

# KRAVSPECIFIKATION

---

## KILDEPLADSER

## BOREARBEJDER

Rev.	Revisions dato	Emne (Ændring)
0	02.10.2017	Første udgivelse
1	07.02.2019	Korrektur ændringer
2	10.11.2020	Opdatering af DDS-afsnit Korrekturændringer Markering af DGU nr. Vandprøvetagning (udtagningstidspunkter) Opfyldning af boringer ved sløjfning
3	05.07.2021	Opdatering af afsnit om DDS og materialer i kontakt med vandbanen (afsnit 3 og 4)
4	01.11.2022	Opdatering af afsnit 6.2 og 6.3 (boremetode og borediameter). Afsnit 7 boringsudbygning. Der er tilføjet et nyt afsnit 12, der omfatter trykprøvning af indvindingsboringer. Afsnit 13, der omfatter niveauspecifikvandprøvetagning, er blevet tilrettet samt tilføjet to nye metoder. Opdatering af afsnit 14 og 15, der omhandler boringsdokumentation og sløjfning af boringer.

# KRAVSPECIFIKATION

---

## Indholdsfortegnelse

1	Indhold og anvendelse.....	4
2	Bekendtgørelser og normer .....	4
3	Dokumenteret drikkevandssikkerhed (DDS).....	4
3.1	DDS generelt .....	4
3.2	DDS, specifikt for borearbejde .....	6
4	Materialer og forbrugsstoffer i kontakt med vandbanen.....	7
4.1	Krav til materialer.....	8
4.2	Krav til forbrugsstoffer.....	8
5	Indledende arbejder .....	8
5.1	DGU nr. ....	8
5.2	Eksisterende lednings- og kabelanlæg .....	8
5.3	Tilladelser .....	9
6	Boringsudførelse.....	9
6.1	Generelle bemærkninger .....	9
6.2	Boremetoder.....	10
6.3	Diametre af boringer, forerør og filtterrør.....	11
6.4	Borearbejde .....	11
6.5	Boremudder.....	12
6.6	Jordprøvetagning.....	13
6.7	Håndtering af opboret materiale.....	14
7	Boringsudbygning .....	14
7.1	Generelt.....	14
7.2	Åbne indvindingsboringer i kalk .....	15
7.3	Filtersatte indvindingsboringer i kalk .....	16
7.4	Indvindingsboringer i sand- og grusformationer .....	17
7.5	Moniterings- og pejleboringer.....	18
8	Oprensning, renpumpning og vandprøvetagning .....	19
9	Syring af kalkboringer .....	20
10	Oparbejdning af boringer i sand- og grusformationer .....	20
11	Borehulslogging .....	21
11.1	Logging i pilothuller.....	21
11.2	Logging i færdigudbyggede boringer.....	22
12	Trykprøvening af færdigudbygget boringer .....	22
12.1	Trykprøvning ved luft .....	22
12.2	Trykprøvning ved vandtryk.....	23

## KRAVSPECIFIKATION

---

13	Niveaubestemt vandprøvetagning.....	24
13.1	Vandprøvetagning ved separationspumpning .....	24
13.2	Akkumuleret vandprøvetagning .....	25
13.3	Vandprøvetagning med montering af packer .....	26
14	Boringsdokumentation .....	27
15	Sløjfning af boringer .....	29
15.1	Forberedende arbejde .....	29
15.2	Opfyldning af filterstrækning .....	30
15.3	Opfyldning af indtag i åbne kalkboringer .....	30
15.4	Opfyldning/udstøbning af forerør.....	31
15.5	Udvendig injicering af forerør .....	31
15.6	Overboring af forerør .....	32
15.7	Sløjfning af brønd/råvandsstation.....	32
15.8	Sløjfningsjournaler .....	33
16	Indberetning af boringer og logging til GEUS .....	34
17	Aflevering af arbejde .....	35

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1 Indhold og anvendelse

Denne kravspecifikation angiver de generelle krav til etablering og sløjfning af boringer på HOFORs kildepladser og indvindingsområder, herunder indvindings-, pejle- og monitoringsboringer.

## 2 Bekendtgørelser og normer

Alt borearbejde skal udføres i overensstemmelse med gældende lovgivning og normer, herunder:

- Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land (nr. 1260 af 28/10 – 2013)
- Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører boringer på land (nr. 915 af 27/06 – 2016)
- Dansk Ingeniørforenings norm for almene vandforsyningsanlæg. DS 442, 2. udgave, 1988-11-07
- DIN 4925 norm for PVC filter- og forerør (gevind- og muffesamlinger)
- DS/EN 12904, 2. udgave 2005-08-26. Produkter til behandling af vand anvendt som drikkevand – Kiselsand og kiselgrus.

## 3 Dokumenteret drikkevandssikkerhed (DDS)

Dette afsnit angiver de generelle krav til DDS (Dokumenteret DrikkevandsSikkerhed) for nye projekter, der udføres som led i udbygning og renovering af vandanlæggene i HOFORs forsyningsområde.

### 3.1 DDS generelt

HOFORs drikkevand bliver produceret i henhold til kravene i den internationale fødevarerstandard ISO 22000, til daglig kaldet DDS – Dokumenteret DrikkevandsSikkerhed.

DDS stiller skærpede krav til håndtering af drikkevand og materialer, der bruges i vandbanen fra indvinding til forbruger. ISO 22000 indebærer, at der skal gennemføres risikovurderinger, planlægning samt føres DDS-tilsyn under udførelse af opgaver for at sikre og forbedre drikkevandssikkerheden i alle led fra indvinding til forbruger.

#### Hygiejnekursus

Det kræves fra HOFORs side, at alle, der skal beskæftige sig med opgaver i vandbanen eller håndterer komponenter, der får kontakt med drikkevandet, har været på kursus i "Praktisk hygiejne for entreprenører", inden opgaven påbegyndes.

Hygiejnekurset er et DANVA-grundkursus i hygiejne i forbindelse med arbejder ved vandforsyningsanlæggene. Kurset er gældende i tre år og skal derefter gentages. Udgifter til kurset afholdes af entreprenøren selv. Sender man fremmedsprogede medarbejdere på kurset, skal entreprenøren ligeledes selv bære omkostningerne, da kurset kun afholdes på dansk.

Tilmelding til hygiejnekurset sker via DANVAs hjemmeside: [Danva.dk](http://Danva.dk)

## KRAVSPECIFIKATION

---

### DDS-vurdering/-screening

Projektlederen skal sammen med entreprenøren lave en DDS-vurdering/-screening af anlæg i forbindelse med projekteringen. Afhængig af projektets størrelse kan dette gøres i samarbejde med en eller flere medlemmer fra DDS-teamet. DDS-vurderingen skal indeholde en vurdering af fremtidige rutiner og processer.

Hygiejnezonerne gul og rød skal indarbejdes i løsningerne i overensstemmelse med HOFORs bestemmelser. Se henvisninger sidst i dette afsnit.

### Opgavebeskrivelse og DDS-risikovurdering

For alle opgaver, der udføres i vandbanen samt i røde og gule zoner, skal der udarbejdes en konkret opgavebeskrivelse samt en DDS-risikovurdering forud for opgavens udførelse.

Før arbejdsopgaven påbegyndes, skal opgavebeskrivelse og DDS-risikovurdering være læst og forstået af alle projektdeltagere, herunder entreprenør og eventuelle underentreprenører.

