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land" og vejledninger i "Vejledning om boringer på land, kapitel 7, Naturstyrelsen 2013".

#### **3.2.1.2 Anmeldelse af boringer**

HOFORs tilsyn forestår alle nødvendige anmeldelser af og ansøgninger om udførelse af A- eller B-boringer til myndighederne.

#### **3.2.1.3 Gravetilladelse**

Entreprenøren skal indhente gravetilladelser hos kommunen i god tid før udførelse af boringerne.

Forudsætning for indhentning af gravetilladelser er indhentning af ledningsoplysninger i LER (Ledningsejerregisteret) og kommunens ledningsarkiv for signaler og belysning samt udarbejdelse af skilte- og afspærringsplan.

Placering af boringer i særligt fine belægninger (granit, marmor m.v.) bør undgås. Er det nødvendigt af placere boringer i sådanne belægninger, skal kommunen kontaktes for nærmere aftale herom herunder særlige krav til materialer, opbrydning og retablering.

Såfremt det er nødvendigt at foretage boringer på privat matrikel, forestår HOFORs tilsyn den indledende kontakt til lodsejeren omkring adgangsvej og tilladelse til at udføre boringerne det aktuelle sted.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **3.2.1.4 Tilslutningstilladelse**

HOFOR ansøger om midlertidig tilslutningstilladelse til kloak efter Miljøbeskyttelsesloven §28 ved udførelse af prøvepumpninger og/eller afledning af vand fra borearbejde, borehulslogning og pumpetest.

### **3.2.1.5 Kvalifikationer hos entreprenør**

Entreprenøren skal opfylde de krav, der er anført i BEK nr. 1826 af 16/12/2015 "Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører borer på land" med hensyn til borefolkernes kvalifikationer.

## **3.2.2 Opboret materiale**

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

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

Hvis historikken i området (for eksempel, hvis området er V1 eller V2 kortlagt) tilsiger, at der er risiko for forurenede jord, skal entreprenøren sikre, at medarbejdere, der er i kontakt med opboret jord eller dampe heraf, anvender egnede personlige værnemidler. Værnemidlerne skal vælges ud fra, hvad der kan forventes af forurening i det pågældende område.

HOFORs tilsyn indhenter jordanvisning og anmelder alt jordkørsel til myndighederne. HOFORs tilsyn udleverer følgeseddel til jordkørsel inden igangsætning af arbejdet. Følgeseddel skal altid medbringes under kørslen.

## **3.2.3 Vandforsyning**

Såfremt der er behov for brugsvand under borearbejdet, kan der udføres en opkobling til nærmeste brandhane. Opkoblingen med midlertidig vandmåler foretages af HOFOR med minimum 3 arbejdsdages varsel. Der søges online på HOFORs hjemmeside. Ansøgningen foretages af entreprenøren. Umiddelbart efter brug skal opkoblingen afmeldes til HOFORs tilsyn af entreprenøren.

Entreprenøren har ansvaret for ledningen fra brandhane til borestedet, herunder nødvendige vejkrydsninger, frostsikringer m.m.

## **3.2.4 Borningsafslutning, indmåling, sløjfning m.m.**

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

For boringer, udført i eller nær tracé af planlagte tunnelkonstruktioner, skal tilfyldning/sløjfning udføres med anvendelse af cementstabiliseret bentonitsuspension (f.eks. som Storebæltsblanding).

Alle filtersatte boringer skal som udgangspunkt bevares i anlægsperioden eller indtil det fastlagte sløjfningstidspunkt.

Umiddelbart efter borearbejdets afslutning skal boringens forerør lukkes med låg/dæksel, som for såvel pejle- og pumpeboringer skal kunne aflåses med hængelås og sikres mod ødelæggelse, jf. Bilag 4 (JOR 101 B4).

## KRAVSPECIFIKATION

---

I Bilag 4 (JOR 101 B4) er beskrevet de specifikke krav, der skal overholdes ved en boringsafslutning i forskellige vejarealer samt ved forskellig filterdimensioner.

Alle pejlerør skal forsynes med markering af lokal boringsnavn, DGU nummer (hvis påkrævet) og dybde. Afmærkningen skal være tydelig og langtidsholdbar.

Efter borearbejdets udførelse nivelleres toppen af samtlige forerør, og terrænoverfladen med en præcision på +/-0,01 m, og endvidere indmåles alle boringer i planen med en præcision på +/- 0,03 m. Alle indmålinger i planen refereres til koordinatsystem efter aftale med HOFOR, og alle målinger i højden refereres til Dansk Vertikal Reference (DVR90). Desuden angives målepunkt samt koter og koordinater på de endelige boreprofiler.

Bemærk, at ved boringer med artesisk vandtryk vil top af boringsafslutning være over terræn.

### 3.3 Definition af HOFORs standard boringstyper og undersøgelsesformål

I det følgende defineres 8 standard boringstyper, der kan blive refereret til ved HOFOR-projekter. Boringstyperne er følgende:

- Type 1, Geoteknisk boring i overjord (lagfølge-beskrivelse, in situ forsøg, klassifikationsforsøg)
- Type 2, Geoteknisk boring i overjord med identifikation af top af intakt kalk. Det vil i praksis sige minimum 0,5 m i kalk (lagfølge-beskrivelse, in situ forsøg, klassifikationsforsøg)
- Type 3, Geoteknisk boring i overjord med kerneborings i kalk (lagfølge-beskrivelse, in situ forsøg, klassifikationsforsøg)
- Type 4, Hydrogeologisk pejleboring (lagfølge-beskrivelse)
- Type 5, Hydrogeologisk pumpeborings/reinfiltrationsborings (lagfølge-beskrivelse)
- Type 6, Lagfølge-borings (lagfølge-beskrivelse)
- Type 7, Forklassificeringsborings (for forklassificering)
- Type 8, Miljøteknisk borings (for forureningsundersøgelse)

De forskellige boringstyper har forskellige formål. For nogle typer anlæg, for eksempel dybe skakte og tunneler, stiller HOFOR krav til omfang og boringstyper. Se de respektive kravspecifikationer.

De forskellige boringstyper kan kombineres på forskellige vis, således en enkelt boring kan have flere formål. Eksempelvis kan en geoteknisk boring type 2 kombineres med en type 7/8 boring og en type 4 boring. De forskellige kombinationer vil fremgå af boringslisten fra hvert enkelt projekt.