### Materialer, udstyr og værktøj

HOFOR forbeholder sig retten til at afvise alle beskadigede materialer. Materialer, udstyr og værktøj, der kommer i berøring med vandbanen, skal være rent/desinficeret og må ikke oplagres direkte på jorden, men skal oplagres forsvarligt og beskyttet, så der ikke sker tilsmudsning. Emballering på materialet må først brydes umiddelbart før montering. Er emballeringen brudt, skal materialerne kloses og skylles med vand, før de tages i brug.

**I HOFOR anvendes P3-pripan** sæbe til manuel rengøring af værktøj og udstyr. Det er en DDS godkendt sæbe.

- Al synlig fedt og snavs bør tørres af før vask
- Bland 200ml P3-pripan (en kop) i 10l vand (lunkent hvis muligt) i en spand
- Læg børsten i blød i spanden
- Lad sæben stå i 10 min.
- Vask værktøjet i sæben og skyl det efterfølgende grundigt med rent vand
- Kontroller at alle synlige urenheder er væk
- Gentag hvis nødvendigt

Produktet kan også anvendes til skumrengøring. Ved særligt fastsiddende snavs anvendes P3-pripan ufortyndet. Der vaskes efter med rent vand.

**I HOFOR anvendes en klor-opløsning til desinficering.** Til klorblandingen anvendes en DDS godkendt 15% natriumhypokloritopløsning.

- Hvis værktøjet er synligt beskidt tørres fedt og snavs af og værktøjet vaskes med P3-pripan som angivet ovenfor.
- Bland 200ml 15% natriumhypoklorit (en kop) i 10l vand (lunkent hvis muligt) i en spand (blandingsforhold 1:50).
- Læg børsten i blød i spanden
- Vask værktøjet i klorblandingen og skyl det efterfølgende grundigt med rent vand

## KRAVSPECIFIKATION

---

Vandrør må ikke være placeret direkte på jorden. Oplagring af rørene skal ske løftet over terræn min. 0,4 m over jorden.

I tilfælde af at leverancer af materialer direkte fra leverandør ikke leveres i emballage, skal modtagelse nægtes og leverancen sendes retur til leverandør. Rør skal altid leveres afproppede, og beholdes afproppede så længe som muligt.

Når rørene er lagt i jorden, skal de efter endt arbejdsdag være aflukkede træk- og trykfast.

### Biler

Biler, der benyttes til arbejde på vandforsyningsanlæg, skal holdes rene og ryddelige. Dette for at undgå forurening af udstyr, der anvendes i forbindelse med arbejde på vandforsyningsanlæg.

Biler, som anvendes ved arbejder i og omkring vandbanen, indrettes med både et rent område og et område til det øvrige værktøj og udstyr, der ikke benyttes i vandbanen samt til det brugte værktøj.

Værktøj og udstyr skal rengøres, hvis det skal placeres i bilens rene område. Beskiddt værktøj holdes adskilt fra det rene værktøj.

På biler med åbent lad opbevares rent udstyr, værktøj og materialer således, at det er beskyttet mod omgivelserne fx i ren tætsluttende pose eller kasse.

Henvisninger:

- Pjece: Regler for hygiejne ved arbejde med vandledninger (se [HOFORs hjemmeside](#))
- Pjece: Regler for hygiejne ved arbejde med drikkevand (se [HOFORs hjemmeside](#))
- Se gældende kravspecifikationer på [hofor-tekniskdesign.dk](http://hofor-tekniskdesign.dk)

## 3.2 DDS, specifikt for borearbejde

Idet arbejdspladsen er beliggende i områder med drikkevandsindvinding, gælder følgende særlige krav til sikring mod forurening:

- Til sikring mod forurening fra oplagret olie, benzin og lignende skal tanke, beholdere, dunke m.v. med brændstoffer og kemikalier anbringes i kar. Der skal anvendes dobbeltvægget brændstoftank samt generator med bundkar til opsamling af tab af hydraulikolie. Dertil skal kar anvendes under brændstofslanger etc. i det omfang disse er forbundet til brændstoftanke.
- Ved påfyldning af brændstof skal der udvises den største omhyggelighed med henblik på at undgå spild på jorden, og spildbakker skal anvendes. Ved spild af brændstof skal HOFORs tilsyn kontaktes øjeblikkeligt. Ved større uheld skal entreprenøren straks alarmere på 112.
- Kompressorer der anvendes til at føre trykluft ned i boringen under borearbejde og oparbejdning skal være forsynet med lufttørrer og ekstra filtre til at tage evt. olierester.
- For alle entreprenørens medarbejdere og underentreprenører er entreprenøren forpligtet til at udarbejde instruktion om oplagring og påfyldning af brændstof m.v., herunder om anvendelsen af spildbakker. Instruktionen skal opbevares sammen med øvrige materialer vedr. boringsentreprisen.

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Arbejdsareal skal være renholdt. Arbejdsarealet omkring borerne skal være afmærket med byggepladshegn eller andre foranstaltninger, der er godkendt af HOFORs tilsyn. Endvidere skal borehullet være forsvarligt afskærmet eller lukket, så der ikke er fare for forurening af boringen.
- Boreentreprenørens udstyr og materialer skal være rengjort inden arbejdet på pladsen påbegyndes. HOFORs tilsyn forbeholder sig ret til at forlange ekstra rengøring uden ekstra betaling.
- Ved tømning af boremuddercontainer med slamsuger benyttes en kloreret slange, som kun benyttes til råvand eller rent vand. Til skylning af container benyttes udelukkende råvand eller rent vand.
- Under arbejdet skal rør, stænger og mejsler opbevares, så kontakt med jorden undgås.
- Pumper, pejlebånd, dataloggere, stigrør mm., der nedsænkes i borerne, skal være rengjort og desinficeret. Når der skal udtages vandprøver til vandkvalitetsanalyser, skal eventuelle slanger frem til prøvetagningspunktet være nye, ubrugte slanger.
- Efter forerøret er sat, skal dette aflukkes når pladsen forlades, så længe arbejdet står på.
- I forbindelse med borearbejdet må der kun anvendes vand af drikkevandskvalitet eller råvand, der ved simpel vandbehandling kan opnå drikkevandskvalitet.

## 4 Materialer og forbrugsstoffer i kontakt med vandbanen

Alle materialer og forbrugsstoffer i kontakt med vandbanen skal være produceret til dette formål og må ikke medføre en forringelse af vandkvaliteten.

De materialer og forbrugsstoffer, der benyttes til HOFORs vandforsyning, skal leve op til HOFORs kravspecifikationer for specifikke materialer. Følgende specifikke kravspecifikationer for materialer i kontakt med vandbanen er pt. udarbejdet:

- *VAM101 – Beton i kontakt med vandbanen*
- *VAM102 – Trykluftkvalitet*
- *VAM103 – Rustfrit stål i vandbanen*
- *VAM104 – Kobberlegeringer inkl. bilag*
- *VAM105 – ikke-rustfrit stål og støbejern i kontakt med vandbanen*
- *VAM106 – Organiske materialer i kontakt med vandbanen*

Alle gældende kravspecifikationer kan findes på: [hofor-tekniskdesign.dk](http://hofor-tekniskdesign.dk)

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **4.1 Krav til materialer**

Materialer, der overholder krav i VAM101-105, skal ikke ansøges hos HOFORs materialeudvalg. Materialer, der lever op til krav i VAM106, skal godkendes af HOFORs materialeudvalg. Materialer, der ikke er omfattet af en af ovenstående kravspecifikationer, skal ansøges hos HOFORs Materialeudvalg.