I Bilag 1 (JOR 101 B1) er givet en oversigt over de forskellige boringstyper, boreteknik, prøvetagning, filtersætning og pumpeforsøg. De følgende afsnit 3.4 - 3.11 angiver krav til boreteknik, prøvetagning, laboratoriearbejde, filtersætning og pumpeforsøg. En fuldt detaljeret liste over omfang af undersøgelser i de forskellige boringstyper er inkluderet i Bilag 1 (JOR 101 B1).

#### 3.3.1 Navngivning af boringer

Boringer navngives på følgende måde: XXX1p2 eller XXX1u2, hvor

XXX: Forkortelse for projektet, for eksempel SST

## KRAVSPECIFIKATION

---

1: Boringnummer i fortløbende rækkefølge

p: Boring i projekterings- og planlægningsfase (lille bogstav p)

u: Boring i udførelsesfase (lille bogstav u)

2: Boringstypen, det vil sige 1 – 8

Bemærk, at for boringer, der udføres som kombinerede typer, jf. også Bilag 1 Standard boringstyper (JOR 101 B1), gives kombinerede typenumre, f.eks. 24 for en geoteknisk boring, der samtidig er en pejleboring eller f.eks. 35 for en geoteknisk boring, der samtidig er en pumpeboring.

### 3.4 Boretækning

Følgende afsnit definerer kravene til den anvendte boretækning.

Generelt skal der ved udførelse af alle boringer sikres, at borehullet er stabilt. Borehullets stabilitet sikres bl.a. ved anvendelse af borerør i fyld og kvartære aflejringer. Se nærmere beskrivelser i Bilag 1 Standard boringstyper (JOR 101 B1).

#### 3.4.1 Tørrotation/slagboring

De geotekniske boringer, type 1 og 2 skal som minimum udføres som 6" boringer. Type 3 boringerne skal som minimum udføres som 8" boringer. Boringerne skal udføres med tørrotationsteknik i fyld og kvartære aflejringer. Dvs. der må anvendes følgende boreværktøj:

I kohæsive aflejringer (ler og leret silt):

- Snegl
- Kopbor

I friktionsaflejringer (silt/sand/grus) over grundvandsspejlet:

- Snegl
- Kopbor

I friktionsaflejringer (silt/sand/grus) under grundvandsspejlet:

- Sandspand
- Kopbor

##### 3.4.1.1 Tilførsel af vand til boringen

Ved boring i friktionsaflejringer eller lagdelte formationer under grundvandsspejlet skal det sikres, at vandspejlet i boringen har mindst samme kote som grundvandsspejlskoten i den omkringliggende formation, gerne 1 m højere. Ved tilførsel af vand til en boring må der kun anvendes rent vand.

Vandindtrængning eller tab af vand under borearbejdet skal registreres på markjournalerne og observationerne skal overføres til de afsluttende boreprofiler.



## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3.4.1.2 Fremdrift gennem hårde lag

I faste/hårde/stenede aflejringer fræses inden for rimelige tidsmæssige/fremdriftsmæssige retningslinjer efter aftale med HOFORs tilsyn.

Dybde-interval for fræsning indmåles og angives i markjournal med ~1 cm nøjagtighed til fast referencepunkt på borerig. Foringsrør 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 start- og sluttidspunkter i markjournal.

Materiale fra fræsearbejdet indsamles i separat prøvepose pr. fræseinterval med angivelse af dybde(r).

Idet der henvises til afsnit 4.1.4 understreges vigtigheden i, at ovenstående forhold detaljeret anføres i boringens markjournal.

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

### 3.4.1.3 Registrering af vandspejl under borearbejde

Det skal registreres, når der under borearbejdet træffes vand i boringen. Registreringen skal anføres på markjournalen.

## 3.4.2 Kerneboring

I boringer, hvor der skal kernebores i kalk, udføres boringen i overjord som foret boring med minimum indvendig diameter 195 mm (8"). Når kalken træffes fortsættes boringen 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. 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 kan eventuelt, og efter nærmere aftale med HOFOR overvejes udført i kvartære lag ved anvendelse af GeoBorS. Dette kan være relevant under følgende omstændigheder:

- Ved langsomt avancement med traditionelt boreudstyr.
- Ved tidsmæssigt krævende fræsearbejde.
- Hvor SPT-forsøg udviser meget høje slagantal.
- Hvor A-rør ikke kan udtages og det prioriteres at udtage prøver ved kerneboring.

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

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3.4.3 DTH boring

Down The Hole hammer (DTH) boringer udføres som foret boring med minimum indvendig diameter 195 mm (8"). Der skal anvendes et system, hvor borerøret følger simultant med hammeren i overjord. I stabil kalk kan boringer udføres uforede.

## 3.5 Geotekniske in situ forsøg

### 3.5.1 Vingeforsøg

Der udføres vingeforsøg (dybdevinge) i kohæsive jordarter. Forsøgene udføres 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.

Vingeforsøg (dybdevinge) skal udføres i henhold til Referenceblad for Vingeforsøg, dgf-Bulletin 14.

Der udføres 1 dobbelt vingeforsøg per m, første forsøg udføres fra 1 m under terræn.

### 3.5.2 SPT

Der udføres SPT (Standard Penetration Test) pr. 1,5 m i:

- hård ler,  $c_v > 500$  kPa
- sand og grus
- kalk, hvori der ikke kernebores.

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

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

Der anvendes altid åben sonde (brug af keglespids accepteres ikke) og maksimalt 100 slag.

Den samlede strækning for indramning af forsøget skal være 150 mm\* eller 25 slag\*\*, afhængigt af hvilket krav der først nås.

\*Antal slag pr. 75 mm indramning noteres.

\*\*Antal slag for de første 75 mm, hvis opnået, samt antal slag for (resterende) indramning i cm noteres.

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

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

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3.6 Borehulslogning

En oversigt over sonder/typer samt deres anvendelighed i forhold til åbne boringer / filtersatte boringer er vist i tabel i Bilag 2 (JOR 101 B2).

De generelle krav, der er gældende for udførelse af de forskellige logs, er nærmere beskrevet i Bilag 2 (JOR 101 B2).

### 3.7 Prøvetagning

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

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

- Projektidentifikation
- Boringsnummer
- Prøvedybde

Prøverne skal opbevares i skygge og ikke over 20 grader celsius.

#### 3.7.1 Omrørte prøver

Omrørte prøver til geologisk beskrivelse samt identifikation af lagfølge og simple klassifikationsforsøg udtages i alle jordtyper, fyldjord som intakte aflejringer. Prøver skal udtages ved hjælp af boreredskaberne med følgende teknikker:

- Tørrotationsboring med kopbor/snegl
- Slagboring med sandspand

D.v.s. kategori B prøvetagningsmetode, ifølge EC7-2, afsnit 3.4.1.