HOFORs Materialeudvalg tager kun stilling til materialer, der skal anvendes i HOFOR eller anlæg som HOFOR forventes at skulle overtage.

Eksterne samarbejdspartnere skal ansøge og indhente godkendelse via en af HOFORs projektledere inden materialet installeres i vandbanen. Godkendelsesarbejdet kan som udgangspunkt gennemføres inden for en måned, såfremt tilstrækkelig dokumentation er fremskaffet.

HOFORs projektleder kan oplyse hvilke materialer, der allerede er godkendt af HOFORs Materialeudvalg til brug i vandbanen.

### **4.2 Krav til forbrugsstoffer**

Forbrugsstoffer er defineret som produkter, der forbruges ved produktionen af vand (fx lud/NaOH til blødgøring) eller ved etablering og vedligehold af borer, og som har direkte kontakt med vandbanen. Det omfatter også stoffer, som anvendes til rensning og overfladebehandling (fx rensningsmidler og bejdsprodukter) samt stoffer som kan komme i kontakt med vandbanen ved utilsigtede hændelser (fx smøremidler som kan tilgå vandbanen i tilfælde af defekt udstyr).

Som med materialer, skal forbrugsstoffer godkendes af HOFORs Materialeudvalg. Forbrugsstoffer vil umiddelbart kunne godkendes, hvis de har et af følgende:

- NSF 60 certifikat
- NSF H1 certifikat - det gælder kun produkter, der kommer i kontakt med vandet ved utilsigtede hændelser.

## **5 Indledende arbejder**

### **5.1 DGU nr.**

Boreentreprenøren skal ved arbejdets begyndelse indhente et nyt DGU nr. til boringen, og efterfølgende skal DGU nr. indgå som primær navngivning i al afrapportering. Ved indhentelse af DGU nr. skal boringens placering angives i koordinater (Euref 89) med en usikkerhed på højst 1 m.

### **5.2 Eksisterende lednings- og kabelanlæg**

Det påhviler entreprenøren inden opstartsmødet at rekvirere tegninger fra kabel- og ledningsejere (LER), herunder HOFOR samt fra de berørte lodsejere og/eller på anden måde at tilvejebringe sikre oplysninger for afgørelse af den nøjagtige placering af ledninger og kabler i arbejdsområdet.



## **KRAVSPECIFIKATION**

---

Det er endvidere entreprenørens ansvar at træffe aftale med kabel- og ledningsejere, herunder HOFOR, om sikring eller evt. nødvendig flytning/omlægning/påvisning af fremmede ledninger, samt at skaffe nødvendige krydsnings-/gravetilladelser hos de aktuelle lodsejere samt lednings- og kabejere og myndigheder. Alle udgifter hertil skal være indeholdt i tilbuddet.

Ved krydsende ledninger og kabler påhviler det entreprenøren at følge alle lodsejernes og ledningsejernes anvisninger og gennemføre alle nødvendige foranstaltninger, herunder at sørge for påvisning af ledninger eller håndgravning i de øvre jordlag.

Entreprenøren bærer det fulde ansvar for skader, der måtte påføres ledninger og kabler, hvis tilstedeværelse er angivet af bygherren eller ledningsejeren. Ved beskadigelse af ledninger og kabler skal dette omgående meddeles HOFOR og pågældende ledningsejere.

Hvor der uforudset påtræffes kabler og/eller ledninger, skal ledningerne registreres og borearbejdet om nødvendigt standses, og HOFORs tilsyn tilkaldes.

### **5.3 Tilladelser**

Boretilladelse og andre relevante tilladelser fremsendes af HOFOR. Entreprenøren skal sikre, at borearbejdet udføres i overensstemmelse med tilladelsernes vilkår.

## **6 Boringsudførelse**

### **6.1 Generelle bemærkninger**

Borearbejdet skal tilrettelægges, så grundvandsressourcen ikke forurenes, og der ikke skabes hydraulisk kontakt mellem to adskilte magasiner. For at dette kan opfyldes, skal borearbejdet udføres med en høj teknisk kvalitet og fyldestgørende dokumentation.

Det er endvidere afgørende, at indvindingsboringer udføres på en sådan måde, at der opnås optimal virkningsgrad.

Hvis der træffes forurenede jord, skal HOFORs tilsyn kontaktes. Sammen med HOFOR vurderes det, om arbejdet skal standses.

Boreentreprenøren skal på forhånd vurdere, om der kan forventes artesiske forhold på borestedet. I dette tilfælde skal boreentreprenøren med sit tilbud beskrive, hvorledes borearbejdet foreslås tilrettelagt. Det skal klart tilkendegives, hvis der vurderes at være behov for modificering af kravspecifikationerne.

I tilfælde af, at der ikke forventes at være artesiske forhold, men der foreligger en vis risiko for artesiske forhold, skal boreentreprenøren være forberedt på at holde boringen stabil, således at den kan afsluttes, og forsejles på normal vis. Det er således entreprenørens ansvar at medbringe tilstrækkelige mængder af nødvendige tilsætningsstoffer til boremudderet, såsom bentonit og baryt, jf. afsnit 6.5.

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 6.2 Boremetoder

For indvindingsboringer i kalk anvendes følgende boremetoder:

1. Omvendt skylleboring, herunder lufthæveboring, med boremudder igennem kvartære lag og ned i top af kalk. Efter nedsætning og bagstøbning af permanent forerør tømmes boringen for boremudder, og der fortsættes med omvendt skylleboring uden anvendelse af boremudder i kalken (åben kalkboring).
2. For filtersatte kalkboringer kan endvidere anvendes følgende metode: Omvendt skylleboring, herunder lufthæveboring, med boremudder igennem kvartære lag og ned i top af kalk. Efter nedsætning af midlertidigt borerør tømmes boringen for boremudder, og der fortsættes med omvendt skylleboring uden anvendelse af boremudder i kalken. I forbindelse med filtersætning trækkes midlertidigt borerør retur.
3. Tørboring med borerør ned i top af kalk. Efter nedsætning og bagstøbning af permanent forerør fortsættes med omvendt skylleboring uden anvendelse af boremudder i kalken.
4. For filtersatte eller åbne kalkboringer kan endvidere anvendes følgende metode: Tørboring med borerør ned i top af kalk. Der fortsættes med omvendt skylleboring uden anvendelse af boremudder i kalken. I forbindelse med filtersætning eller bagstøbning af forerør trækkes borerøret retur.

For indvindingsboringer, der skal filtersættes i sand- og grusmagasiner, anvendes som udgangspunkt altid omvendt skylleboring (herunder lufthæveboring) med anvendelse af boremudder. Der bores først et pilothul. Efter udførelse af borehulslogging og kornstørrelsesanalyser på den formation, der skal filtersættes, opbores pilothullet i større dimension, inden boringen udbygges. Såfremt boreddybden er begrænset, kan det alternativt accepteres at anvende tørrotationsboring med midlertidig stål casing.

For monitorings- og pejleboringer kan udover ovenstående boremetoder, tillige anvendes tørboring med borerør til boringens bund, ligesom disse boringer i kalk kan udføres som omvendte skylleboringer, herunder lufthæveboringer, med boremudder til boringens bund.