Prøvernes kvalitet skal være af en sådan karakter, at jordens egenskaber er uændret ved udførelse af kornstørrelsesfordeling og vandindholdsbestemmelse. Dette svarer til en prøve kvalitet 3-4 ifølge EC7-2, afsnit 3.4.1. Alle prøver skal have en sådan størrelse, at det efterfølgende er muligt at udføre klassifikationsforsøg på udvalgte prøver, dog minimum 0,7 kg. Har prøverne ikke den fornødne størrelse, kan det forlanges, at entreprenøren for egen regning skal udtage nye prøver.

Det bemærkes at væsentligt større prøver kan være nødvendige, afhængig af jordtypen og eventuelle særlige laboratorieforsøg.

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

Hvor sten(stykker) optages i forbindelse med borearbejde, eksempelvis fræsning, udtages sten(stykker) i selvstændig pose påført dybde og jordlag. Prøve med dybdeangivelse skal noteres i markjournalen.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Hvor der ønskes udtaget store poseprøver for eksempelvis repræsentativ sigteanalyse på grovere materiale præciseres dette for det enkelte borearbejde.

### 3.7.1.1 Omrørte prøver ved DTH boring

Ved DTH boringer udtages omrørte prøver fra returvandet. Prøven skal være af en sådan kvalitet, at det er muligt af foretage en geologisk beskrivelse samt identifikation af lagfølge, d.v.s. kategori C prøvetagningsmetode, ifølge EC7-2, afsnit 3.4.1.

Der udtages prøver per cirka 1,0 m. Prøverne skal have en størrelse på minimum 0,5 kg.

### 3.7.2 Uforstyrrede prøver

Uforstyrrede prøver til geologisk beskrivelse, klassifikationsforsøg og avancerede laboratorieforsøg udtages i lerede og siltede jordarter ved hjælp af følgende teknikker:

- A og B rør udtaget under bund af foret boring, udført med snegl eller kopbor.

Prøvernes kvalitet skal være af en sådan karakter, at jordens egenskaber forbliver uændret under prøveoptagningen, hvilket svarer til at prøven skal overholde kravene til prøve kvalitet 1-2 ifølge EC7-2, afsnit 3.4.1.

**Tablet 1: Typer af uforstyrrede prøver ved udførelse af geotekniske boringer**

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

Antallet af A og B rør præciseres for det enkelte borearbejde. Hvis prøvetagning fejler eller er for lille skal der udføres et nyt forsøg.

Alle uforstyrrede prøver skal generelt opbevares og transporteres i henhold EC7-2, afsnit 3.4.4.

A-rør skal straks efter prøvetagning håndteres som følger:

- 'Proppes' i begge ender med paraffin (voks) for lufttæt forsegling.
- Prop på begge ender, der fastgøres med tape.
- Indpakning i lukket plastikpose for horisontal opbevaring.
- Prøverne opbevares køligt (køletaske) indtil de lægges på køl i laboratoriet.

A-rør skal bringes til laboratoriet på daglig basis og lægges på køl.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3.7.3 Kerneprøver

Der skal udtages kerner med kernediameter 102 mm og længde på minimum 1,5 m. Der skal tilstræbes en total kerneprocent TCR > 90 %. Hvis den tilstræbte kerneprocent ikke opnås, skal det enkelte kerneløb reduceres således at TCR > 90 %. Det reducerede kerneløb skal minimum være 0,5 m.

Prøver af kalk opbevares i en plastliner (Triple tube) og enderne forsegles, så det naturlige vandindhold bevares.

Kerneprøver udtaget i kvartæret skal dagligt bringes til laboratoriet. GeoBorS kerneløb skal indenfor 24 timer efter ankomst i laboratoriet åbnes/opskæres, kernematerialet tørres af for overskydende væske, fotograferes og geologisk beskrives iht. afsnit 3.8.

Hver prøve til avancerede forsøg udvælges og håndteres som følger:

- 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 prøvelængde.
- 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 på køl.

Når der er udtaget prøver til avancerede forsøg, udtages prøver til klassifikationsforsøg fra "rest"-kerneløbet/-materialet.

Slutteligt ilægges "afstandsstykker" i kerneløb, hvor der er udtaget prøver til avancerede og klassifikationsforsøg, kerneløbet lukkes, indpakkes/forsegles lufttæt i plastik og opbevares i kølecontainer.

### 3.7.4 Jordprøver miljø

Jordprøver til analyse udtages af entreprenøren. Jordprøverne kan udtages for boringstype 1, 2, 3, 6, 7 og 8, men er særligt gældende for type 7 og 8.

For type 7 boringer (forklassificeringsboring) udtages jordprøverne som blandeprøver over passende dybdeintervaller (for eksempel 0 til 0,5 m under terræn, 0,5 til 1,0 m under terræn osv.). Der udtages som udgangspunkt ikke prøver til PID-måling men kun som tørstofprøver i Rilsanposer og Redcap glas.

For de miljøtekniske boringer (type 8) udtages som udgangspunkt jordprøver for hver 0,5 m i Redcap glas, i Rilsanposer til PID (Photo Ioniserings Detektor) måling og poseprøver til tørstofbestemmelse eller tungmetalanalyse. Der kan udtages ekstra jordprøver i de mest markante områder med forurening, såfremt det vurderes passende af HOFORs tilsyn. Såfremt historikken tyder på mulighed for andre fremmedkomponenter, skal der udtages ekstra jordprøver. Valg af ekstra emballage aftales med laboratoriet alt efter analysebehov.

## KRAVSPECIFIKATION

---

De udtagne jordprøver i Redcap glas opbevares i køletasker indtil de senest ved afslutning af arbejdsdagen transporteres til laboratorium for eventuel analyse. Temperaturen skal til stadighed holdes lav i køletaskerne, om nødvendigt ved hjælp af køleelementer.

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 emballagetypen. Det er entreprenørens ansvar at følge laboratoriets anvisninger. Entreprenøren sørger for labels, emballage, analyserekvisitioner (HOFORs tilsyn anviser laboratorium), opbevaring og aftaler om prøveafhentning med laboratoriet. På labels skal angives boringsnummer, dato, prøvedybde, adresse, firma, prøvetager og telefonnummer.

Entreprenøren modtager svar på og afrapporterer analyserne i datarapporten.

Vedrørende PID-målinger og prøveudvælgelse samt analyseprogram henvises til afsnit 3.9.5.

### 3.7.5 Vandprøver miljø

Der kan udtages vandprøver fra alle filtersatte type 8 boringer. Vandprøver kan endvidere udtages fra alle filtersatte boringer af type 1-6, med filterdiameter på mindst 63 mm.

Vandprøver fra boringer filtersat med 63 mm filter i kvartære lag udtages enten ved hjælp af rengjort MP1-pumpe eller ny 12V Whale pumpe og nye slanger af PE. I alle tilfælde skal der fjernes et volumen vand svarende til, at boringen samt filtergrus tømmes minimum 5 gange inden prøven udtages. Når vandprøven udtages, skal der tilstræbes en forholdsvis lav pumpeydelse, så afstripping af flygtige komponenter undgås. Såfremt der skal udføres in situ målinger med prøvetagningsgris, udtages vandprøven, når alle parametre er helt konstante. In situ målinger udføres i de tilfælde, hvor grundvandsmagasinet redoxforhold, (ilt, pH, ledningsevne, redox, temperatur) ønskes fastlagt. Som udgangspunkt skal dette udføres i alle boringer filtersat i sand, grus eller kalk med mægtigheder på mere end én meter.

I tilfælde af meget lavtydende magasiner i fyld/ler/moræneler/silt kan renpumpningen reduceres og vandprøven kan udtages med rengjort bailer.

Som udgangspunkt udtages der vandprøver fra alle filtersatte miljøboringer (type 8) og derudover fra øvre filter i 2 geotekniske eller hydrogeologiske boringer ved hvert betydende bygværk. Såfremt indledende studier tyder på omfattende grundvandsforurening i nærheden, bør antallet af vandprøver øges.

Alle vandprøver skal analyseres på laboratorie anvist af HOFORs tilsyn. Det er entreprenørens ansvar at indhente analyserekvisition fra HOFORs tilsyn til den pågældende sag. HOFOR afholder analyseudgifterne.

Vandprøverne udtages af erfaren miljøtekniker eller tilsvarende med kendskab til håndtering af pumper, slanger, emballage og feltudstyr. Vandprøvetageren skal også sørge for analyse-rekvisitioner.

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.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Følgende registreres i en prøvetagningsjournal ved 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

Vedrørende analyseprogram henvises til afsnit 3.9.6.

### 3.8 Geologisk prøvebeskrivelse

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

For kornstørrelsesfordeling anvendes ISO 14688-1. Se Tabel 2.

**Tabel 2: Kornstørrelsesfordeling**

DS/EN ISO 14688-1, Table 1 - Particle size fractions - Very coarse soil		
Kornstørrelse mm	Engelsk	Dansk
> 630 (600)	Large boulder	Stor blok
200 til 630 (600)	Boulder	Blok
63 (60) til 200	Cobble	Sten
For - grus, sand, silt og ler - er kornstørrelsesskalaerne ens i ISO 14688-1, Tabel 1 og dgf Bulletin 1, Fig. 10, Geoteknikernes skala. (Partikelstørrelser tillades afrundet, f.eks 0,063 til 0,06)		

For kerneprøver skal kerneprocent, RQD, hærdningsgrad og sprækkethed vurderes. Dette vurderes og afrapporteres ligeledes i henhold til dgf-Bulletin 1.

#### 3.8.1 Fotos af kerneprøver

Alle kerneprøver skal fotograferes i farver og med en minimums opløsning på 3 megapixels.

Generelt skal kernefotos optages 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

## KRAVSPECIFIKATION

---

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

### 3.9 Laborieforsøg

Oplæg til udførelse af laborieforsøg fremsendes til HOFORs tilsyn for accept før laboriearbejdet påbegyndes. Ved prøvevalget skal prøvernes egnethed inkluderes herunder prøvestørrelse.

#### 3.9.1 Geoteknik jord (Klassifikationsforsøg)

På de udtagne jordprøver skal der udføres standard klassifikationsforsøg såfremt det enkelte projekt beskriver dette. Forsøgene udføres efter retningslinjerne i dgf-Bulletin 15, og efter specifikationerne i standarderne anført i Tabel 3.

Tabel 3: Klassifikationsforsøg

Forsøgstype	Standard
Vandindhold	DS/CEN/ISO/TS 17892-1
Densitet	DS/CEN/ISO/TS 17892-2
Atterberg grænser	DS/CEN/ISO/TS 17892-12
Sigteanalyser	DS/CEN/ISO/TS 17892-4
Hydrometerslemninger	DS/CEN/ISO/TS 17892-4
Organisk indhold	prVI 99-9-2010
Kalkindhold	Dgf-Bulletin 15, forsøg nummer 4.2

#### 3.9.2 Avancerede forsøg på jord

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

Konsolideringsforsøg udføres i henhold til retningslinjerne i dgf-Bulletin 15 og specifikationerne i DS/CEN/ISO/TS 17892-5. Forsøget skal udføres på en uforstyrret prøve.

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

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.

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

Konsolideringsforsøg udføres i henhold til retningslinjerne i dgf-Bulletin 15 og specifikationerne i BS 1377. Forsøget skal udføres på en uforstyrret prøve.



## KRAVSPECIFIKATION

---

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

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.

### **3.9.2.3 Triaxial forsøg (CAU, CID, CIU osv.)**

Triaxial forsøg udføres efter retningslinjerne i dgf-Bulletin 15 og efter specifikationerne DS/CEN/ISO/TS 17892-9. Forsøget skal udføres på en uforstyrret prøve. For sandprøver kan en "uforstyrret prøve" dog være en prøve, der i laboratoriet genindbygges til den ønskede lejringstæthed.

Forsøgene skal normalt indeholde flere definerede konsolideringsfaser. Ved udrænedede forsøg skal poretrykket måles.

Forsøgets spændingsvej skal fastlægges af en geotekniker baseret på jordens dannelseshistorie, in situ spænding og den forventelige situation i forbindelse med byggeriet.

### **3.9.3 Geoteknik kalk (Klassifikations- og avancerede forsøg på kerneprøver af kalk)**

Entreprenøren udarbejder oplæg til udførelse af laboratorieforsøg på kerneprøver af kalk. Oplægget fremsendes til HOFOR tilsyn for accept. Udvælgelse af prøver til de enkelte laboratorieforsøg foregår efter nedenstående retningslinjer.

#### **3.9.3.1 Klassifikation**

Der skal udføres standard klassifikationsforsøg (dvs. til bestemmelse af vandindhold og densitet), cirka per 1 m kerne.