For monitorings- og pejleboringer vil det også være muligt at anvende DTH-metode i kalkaflejringer. Det skal bemærkes, at der kun må anvendes vegetabilisk og bionedbrydelig smørelolie til smøring af DTH-hammeren (smørelolie skal godkendes af HOFORs tilsyn). Forbruget pr. boring skal registreres og angives i forbindelse med den samlede afrapportering af borearbejdet.

I forbindelse med udførelsen af monitorings- og pejleboringer må symetrix **ikke** anvendes som boremetode.

## KRAVSPECIFIKATION

### 6.3 Diametre af boringer, forerør og filterrør

Borediametre og diametre af fore- og filterrør for de forskellige boringstyper, som udføres for HOFOR, fremgår af nedenstående tabel 1 og 2:

**Tabel 1 Indvindingsboringer**

Boringstype	Min. borediameter	Udvendig rørdiameter
Åben kalkboring med stort forerør og mulighed for senere filtersætning	550 mm ned i top kalk/345-350 mm i kalk under forerør	400 mm.
Åben kalkboring uden mulighed for senere filtersætning	400 mm ned i top kalk/240-250 mm i kalk under forerør	280 mm
Filtersat kalkboring	350 mm i kalk, større diameter ned i top kalk fastlægges af entreprenøren	280 mm
Filtersat boring i sand/grus	Pilothul i ca. 300 mm, opboring i min. 450 mm	280 mm
Senere filtersætning af åben kalkboring med stort forerør	-	280 mm

**Tabel 2 Monitorings- og pejleboringer**

Min. borediameter (mm)	Udvendig rørdiameter (mm) inkl. tolerance 0,5%
200 (8")	90
250 (10")	110

### 6.4 Borearbejde

Under borearbejdet skal boreentreprenøren systematisk og løbende indsamle og notere alle de oplysninger, der skal leveres ved arbejdets afslutning. jf. afsnit 14 om dokumentation.

HOFORs tilsyn skal kontaktes, hvis der indtræffer uforudsete hydrogeologiske forhold eller opstår boretekniske problemer.

Det tilstræbes, at indvindingsboringer efterlades åbne i kalkmagasiner. Forudsætningen herfor er dog, at kalken vurderes at være stabil, og der ikke forekommer sand- eller siltlag direkte på kalken, som med den ønskede dybde til bund af forerør, vurderes at kunne medføre sandpumpning. Dette skal således vurderes eller verificeres i forbindelse med borearbejdet.

Ved boring i toppen af kalken skal det nøje vurderes, hvornår borearbejdet skal stoppes for nedsætning af forerør, således at forerøret hverken sættes unødigt dybt eller så højt, at der er risiko for manglende stabilitet eller sandpumpning i åbne boringer. Den præcise dybde for nedsætning af forerør aftales med HOFOR.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Ved boring i kalken under forerøret eller det midlertidige borerør i boringen recirkuleres vandet normalt ikke i boringen. I stedet afledes vandet, såfremt det er muligt, efter HOFORs anvisninger.

Boreentreprenøren skal løbende vurdere og notere forekomsten af særligt vandførende zoner i kalken. Endvidere skal ledningsevnen af porevandet løbende måles, dvs. at der skal dokumenteres en måling for min. hver boremeter. Hvis ikke andet er aftalt, skal borearbejdet indstilles og HOFORs tilsyn straks kontaktes, hvis ledningsevnen af porevandet overstiger 150 mS/m (1500  $\mu$ S/cm).

Ved udførelse af indvindingsboringer i sand og grus gælder det, at borehastigheden for det magasin, der forventes filtersat, på intet tidspunkt må overstige 0,25 m pr. minut, målt under selve nedboringen.

### 6.5 Boremudder

Til opbevaring og cirkulering af boremudder skal der anvendes containere eller tanke. Der vil ikke blive givet tilladelse til gravning af et bassin til boremudder.

Som nævnt i afsnit 3, må der til blanding af boremudderet, kun anvendes vand af drikkevandskvalitet eller råvand, der ved simpel vandbehandling kan opnå drikkevandskvalitet.

Der skal om nødvendigt foretages justering af pH af det vand, der anvendes til blanding af boremudder. pH skal svare til anbefalingerne for de tilsætningsstoffer, der skal anvendes til boremudderet. De anbefalede pH-værdier skal angives i entreprenørens tilbud. Til pH-justeringen anvendes soda aske eller kaustisk soda. pH-værdien skal dokumenteres med en måling af pH inden bentonit tilsættes (se nedenfor), samt en måling for hver ny større portion af vand, der tilsættes til boremudderet.

Ved blanding af boremudder tilsættes først et bentonitprodukt, beregnet til anvendelse i boremudder til drikkevandsboringer. Indholdet af montmorrillonit skal være min. 70 %. Bentonitten skal være helt opblandet i vandet inden yderligere stoffer tilsættes, og fuldt hydreret inden borearbejdet påbegyndes. Entreprenøren fastsætter doseringen af bentonitten, idet der dog skal tilsættes min. 5 kg/m<sup>3</sup> boremudder.

For indvindingsboringer i kalk ønskes borearbejdet ved boring igennem kvartære lag om muligt udført udelukkende ved anvendelse af bentonit som tilsætningsstof i boremudderet (ud over soda aske eller kaustisk soda). Om nødvendigt for gennemførelse af borearbejdet kan ét eller flere af de øvrige stoffer, der nævnes nedenfor, tilsættes til boremudderet.

For indvindingsboringer i sand og grus skal der altid tilsættes Polyanionisk Cellulose (PAC) i den zone, der skal filtersættes. Entreprenøren fastsætter doseringen af PAC, idet der dog skal tilsættes min. 0,5 kg/m<sup>3</sup> boremudder.

Der må ikke tilsættes carboxymethyl-cellulose (CMC) til boremudderet.

Hvis det viser sig nødvendigt at anvende stopmaterialer, skal der i indvindingsboringer i sand og grus om muligt udelukkende anvendes et produkt, der ikke kan give anledning til bakterievækst, og som kan fjernes fra boringen igen ved syring. Hvis det viser sig, at godkendte stopmaterialer, som kan fjernes fra boringen igen, ikke er tilstrækkeligt til at stoppe udstrømningen af boremudder, kan der anvendes nøddeskaller eller der kan tilsættes rent filtersand eller filtergrus.

Ved boring ned til og i toppen af kalkboringer, indtil bund af fremtidigt forerør, kan entreprenøren frit vælge imellem ovennævnte stopmaterialer. For filtersatte kalkboringer skal der ved behov for

## KRAVSPECIFIKATION

---

stopmaterialer i den fremtidige filterstrækning om muligt udelukkende anvendes et produkt, der ikke kan give anledning til bakterievækst, og som kan fjernes fra boringen igen ved syring. Om nødvendigt kan der suppleres med de øvrige nævnte stopmaterialer.

Under borearbejde under forerøret i kalk og andre faste aflejringer må der for indvindingsboringer på intet tidspunkt anvendes boremudder. Såfremt der har været anvendt boremudder til boring i de kvartære aflejringer, skal boringen tømmes for boremudder, før boring i kalken påbegyndes.

Hvis der skal bores under artesiske forhold eller der er risiko for, at der forekommer artesiske forhold, er det entreprenørens ansvar at sikre, at der opnås en passende densitet af boremudderet. Der må i denne forbindelse om nødvendigt anvendes baryt i boremudderet. Der henvises i øvrigt til afsnit 6.1 i relation til borearbejde under artesiske forhold.