#### **3.9.3.2 UCS**

En-aksede trykforsøg (UCS) på kalkkerner med ens hærtningsgrad. Prøverne skal have et højde til diameter forhold på 2. UCS forsøgene udføres efter retningslinjerne givet i dgf-Bulletin 15 og "ISRM Suggested Method for Determining Unconfined Compressive Strength and Deformability".

Der udføres cirka 1 forsøg per 1,5 m kerne. Det skal tilstræbes, at alle hærtningsgrader  $\geq$  H2 testes.

Ved utilstrækkeligt materiale til udførelse af UCS forsøg, kan der som alternativ udføres Point Load forsøg (PLT), jf. dgf-Bulletin 15 og ISRM.

#### **3.9.3.3 Brazil**

Brazil forsøg udføres på prøver med ens hærtningsgrad. Forsøgene udføres efter "ISRM Suggested Method for Determining Tensile Strength of Rock Materials, Part 2: Suggested Method for Determining Indirect Tensile Strength by the Brazil Test."

Der udføres sammenhængende forsøg med UCS forsøgene på naboprøver, dvs. cirka 1 forsøg per 1,5 m kerne. Det skal tilstræbes, at alle hærtningsgrader  $\geq$  H2 testes.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3.9.3.4 Slake durability

Forsøg tilstræbes udført på kalkprøver af alle hærdningsgrader, dog med vægt på de mindre hærdede prøver (H1-H2).

Forsøgene udføres efter retningslinjerne givet i "ISRM Suggested Method for Determining Swelling and Slake-Durability index properties". Eller ASTM D4644 – 08.

### 3.9.4 Abrasivitet

Test af abrasivitet planlægges og udføres efter nærmere aftale med HOFORs tilsyn.

### 3.9.5 Miljøanalyser, jord

#### 3.9.5.1 PID-målinger (Photo Ioniserings Detektor)

PID-målingerne anvendes til at identificere indhold af flygtige stoffer i prøverne, f.eks. kulbrinter og chlorerede opløsningsmidler. Målingerne er vejledende og ikke kvantitative. Der udføres PID-målinger på alle jordprøverne efter at de er tempereret i minimum 4 timer ved stuetemperatur. PID-målingerne udføres senest dagen efter prøveudtagning – dvs. senest om lørdagen for borearbejder, der er afsluttet fredag. PID værdierne skal indføres på borejournalen.

På baggrund af PID-målingerne samt eventuel lugt eller misfarvning udvælger HOFORs tilsyn et antal jordprøver til 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.

#### 3.9.5.2 Analyseprogram, jord

Analyseprogram for alle jordprøver i boringstype 7 og 8 aftales med HOFORs tilsyn.

Prøveantal og prøvetagningsdybder for forklassificeringsboringer skal fastlægges inden udførelse og er ikke betinget af feltobservationer eller PID-målinger.

Af hensyn til vurdering af betonkvalitet og -levetid skal der udtages jordprøver til analyse. Disse jordprøver udtages kun i boringer udført tæt på konstruktioner og i dybder udvalgt af konstruktionsfolk. Prøvetagningsomfang fastlægges inden boringerne udføres. Disse jordprøver kan også udtages i type 1, 2, 3 eller 6 boringer.

Af hensyn til vurdering af betonkvalitet og levetid gennemføres der **analyseprogram C**:

- pH Standard BS 1377-3 [1]
- Sulfat, vandopløseligt Standard BS 1377-3 [1]
- Sulfat, syreopløseligt Standard BS 1377-3 [1]
- Klorider Standard BS 1377-3 [1]

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **3.9.6 Miljøanalyser, grundvand**

Under prøvetagningen måles der som udgangspunkt kontinuert pH, temperatur, ilt, redox og ledningsevne med prøvetagningsgris. Der udarbejdes en rapport over disse målinger.

Vandprøverne udtages, når ovenstående parametre er konstante og der minimum er fjernet et vandvolumen svarende til 5 gange det volumen, som står i filterrør og filtergrus.

Analyseprogram for alle vandprøver i boringstype 8 aftales med HOFORs tilsyn.

### **3.10 Filtersætning**

Boringerne, hvori der skal udføres pejlerør eller boringer, der udføres som pumpeboringer, indrettes som filterboringer med centralt placeret fore-/filterrør, gruskastning og forsegling. En filtersætning skal altid afstemmes med HOFOR eller dennes rådgiver for at sikre, at formålet med filtersætningen i den udførte boring, opfyldes. En boring, der er filtersat forkert, kan være værdiløs for det enkelte projekt.

Boringer skal filtersættes i de vandførende lag, der træffes under borearbejdet. Ved filtersætning må der ikke ske kortslutning af to eller flere vandførende lag.

Hvis der er behov for filtersætning i flere grundvandsmagasiner, kan der i pejleboringer etableres pejlefiltre i op til 2 magasiner i hver boring. Såvel ud fra et teknisk som et miljømæssigt hensyn, skal der etableres en lavpermeabel forsegling mellem de to pejlestrækninger ud for et lavpermeabelt lag. Hvis borerøret ikke har en tilstrækkelig dimension til at udføre en god forerørstætning, etableres der i stedet to boringer.

Detaljerede krav til filtersætning er beskrevet i Bilag 3 Filtersætning (JOR 101 B3).

Efter filtersætning og renpumpning skal rovandspejlet i boringen bestemmes ved håndpejling, som beskrevet i afsnit 3.11.1.

### **3.11 Hydrogeologi (Monitering og prøvepumpning)**

#### **3.11.1 Monitering af grundvandsspejl efter filtersætning**

Alle nyetablerede filtre skal håndpejles mindst 2 gange efter, at filteret er renpumpet (pumpeforsøg type A, jævnfør afsnit 3.11.2.1). Første pejling foretages tidligst 3-7 dage efter renpumpningen og næste pejling foretages tidligst 3-7 dage efter, at alt borearbejde er afsluttet på den enkelte opgave, således at det faktiske rovandspejl kan registreres. Vandspejl skal påføres boreprofilet i kote med datoer for pejling. Ved den afsluttende pejlerunde skal pejlingen foretages synkront.

#### **3.11.2 Pumpeforsøg**

Der defineres 4 standardtyper af pumpeforsøg i det følgende:

- Type A: Renpumpning
- Type B: Kort prøvepumpning/kapacitetstest

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Type C: Steptest / firtrins prøvepumpning
- Type D: Langtidsprøvepumpning

De 4 pumpeforsøg er beskrevet herunder.

### 3.11.2.1 Type A (Renspumpning)

Alle filtre  $\geq 63$  mm skal renpumpes indtil boringen og vandet er partikelfrit. Under renpumpningen pejles vandspejlet og pumpeydelsen registreres. Vandet afledes over sedimentationscontainer inden afledning til kloak.

Inden stop af renpumpning skal den maksimale ydelse ( $Q_{\max}$ ) måles. Denne ydelse skal bruges til efterfølgende prøvepumpninger.

$Q_{\max}$  kan evt. defineres som den ydelse, der kan sænke vandspejlet i boringen til 1-2 meter over top filterstræk.

$Q_{\max}$  skal måles i en fuldt udviklet boring.

### 3.11.2.2 Type B (Kapacitetstest/kort prøvepumpning)

Dette pumpeforsøg udføres efter renpumpning – type A.

Prøvepumpning med konstant kapacitet af 1 times varighed efterfulgt af 1 times stigningsforsøg. Der pumpes med så høj konstant ydelse som muligt uden at grundvandet sænkes under filterstrækningens overkant. Ydelsen fastlægges på baggrund af renpumpningen.

Under prøvepumpningen og stigningsforsøget registreres grundvandsstanden kun i pumpeboringen. Vandspejlsdata opsamles med datalogger med målinger per 10. sekund og fra 10 minutter før start og til 60 minutter efter stop. Vandspejlsdata skal suppleres med håndpejlinger, når loggeren installeres og tages op samt lige før start henholdsvis stop af pumpningen. Når pumpningen stopper skal det sikres, at vandet fra stigrør og afledningsrør ikke løber tilbage i boringen.

Pumpeydelsen skal måles mindst ved start og slut af pumpningen samt hvert 10. minut undervejs i prøvepumpningen.

Oppumpet vand afledes til kloak gennem faste afgangsrør for at minimere pumpemodstanden og sikre stabilt driftsvandspejl.

Der udføres en tolkning til bestemmelse af T-værdi i boringen efter Cooper-Jacob metoden. Tolkningen skal udføres af entreprenøren.

### 3.11.2.3 Type C (Step-test / firetrins prøvepumpning)

Dette pumpeforsøg udføres efter renpumpning – type A.

Ydelsestrin skal fastlægges på baggrund af renpumpningen og det skal sikres, at ydelsen på trin 4 ikke forårsager sænkninger til under overkant filter.

Følgende skal overholdes:

- Trin 1-4 skal alle have en varighed på 1 time
- Ydelser:
  - Trin 1:  $Q_{\max} * 0,25$
  - Trin 2:  $Q_{\max} * 0,50$
  - Trin 3:  $Q_{\max} * 0,75$

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Trin 4:  $Q_{\max} * 1,00$
- Tilbagepejlingsperioden skal være 1 time
- Vandspejlsdata opsamles med datalogger suppleret med håndpejlinger, når loggeren installeres og tages op samt lige før og lige efter regulering af pumpeydelsen
- Pumpeydelsen skal som minimum måles ved start og stop af hvert pumpetrin og skal være konstant i hvert trin
- Der installeres datalogger i pumpeboring og nærmeste pejleboring. Datalogger interval kan sættes til 10 sekunder i pumpeboring og 1 minut i pejleboring
- Der håndpejles også i nærmeste filtersatte boring ved afslutning af hvert pumpetrin
- Vandet afledes til kloak

Ved boringskapacitet på 1-3 m<sup>3</sup>/t udføres 3. trinstest og ved en kapacitet på < 1 m<sup>3</sup>/t erstattes trinvis pumpeydelse af type B. HOFORs tilsyn skal acceptere opstilling, herunder valg af de trinvis pumpeydelser inden udførelse.

Oppumpet vand afledes til kloak gennem faste afgangsrør for at minimere pumpemodstanden og sikre stabilt driftsvandspejl.

På baggrund af data bestemmes boringens virkningsgrad (Tage Sørensen: Boringers virkningsgrad, Vandteknik nummer 4, 1977), samt brøndkonstanter og transmissivitet.

### 3.11.2.4 Type D Langtidsprøvepumpning med konstant kapacitet

Dette pumpeforsøg udføres efter renpumpning, type A, og eventuelt efter trinvis prøvepumpning, type C, for fastlæggelse af pumpeydelsen.

Prøvepumpning skal forløbe med konstant kapacitet i mindst 3 døgn uden at vandspejl sænkes under filteroverkant og efterfulgt af mindst 1 døgn stigningsforsøg. Pumpeydelsen fastlægges efter resultaterne af renpumpningen eller eventuelt Step-testen. I tilfælde af lavt ydende boringer (< 3 m<sup>3</sup>/t) kan varigheden af forsøget reduceres til omkring 4 timer eller erstattes af en type B prøvepumpning.

Under forsøget skal det sikres, at der ikke foregår anden grundvandssænkning eller infiltration samt at der ikke bores med DTH boregrej indenfor 300 m fra forsøget.

Hvis der udføres prøvepumpning inden for 100 meters afstand på hav, åer og søer, bør der måles kontinuert vandsspejl heri til evt. korrigerende.

Ved hver af prøvepumpningerne skal der måles grundvandsspejl i pumpeboringen og i 3-4 nærliggende pejleboringer med filtersætning i samme magasin som der pumpes fra. Det skal sikres at følgende overholdes:

- Der skal logges barometertryk pr. 5-10 min under hele pumpeperioden
- Mindst 1 pejleboring inden for 3-10 m
- Mindst 1 pejleboring inden for 10-30 m
- Mindst 1 pejleboring inden for 30-60 m
- Der skal logges vandspejl i evt. sekundære magasiner under prøvepumpningsperioden for bestemmelse af evt. påvirkning af sekundære lag

Der pumpes med så stor ydelse som muligt uden risiko for at vandstanden kommer ned til overkant filter i hele perioden. Ydelsen skal måles kontinuerligt gennem pumpeforsøget.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

Der skal anvendes dataloggere til opsamling af vandstandsdata fra pumpeboringen og alle pejleboringer. Vandspejlsregistreringen skal begynde i alle pumpe- og pejleboringer mindst 12 timer før prøvepumpningen starter. Dataloggernes målinger skal suppleres med håndpejlinger, når dataloggerne monteres og tages op, kort før pumpestart og en gang om dagen under pumpningen samt kort før pumpestop og en gang om dagen under stigningsforsøget. Ved opstart og afslutning af pumpe testen må frekvensen af dataloggerenes registreringer ikke overstige 10 sekunder per måling. Dette fastlægges ved hver enkelte pumpe test.

På baggrund af data bestemmes boringens virkningsgrad (Tage Sørensen: Boringers virkningsgrad, Vandteknik nummer 4, 1977) samt T, S, påvirkning af sekundære lag og hydrologiske grænser.