Under borearbejdet skal entreprenøren registrere, hvis der forekommer større tab af boremudder. Tabet skal begrænses ved tilsætning af nogle af de af HOFOR godkendte tilsætningsstoffer, navnlig i og omkring den zone, hvor det fremtidige indtag placeres.

Inden filtersætning af indvindingsboringer i sand og grus skal boremudderet cirkuleres og eventuelt fortyndes i det omfang sidstnævnte er muligt uden, at boringen bliver ustabil og indtil boremudderet visuelt set fremstår så godt som sandfrit.

### 6.6 Jordprøvetagning

Der skal som udgangspunkt udtages prøvemateriale for **hver meter**, dog hyppigere, hvis konstaterede lagskifter betinger dette.

Prøverne skal så vidt muligt repræsentere alt det løsborede materiale. Det ønskes derfor, at hele brøndborerens prøvetagningsmetode, herunder prøvetagningsarrangement, borevæskens sammensætning (for skylleboringer) og boreteknikken så vidt muligt medvirker til opsamling af alle fraktioner af det løsborede materiale.

Prøver fra lufthæveboringer udtages med et sedimentfang, der er egnet til at tilbageholde en repræsentativ delprøve fra et givet dybdeinterval. Det er herunder vigtigt, at sedimentfanget også er egnet til, i et vist omfang, at tilbageholde vanskelige kornstørrelsesfraktioner som silt og finsand. Sedimentfanget godkendes af HOFORs tilsyn før borearbejdet iværksættes. Prøveudtagningen fra sedimentfanget foretages af en erfaren medarbejder fra brøndboreren, så prøverne bedst muligt repræsenterer kornstørrelsesfordelingen i sedimentet. De spande, der anvendes ved prøveudtagning fra sedimentfanget, tømmes helt efter udhældning af prøve på fiberdug og skylles herefter, så der ikke sker sammenblanding af prøvemateriale fra forskellige niveauer.

Den opborede og samlede prøve udlægges på en ren fiberdug, og der udtages herfra prøver til GEUS. Prøveoplægningen og prøvebehandlingen skal ske i henhold til Geovejledning-1 om udtagning af jordprøver fra grundvandsboringer. Prøverne oplægges med en passende indbyrdes afstand, så sammenblanding af prøvemateriale undgås. Afstanden mellem rækker af prøver skal være så tilpas stor, at HOFORs tilsyn kan gå mellem dem, når prøverne skal beskrives. Prøvedybden markeres med en tydelig angivelse for minimum hver 10. meter. Er arbejdet med prøvebeskrivelse og udtagning af delprøver ikke afsluttet ved arbejdsdagens ophør, skal prøverne tildækkes for natten. Prøverne skal desuden på HOFORs forlangende kunne tildækkes om dagen i tilfælde af kraftig sol eller nedbør. I tilfælde af frost afdækkes prøverne med isolerende måtter og holdes frostfrie.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Det er brøndborerens ansvar at udtage prøver til GEUS fra de prøvebunker, der er oplagt på fiberduk. Disse prøver udtages, så alle dele af én prøve er repræsenteret i det rette forhold. Prøver fra forskellige prøvebunker (dybdeintervaller) må under ingen omstændigheder blandes sammen.

### 6.7 Håndtering af opboret materiale

Ufortyndet boremudder og opboret materiale skal efter afslutning af borearbejdet bortkøres til en godkendt modtager, og køresedler skal udleveres til HOFORs tilsyn som dokumentation. Udgifter til bortskaffelse skal være indeholdt i tilbuddet.

I forbindelse med renpumpning af boringen kan stærkt fortyndet boremudder i nogle tilfælde afledes lokalt, efter HOFORs tilsyns anvisninger.

## 7 Boringsudbygning

### 7.1 Generelt

Forerør i indvindingsboringer skal være i PN10 eller tilsvarende og filterrør i PN8 eller tilsvarende.

Det er altid entreprenørens ansvar at vælge et rør, der kan modstå trykket i boringen.

I indvindingsboringer sættes under filterstrækningen en mindst 0,5 m lang slamboks udført i samme rørtype som forerøret. Under slamboksen monteres en bundprop. Bundproppen skal være udformet som 0,5 m rør, der er lukket for neden og udstøbt med beton.

Filter- og forerør gennemgås og godkendes af HOFORs tilsyn og boreentreprenør inden anvendelse.

Øverste rørsamling skal altid, i alle boringstyper, findes mindst 1,5 m under terræn (m.u.t.)

Der må ikke anvendes lim i forbindelse med samling af rør.

Alle samlinger skal være 100 % tætte. Ved samlinger af PVC-forerør anvendes en dobbelt muffesamling med centerstop. Der skal i muffesamlingen være fræset en rille til montering af en o-ring og endelig skal der kunne monteres et kvældende tætningsbånd. Afslutningsvis skal der kunne anvendes en låsering med firkantet tværprofil.

Ved samling af PVC-filterrør anvendes gevindsamlinger (eksklusivt o-ring).

Der anvendes et overgangsstykke fra muffesamling på forerør til gevindsamlinger på filterrør. Såvel forerør som filterrør centrerer i borehullet med styr med en maksimal indbyrdes afstand på 6 meter i forbindelse med filtersatte boringer.

Filtersand skal være vasket og sorteret i henhold til EN 12904.

Der foretages en midlertidig mærkning med DGU nr. på top af alle forerør, når en boring er færdigudbygget.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

For indvindingsboringer gælder, at under gruskastning skal toppen af forerøret lukkes med en tæt prop. Endvidere skal rørstammen være ophængt i boringen under gruskastningen. Oversiden af filtersandet skal måles løbende for kontrol. Røret slippes først, når gruskastningen er afsluttet. Toppen af gruskastningen pejles herefter, og der tilsættes evt. mere filtersand, inden forseglingen udføres.

For alle indvindingsboringer skal forerøret afsluttes minimum 0,5 meter over terræn med en påmonteret flangeadapter med tilhørende blinddæksel (gerne højere såfremt boreriggen tillader dette). Såfremt, der er behov for at boringen afsluttes højere over terræn, aftales det med HOFORs tilsyn. På artesiske boringer sættes en trækfast flangeadapter med en blindflange med 2" studs og kuglehane, og forerøret pakkes ind i vintermåtter. På ikke artesiske boringer monteres 2" pejlestuds med blindprop.

Afslutningsvis sættes, betonring med alu-dæksel, der skal være aflåseligt med hængelås (der må ikke anvendes brøndskum for tætning mellem to betonringe).

### **7.2 Åbne indvindingsboringer i kalk**

Som nævnt i afsnit 0 skal der enten nedsættes et  $\varnothing 400$  mm PVC forerør eller et  $\varnothing 280$  mm PVC forerør i åbne kalkboringer, afhængigt af, om der skal være mulighed for senere ombygning af boringen. Det er entreprenørens ansvar at sikre, at røret ikke beskadiges under det videre borearbejde i kalken.

Efter nedsætning af forerøret støbes det fast ved bagstøbning, før der bores videre i de faste kalkaflejringer. Bagstøbningen skal foregå nedefra og op. Der støbes i sektioner på maksimalt ca. 20 m pr. dag. Der anvendes enten rent cement (100%) eller en cement-bentonit grout, der skal opfylde følgende specifikationer:

Cementblandingen skal indeholde 2 % (vægt) bentonit i forhold til cement. Bentonitten skal først blandes med vand. Herefter tilsættes cement. Cementblandingen blandes grundigt indtil den er fri for klumper, og har en densitet på min.  $1700 \text{ kg/m}^3$ . Entreprenøren skal ved prøveblanding finde den rette vandmængde, således at specifikationerne kan opfyldes. Densiteten skal måles mindst én gang pr. 20 m bagstøbning.

Den rene cementblanding skal blandes grundigt, indtil den er fri for klumper, og den har en densitet på min.  $1700 \text{ kg/m}^3$ . Entreprenøren skal ved prøveblanding finde den rette vandmængde, således at specifikationerne kan opfyldes. Densiteten skal måles mindst én gang pr. 20 m bagstøbning.

Sammen med HOFORs tilsyn fastlægges det, hvilken støbemasse boreentreprenøren anvender ved bagstøbning af de enkelte boringer.

Der må ikke anvendes hurtig-hærdende cement eller andre additiver ud over bentonit.

En prøve af cement eller cementblandingen udtages under støbningen for hver 20 m bagstøbning, og hærdes under vand ved 6-8 grader celsius for kontrol af styrke og svind. Entreprenøren skal sikre, at alle prøver er hærdnede før borearbejdet i kalken under forerøret påbegyndes. Prøverne skal på forlangende forevises HOFOR.

Under støbeprocessen skal brøndboreren måle forbruget af cementblandingen.

Forerør bagstøbes indtil 0,5 m under terræn. Herover tilfyldes med filtergrus.



## KRAVSPECIFIKATION

---

Når bagstøbningen er hærdnet, fortsættes borearbejdet inden i forerøret efter aftale med HOFORs tilsyn, idet boringen dog først skal være tømt for boremudder. Når aftalt boreddybde er nået, udføres normalt renpumpning med bestemmelse af virkningsgrad (jf. afsnit 8), oftest efterfulgt af syring (jf. afsnit 9). Efterfølgende vil der ofte blive udført borehulslogging (jf. afsnit 11) samt niveaubestemt vandprøvetagning (jf. afsnit 13). Ud fra disse undersøgelser kan det eventuelt besluttes at tilbagestøbe boringen. For boringer udbygget med  $\varnothing 400$  mm forerør skal der herefter vælges én af følgende løsninger:

1. Afblænding af den øverste del af den åbne kalkboring med et forerør; eller
2. Filtersætning af boringen

Hvis der ønskes tilbagestøbt i bunden af den åbne kalkboring, anvendes enten ren cement (100%) eller samme blanding som beskrevet ovenfor. Hvis grundvandet i boringen er salt, må vandet fra boringen ikke anvendes til fremstilling af cementblandingen. Tilbagestøbningen sker nedefra og op.

Hvis det ønskes at afblænde øverste del af den åbne kalkboring med et forerør, fastlægges et niveau for placering af en packer ud fra vandkvaliteten, samt endvidere på basis af kaliberlog og optisk televiewer log, således at der vælges et område til packeren, hvor boringen har relativt glat væg. Herefter nedsættes et  $\varnothing 280$  mm PVC forerør med packer. Packeren oppustes eller ekspanderer efter forskrifterne, hvorefter forerøret bagstøbes som beskrevet ovenfor op til 0,5 m u.t. Der anvendes udelukkende ubrugte, rene packere. Der etableres bagstøbning udenfor  $\varnothing 400$  mm røret indtil 0,5 m u.t., og  $\varnothing 400$  mm afskæres umiddelbart over top af bagstøbningen, således at der fra denne dybde kun findes et  $\varnothing 280$  mm rør. Fra 0,5 m u.t. tilfyldes med filtergrus udenfor  $\varnothing 280$  mm røret. Røret afsluttes min. 1,5 m over terræn (o.t.)

Hvis det vælges at filtersætte den åbne kalkboring, så følges specifikationerne angivet i nedenstående afsnit. Ved terræn udføres samme løsning med bagstøbning uden for  $\varnothing 400$  mm røret til 0,5 m u. t. og afskæring af røret som beskrevet ovenfor i forbindelse med udføring af boringen.

### 7.3 Filtersatte indvindingsboringer i kalk

Inden filtersætning af en boring i kalk vil den fremstå med enten permanent forerør eller midlertidigt borerør ført ned i toppen af kalken, og herunder et borehul i ca.  $\varnothing 350$  mm i kalk. Borehullet vil være renpumpet og som hovedregel syret (jf. afsnit 9) inden filtersætningen. Der kan endvidere være udført borehulslogging og niveaubestemt vandprøvetagning (jf. afsnit 11 og 13), samt evt. tilbagestøbning (jf. afsnit 7.2).

Filtersætningen fastlægges sammen med HOFORs tilsyn.

I strækninger i kalken, hvor der ikke vurderes at være risiko for indpumpning af sand, anvendes filterrør med 3 mm slidser og filtersand nr. 8 (4 - 9 mm).

I strækninger i kalken, hvor der vurderes at være risiko for sandpumpning, foretages filterdimensionering i forhold til den forventede kornstørrelse af sandet, baseret på DS 442 (se afsnit 2). Det tilstræbes, at filtersætningen ikke gøres for kompliceret, og normalt ønskes kun anvendt to forskellige størrelser af filterslidser i én kalkboring. Der ønskes normalt ikke strækninger på under 3 m med en given slidsestørrelse. Hvor fine slidser findes over grove slidser, skal de fine slidser føres 1 m ned i den grove gruskastning for at sikre imod, at det fine filtergrus kan trænge igennem de grove slidser efter sætninger i filtergruset. Sætninger kan især finde sted efter syring af boringen. Tilsvarende skal gruskastningen altid føres min. 1 m over toppen af filteret.



## KRAVSPECIFIKATION

---

Der må højst være en forskel i gennemsnitskornstørrelsen imellem to lag grus, der ligger direkte på hinanden, på en faktor 5.

Der kan filtersættes enten PVC-filtre med gevindsamlinger eller rustfri stålfiltre med gevind eller muffe samlinger (ikke svejst). Der må ikke bruges lim og skruer til samling af gevind- eller forerør. Der anvendes PVC-forerør ved brugen af både PVC eller rustfri filtre.

Der skal under alle omstændigheder placeres et overgangslag på ca. 0,3 m imellem den grove gruskastning med filtersand nr. 8 og den overliggende forsegling. Dette overgangslag skal bestå af filtersand nr. 4 (1 - 2 mm). Hvis der i den øverste del af filterstrækningen er gruskastet med filtergrus mindre end nr. 8, kan der til overgangslaget vælges en finere kornstørrelse.

Ovenpå overgangslaget kastes ca. 0,3 m prop af bentonit pellets, der anbefales til både den umættede og den mættede zone. Kvældningskapaciteten skal være minimum 600 % efter 24 timer. Herover bagstøbes boringen på samme måde som beskrevet i afsnit 7.2.

### 7.4 Indvindingsboringer i sand- og grusformationer

For indvindingsboringer i sand- og grusformationer bores først et pilothul, jf. afsnit 6.2 og 0. HOFORs tilsyn udvælger sammen med entreprenøren prøver af formationen på hvilke, der skal udføres kornstørrelsesanalyser. Endvidere udføres borehulslogging, jf. afsnit 11. På dette grundlag fastlægges filtersætningen sammen med HOFOR. Filterslidser og gruskastning dimensioneres i henhold til DS 442. Hvis flere slidsestørrelser eller sorteringer af filtersand ligger indenfor DS 442, skal der anvendes groveste filterslidser og det groveste filtersand.