Der udtages vandprøver til analyse kort før afslutning af pumpeperioden.

Oppumpet vand afledes til kloak gennem faste afgangsrør for at minimere pumpemodstanden og sikre stabilt driftsvandspejl.

### **3.11.3 Boringsudvikling**

Såfremt boringerne viser tegn på at have en lav virkningsgrad (Tage Sørensen: Boringers virkningsgrad, Vandteknik nummer 4, 1977), skal det med HOFOR aftales om den enkelte boring skal udvikles inden de anvendes til Type D pumpeforsøg. Efter der er foretaget en boringsudvikling, skal der udføres en ny renpumpning, Type A, af boringen.

Boringer anses som havende en lav virkningsgrad, hvis virkningsgraden er under cirka 60 %.

Boringsudvikling skal foretages med en af følgende metoder:

- Airlift/mammut pumpe
- Udsyring

#### **3.11.3.1 Airlift/mammut pumpe**

En enkel måde at søge boringen udviklet på, kan være at skabe den størst mulige strømning ind i boringen ved at trykke vandet op med luft. Boringsudviklingen 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 .

Effekten af en boringsudvikling skal dokumenteres med en ny trinvis pumpning - type C.

#### **3.11.3.2 Udsyring**

Udsyring anvendes kun for filtre 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.

Ved udsyring af boringer i kalk bør der anvendes tryksyring, hvor der anvendes et tryk svarende til 1,5 gange overlejringsstrykket.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

Alternativt kan der anvendes flowsyring til forbedring af filtersatte boringers kapacitet. Ved flowsyring tilsættes vand til boringen efter syring. Det tryk, der kan anvendes, afhænger af dybden til overside filter, forseglings og overjordens tykkelse.

Der skal anvendes sikkerhedsudstyr efter gældende regler under udsyring af boringer.

## **4 Indberetning og dokumentation**

### **4.1 Datarapport**

Den udførte geotekniske, miljøtekniske og hydrogeologiske undersøgelse afrapporteres som en datarapport, som beskriver det faktiske udførte arbejde og indeholder de indhentede resultater. Nedenfor er beskrevet hvad de enkelte datarapporter som minimum skal indeholde, men ikke være begrænset til.

#### **4.1.1 Geoteknisk undersøgelse**

Den geotekniske undersøgelse afrapporteres i en geoteknisk datarapport med en detaljeret beskrivelse af det udførte arbejde, i henhold til afsnit 3.4 (Den geotekniske undersøgelsesrapport) i DS-EN 1997. I den geotekniske rapport skal medtages en beskrivelse af det anvendte udstyr, tidspunkt for udførelse og en beskrivelse af eventuelle hindringer m.m., truffet under arbejdet. Rapporten skal, ud over det ovennævnte, indeholde de optegnede boreprofiler som beskrevet under afsnit 4.1.6. Boreprofilerne leveres som pdf filer og som en GeoGIS fil (GeoForm fil).

Såfremt der er udført kerneboringer, skal rapporten indeholde kernefotos i jpeg-format og i en opløsning på minimum 3 megapixels.

Datarapporten skal indeholde "samle tabeller", hvor alle resultater fra de udførte forsøg summeres. Resultaterne skal både præsenteres for hver enkelt jordart samt for hvert enkelt forsøgstype. Herudover leveres laboratorieforsøgene også i Excel-format, og optegnet (f.eks. kornkurver, arbejdskurver m.m.) i pdf-format.

Rapporten skal også indeholde markjournaler som beskrevet under afsnit 4.1.4. Disse skal i tillæg til at indgå i den endelige rapport også fremsendes til HOFORs tilsyn senest 2 dage efter at boringen er udført.

Indmålinger præsenteres i tabelform og leveres endvidere i GeoGIS fil (GeoForm fil).

Rapporten skal indeholde en situationsplan med den faktiske placering af alle de udførte geotekniske, miljøtekniske og hydrogeologiske boringer.

En foreløbig optegning af boreprofilet skal fremsendes til HOFORs tilsyns kommentering 1 uge efter boringen er udført, baseret på markjournalerne og den geologiske prøvebeskrivelse. Boreprofilet skal derefter fremsendes i en endelig version med resultater fra klassifikationsforsøgene maksimalt 3 uger efter boringens udførelse.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 4.1.2 Hydrogeologisk undersøgelse

Entreprenøren skal udarbejde en samlet datarapport for den hydrogeologiske undersøgelse. Denne afrapportering kan eventuelt udføres som et selvstændigt afsnit i den geotekniske datarapport.

Entreprenøren skal levere følgende i datarapporten:

- Indledende beskrivelse af undersøgelsen, baggrund og udførelse
- Markjournaler, jævnfør afsnit 4.1.4
- Boreprofiler med rovandstand og indmålinger
- Resultater af renpumpning, kapacitetstest og trinvis prøvepumpning
- Resultater af langtidsforsøg med observationer, ydelser, pejlinger m.m.
- Situationsplan med beliggenhed af boringer
- Grafer som viser sænkning, stigning, håndpejlinger samt ydelser for alle trinvis forsøg
- Grafer som viser sænkning, stigning, håndpejlinger samt ydelser for kapacitetstests og langtidsforsøg
- Resultater af eventuelle borehulslogning, jf. afsnit 4.1.5
- Angivelse af tolkninger og tolkningsmetode, hvis dette er udlagt til entreprenøren. I givet fald skal datarapporten indeholde en overskuelig tabel med resultater af tolkningerne.
- Præsentation af data i figurformat

Alle data skal leveres i koter i m DVR90 efter indmåling af landmålere.

Alle data skal endvidere leveres i Excel-format med forklarende tekst. Disse skal kunne anvendes til tolkning af HOFORs tilsyn eller rådgiver.

### 4.1.3 Miljøteknisk undersøgelse

Entreprenøren skal udarbejde en samlet datarapport for den miljøtekniske undersøgelse. Denne afrapportering kan eventuelt udføres som et selvstændigt afsnit i den geotekniske datarapport.

Entreprenøren skal levere følgende i datarapporten:

- Markjournaler, jævnfør afsnit 4.1.4
- Boreprofiler med PID-målinger og angivelse af niveau for jordanalyser, (miljøprofiler)
- Tabeller med resultater af jordprøverne
- Tabeller med resultater af vandprøver
- Situationsplan med angivelse af boringer og analyseresultater for jord- og vandprøver af de mest betydende komponenter.

Alle analyserapporter for jord og vandprøver vedlægges som bilag i regneark og pdf. Boringsnavn og prøvetagningsdybden skal tydeligt fremgå af analyserapporten.