Det tilstræbes, at filtersætningen ikke gøres for kompliceret. Der ønskes normalt ikke strækninger på under 3 m med en given slidsestørrelse. Hvor fine slidser findes over grove slidser, skal de fine slidser føres min. 0,5 m ned i den grove gruskastning for at sikre imod, at det fine filtergrus kan trænge igennem de grove slidser efter sætninger i filtergruset. Tilsvarende skal gruskastningen altid føres min. 1 m over toppen af filteret.

Der må højst være en forskel i gennemsnitskornstørrelsen imellem to lag grus, der ligger direkte på hinanden, på en faktor 5.

Der skal filtersættes med  $\varnothing 280$  mm PVC forerør og  $\varnothing 280$  mm PVC filterrør med gevindsamlinger eller rustfri stål filtre med gevind eller muffe samling (ikke svejst). Der må ikke bruges lim og skruer til samling af gevind- eller forerør. Entreprenøren skal påregne at bestille rør med filterslidser samt filtergrus efter udførelse af hvert pilothul, således at der kan udføres en optimal filtersætning. Følgende slidsestørrelser skal kunne leveres:

0,5 mm, 0,6 mm, 0,7 mm, 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm, 3 mm.

Når filtersætningen er fastlagt, og filter- og forerør samt filtergrus er klar til levering ved borestedet, opbores boringen i min. 450 mm, således at den kan filtersættes umiddelbart efter at opboringen er tilendebragt. Hvis øverste lag filtergrus er i størrelse 5 - 8 mm, skal der placeres et overgangslag på ca. 0,3 m imellem den grove gruskastning og den overliggende forsegling. Dette overgangslag skal bestå af filtersand nr. 4 (1 - 2 mm) eller finere. Ovenpå overgangslaget kastes ca. 0,3 m prop af bentonit pellets, der anbefales til både den umættede og den mættede zone. Kvældningskapaciteten skal være minimum 600 % efter 24 timer. Herover bagstøbes boringen på samme måde som beskrevet i afsnit 7.2.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 7.5 Moniterings- og pejleboringer

Moniterings- og pejleboringer skal filtersættes med enten  $\varnothing 90$  mm eller  $\varnothing 110$  mm PVC filterrør og  $\varnothing 90$  mm eller  $\varnothing 110$  mm PVC forerør. Der anvendes normalt mindst 3 m filterstrækning.

Alle samlinger på forerørsstrækningen skal være 100 % tætte. Ved samlinger af PVC-forerør anvendes en dobbelt muffesamling med centerstop. Der skal i muffesamlingen være fræset en rille til montering af en o-ring og endelig skal der også kunne monteres et kvældende tætningsbånd. Afslutningsvis skal der også kunne anvendes en låsering med firkantet tværprofil.

Ved samling af PVC-filterrør anvendes gevindsamlinger.

Der anvendes et overgangsstykke fra muffesamling på forerør til gevindsamlinger på filterrør. For filtre i sand og grus anvendes som udgangspunkt 0,3 eller 0,5 mm slidser. Slidsestørrelsen vælges på basis af en visuel bedømmelse af det opborede materiale. Entreprenøren skal sikre, at der sættes en filtersætning, der sikrer at der ikke strømmer finkornet materiale ind i moniterings- og pejleboringen.

Entreprenøren fremsender et udkast til filtersætningen samt en foreløbig borejournal, hvor geologi og bedømt kornstørrelse for sandlaget fremgår til HOFOR. Filtersætningen drøftes mellem entreprenør og HOFOR, hvorefter boringen filtersættes.

Entreprenøren skal sikre at der sættes en filtersætning, der sikrer at der ikke strømmer finkornet materiale ind i moniterings- og pejleboringen.

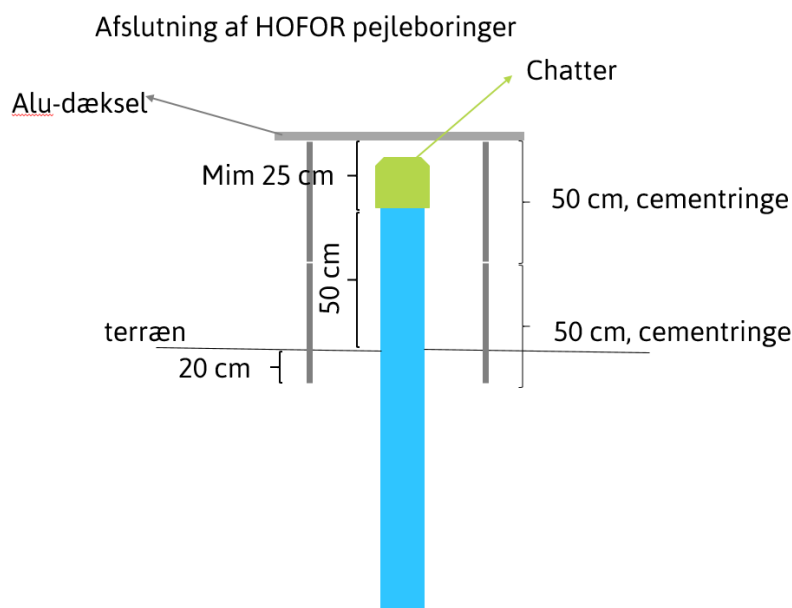
I kalk anvendes som udgangspunkt 2 mm slidser. Filterstrækningen vil som udgangspunkt være 10 meter. Entreprenøren dimensionerer gruskastningen, således at sandpumpning undgås eller minimeres.

Moniterings- og pejleboringer skal forsegles med en ca. 0,3 m prop af bentonit pellets oven på gruskastningen (kvældningskapaciteten skal være minimum 600 % efter 24 timer), hvorover der bagstøbes på samme måde som beskrevet i afsnit 7.2 (ved brug af enten ren cement eller cement-bentonit-grout).

Rørene afsluttes min. 0,5 m over terræn med en tæt hætte, jf. Figur 1.

Omkring rørene sættes en betonring med et alu-dæksel, der skal være aflåseligt med hængelås. Som angivet i Figur 1, skal entreprenøren sikre at der er plads til at HOFOR kan eftermontere en chatter/datalogger på boringen.

## KRAVSPECIFIKATION



Figur 1 Skitse af hvordan HOFORs pejleboringer skal afsluttes, hvor det sikres at der efterfølgende er plads til at montere chatter.

## 8 Oprensning, renpumpning og vandprøvetagning

Når en indvindingsboring eller monitoringsboring er færdigudbygget og al bagstøbning, tilbagestøbning og bentonitforsegling er hærdnet/kvældet ud, skal boringen oprensning. Oprensningen må ikke udsættes unødigt, og skal for indvindingsboringer i sand- og grusformationer planlægges, så den kan udføres umiddelbart efter, at bagstøbningen er hærdnet.

Boringer skal efterfølgende renpumpes til vandet fremstår klart og partikelfrit. Længden af renpumpningen defineres ved dialog mellem HOFOR og brøndborer.