Situationsplan afleveres som koordinatsæt, retvisende og målfast tegning.

For forklassificering præsenteres analyseresultaterne i tabelform i regneark og sammenstilles med værdierne fra Jordplan Sjælland. Det skal være muligt for HOFORs tilsyn at udarbejde en graveplan på baggrund af dette regneark.



## KRAVSPECIFIKATION

---

Alle resultater fra jord- og vandanalyser skal afleveres i STANDAT-format samt importeres i GeoGIS 2005/2020 og indgå i den samlede GeoForm fil. Endvidere afleveres resultater i regneark og pdf-rapporter.

### 4.1.4 Markjournaler

Markjournalerne skal indeholde følgende:

- Angivelse af dato, borehulsnummer, navn på boreformand
- Angivelse af anvendt boregrej, type, diameter, dybde for alle skift af værktøj, dimension af borerør, dybde m.m.
- Angivelse af vandindtrængning/-tab
- Angivelse af udtagne prøver og prøvedybder
- Angivelse af vinge- og SPT-forsøgsresultater, inklusiv vandstand i boring under SPT-forsøg. Der skal anvendes en separat blanket til rapportering af SPT-forsøg
- Angivelse af grundvandsstand i boring ved træfning af vandspejl under borearbejdet og efter borearbejdets afslutning
- 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.
- Borearbejde i og prøvetagning af sten og/eller særligt hårde lag.
- Indmåling og angivelse af start og slut af fræsning (dybde og tid)
- Angivelse af hindringer, sten, blokke m.m.
- Kerneboring i kvartære lag
- Boreformandens registrerede laggrænser
- Boreformandens (og HOFORs tilsyns, hvis tilstede under boringerne) observationer, jordartsbeskrivelser, jordtype, farve osv.
- Tidsangivelse for udførelse og stilstand i borearbejdet
- Angivelse af type af skyllevand ved kerneboring, samt flow ind og retur, inklusiv angivelse af farve og eventuel tab af returvand
- Angivelse af anvendt borekrone ved kerneboring samt angivelse af boreparametre, rotationshastighed, bit-tryk
- Angivelse af filtersætning, filterdimension, slidsestørrelse, gruskastning, kornfordeling, sandtype, bentonitforsegling, anvendt bentonittype m.v.

### 4.1.5 Borehulslogning

Efter udførelsen af logning skal der udarbejdes en skriftlig rapport, der som minimum skal indeholde følgende:

- Formålet med undersøgelsen
- Beskrivelse af arbejde udført i felten
- Beskrivelse af efterfølgende tolkning og processeringsarbejde
- Beskrivelse af den løbende kvalitetssikring
- Beskrivelse af anvendte logtyper
- Plot af de endelige processerede logs og en situationsplan
- Informationer om boringsudbygning og boringsafslutning
- Geologisk beskrivelse baseret på boreprøver (fra entreprenør)

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Geologisk tolkning baseret på logs og eksisterende tekniske og geologiske boringsoplysninger
- Feltplot af gældende logs samt repeat logs

Rapporten skal tillige indeholde vurdering af boringens tekniske status, indstrømningsforhold, vandkvalitet vurderet ud fra ledningsevne, densitets- og porøsitetsforhold, stratigrafisk korrelation samt andre specielle vurderinger afhængig af det definerede formål med undersøgelsen.

Situationsplanen skal vise beliggenheden af den eller de loggede boringer.

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

- DGU nummer
- Borningsnavn
- Lokalitet
- Dato og klokkeslet 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 logning
- Borningsdiameter
- Borevæske
- Borerør (materiale, diameter, strækning)
- Rovandspejl
- Udbygning (materialer, filterintervaller, afpropning)
- Pumpevandspejl ved flowlogning
- Pumpeydelse ved flowlogning
- Navn og enheder for logkurver

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

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, filtrering må ikke overskygge signifikante detaljer.

Den skriftlige rapport skal leveres som pdf-fil og logdata skal leveres i LAS-format. LAS-filen skal indeholde filtrerede logkurver i koter svarende til de endelige processerede og filtrerede data på logplottet i den skriftlige rapport.

OATV, sonic logs og VSP data skal afrapporteres i ALT WCL filformat.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **4.1.6 GeoGIS optegning version 2005/2020**

Alle relevante data fra markjournalerne jf. afsnit 4.1.4, geologiske prøvebeskrivelser af jord og kalkprøver, SPT forsøg, udførte laboratorieforsøg samt data og kommentarer registreret under borearbejdet skal indtastes i GeoGIS 2005/2020.

Ved afrapporteringen af SPT-forsøg i GeoGIS, skal feltet "N rapport" (SPT rapporteret) under SPT-forsøget indtastes som eksempelvis "14/17/18,N=35", således at antal slag per 150 mm i både indramning og forsøgsramning fremgår af boreprofilet.

Antal slag per 75 mm langs både indramning og forsøgsramning skal tillige indtastes i GeoGIS.

Der udover tilføjes boreprofilet følgende:

- Projektnummer og -navn
- DGU nummer
- Udarbejder, kontrollant og godkender
- Fræsning gennem hårde lag (afsnit 3.4.1.2)
- RQD, sprækkethed, hærtningsgrad, kerneprocent
- Resultater af udførte forsøg på kerneprøver, Brazil, UCS og lignende
- Koordinater samt terrænkote og pejlerørskote
- PID-målinger ved type 8 boringer
- Vandprøver

Alle indtastninger udføres i henhold til manualerne for henholdsvis GeoGIS 2005/2020.

Udførte supplerende laboratorieforsøg, såsom sigteanalyser og hydrometeranalyser optegnes ligeledes i GeoGIS 2005/2020.

Fra GeoGIS 2005/2020 eksporteres en samlet GeoForm fil, som vedlægges datarapporten. Denne fil skal indeholde alle data.

Ovenstående gælder alle boringstyper undtagen boringstype 7.

## **4.2 Indberetning til GEUS**

Både etablering og sløjfning af alle boringstyper skal indberettes af boreentreprenøren til GEUS efter gældende retningslinjer fra GEUS Geologiske Datacenter, Borearkivet.

## **4.3 Vurderingsrapport**

Vurderingsrapporten er ikke en del af denne kravspecifikation.

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 5 Bilag

Bilag 1 Standard boringstyper (JOR 101 B1)

Bilag 2 Borehulslogning (JOR 101 B2)

Bilag 3 Filtersætning (JOR 101 B3)

Bilag 4 Borehulsafslutning (JOR 101 B4)