Umiddelbart efter selve renpumpningen foretages en trinvis pumpning i tre intervaller, hvor trin 1 og 2 har en varighed på hver 1 time, mens trin 3 har en varighed på minimum fire timer. Under trin 3 pumpes med forventet maksimal ydelse for boringen. Ydelserne aftales med HOFOR. Pumpeydelsen måles med magnetisk flowmåler, monteret med datalogger.

Der skal være monteret en prøvehane, således at HOFOR selv kan udtage vandprøver. Prøvehanen skal være monteret med ½-tomme gevind. Vandprøver forventes udtaget umiddelbart før pumpestop. Entreprenøren skal varsko HOFOR om forventet tidspunkt for renpumpningen, minimum én uge forud, og skal bekræfte tidspunktet to dage før renpumpningen finder sted, således at vandprøvetagningen kan planlægges. Der kan ikke påregnes udtaget vandprøver på fredage eller dagen før helligdage.

Der skal være monteret kontraventil enten direkte på pumpen eller på stigrøret, sådan at der ved stop af pumpen forhindres tilbageløb af allerede oppumpet vand.

Der installeres en datalogger i boringen til registrering af grundvandsspejlet under pumpningen samt i den efterfølgende tilbagepejlingsperiode, som skal svare til pumpeperioden. Dataloggeren skal måle hvert minut, og lufttrykket skal samtidig måles med barologger. Boringen håndpejles endvidere

## KRAVSPECIFIKATION

---

umiddelbart inden pumpningen påbegyndes, i starten af pumpningen, umiddelbart inden pumpestop samt kort tid efter pumpestop. Tidspunkt for pumpestart og –stop samt tidspunkt for pejlinger registreres sammen med oppumpede vandmængder.

Resultaterne af pumpningen skal leveres som elektroniske data, og udtegnes som grafer. På baggrund af renpumpningsdata udregner entreprenøren transmissivitet, specifik ydelse og virkningsgrad for boringen.

Vedrørende bortskaffelse af oppumpet boremudder henvises til afsnit 6.7.

## 9 Syring af kalkboringer

På baggrund af renpumpningsdata vurderer boreentreprenøren i samråd med HOFOR, om der er behov for at udføre syring af indvindingsboringer i kalk.

Syring udføres som flowsyring med 70 kg koncentreret (30 %) teknisk saltsyre pr. m åben kalkboring. Syren tilsættes jævnt fordelt i hele kalkintervallet fra lidt under bund af forerøret til bunden af boringen med samtidig vandtilsætning umiddelbart over bund af forerøret, eller umiddelbart over niveau for syretilsætning. Der tilsættes vand i forholdet 1:20 (syre til vand).

Efter tilsætning af syre til boringen skal der regnes med en henstandstid på op til 3 døgn. Efterfølgende skal boringen oprensnes, så der sikres fjernelse af nedfaldne sten eller større kalkfragmenter. Boringen skal efterfølgende kunne pejles til oprindelig boreddybde og vandet skal fremstå klart og partikelfrit.

Det udblæste vand skal opsamles og medmindre andet aftales, skal der gennemføres bundfældning samt om nødvendigt, justering af pH med sodaaske eller kaustisk soda, således at pH ligger i intervallet 6,5 til 8,5. Afledningen af vand aftales med HOFORs tilsyn. Bundfældet materiale bortkøres til en godkendt modtager og køresedler skal udleveres til HOFORs tilsyn som dokumentation. Udgifter til bortskaffelse skal være indeholdt i tilbuddet.

Efter renblæsning afsluttes med renpumpning til bestemmelse af ændringen af boringens kapacitet, som beskrevet i afsnit 8. Ved afslutning af renpumpningen udtages en vandprøve til analyse for chlorid. Hvis chlorid-indholdet er højere end baggrunds niveauet i boringen, skal renpumpningen fortsættes, indtil chlorid-indholdet har nået baggrunds niveauet.

## 10 Oparbejdning af boringer i sand- og grusformationer

På baggrund af renpumpningsdata vurderer boreentreprenøren i samråd med HOFOR, om der er behov for at udføre oparbejdning af indvindingsboringer i sand- og grusformationer.

Ved en eventuel oparbejdning anvendes et produkt, der dispergerer bentonit og naturligt ler, og som ikke kan medføre bakterievækst eller udfældninger i boringen. HOFOR anviser vand til fremstilling af opløsningen. Normalt anvendes råvand, der ikke er iltet.

Den blandede opløsning med dispergeringsmiddel tilsættes til filterstrækningen i intervaller på 1,5 - 2 m ved anvendelse af et packer-system. Mængden af opløsning pr. m filter fastsættes af HOFORs tilsyn, og ligger normalt i intervallet 0,1 - 1 m<sup>3</sup> opløsning pr. m filter, medmindre der er tabt store

## KRAVSPECIFIKATION

---

mængder boremudder i boringen. Mængden af opløsning kan varieres, således at den største mængde tilsættes, hvor der har været tabt mest boremudder. Hvis der er risiko for, at opløsningen med dispergeringsmidlet kan opløse bentonitpropper eller lerlag i, over eller under det filtersatte grundvandsmagasin, skal der anvendes en lav mængde opløsning. I dette tilfælde kan anvendes et volumen, der kun ligger lidt over mængden af vand i filteret og gruskastningen.

Efter tilsætning af opløsningen skal der omrøres i boringen i 2 timer. Omrøringen kan ske ved anvendelse af et stempel, ved afbrudt pumpning uden bundventil, ved pulsning i intervaller eller ved periodevist at presse væsken forsigtigt ud i boringen med trykluft. Herefter henstår boringen til næste dag.

Renpumpningen skal indledningsvist ske i intervaller på 1,5 - 2 m ved anvendelse af et packer-system. Der skal for hvert interval pumpes indtil vandet fremstår næsten rent, dog min. 1 time, med gradvist stigende ydelse. Entreprenøren skal kunne pumpe med op til 14 m<sup>3</sup>/t. Herefter skal boringen renpumpes med normal pumpeinstallation, i starten med gradvist stigende ydelse og 5 minutters afbrydelse for hver 15 minutters pumpning. HOFORs tilsyn specificerer den maksimale ydelse.

Der kan eventuelt suppleres med andre mekaniske metoder til oparbejdning, såsom returskylning, blæsning eller anvendelse af stempel efter aftale med HOFOR.

Der afsluttes med en trinvis pumpning som beskrevet i afsnit 8.

Det er entreprenørens ansvar, at boringen ikke lider fysisk overlast under oparbejdningen.

## 11 Borehulslogging

Borehulslogging foretages i forskellige situationer, som beskrevet i nedenstående afsnit. Normalt udføres borehulslogging i alle indvindingsboringer, men kun i monitorings- og pejleboringer efter særskilt aftale. Logging udføres i hele boringsdybden.

Det er entreprenørens ansvar at gennemføre loggingen uden stabilitetsproblemer for boringen.

### 11.1 Logging i pilothuller

Logging i alle pilothuller i sand- og grusformationer (og evt. kalkformationer) udføres som grundlag for beslutning om filtersætning. Der anvendes følgende program:

- Naturlig gamma
- Kaliberlog
- Dual fokuseret formations-resistivitet (dyb og kort indtrængning)
- Dual elektromagnetisk induktion (dyb og kort indtrængning)
- Temperatur
- Væske konduktivitet.

Ved borehulslogging af pilothuller skal optegnede og tolkede logs afleveres indenfor 24 timer efter, at loggingen er udført. Tolkningen skal på dette tidspunkt omfatte:

1. En tolkning af lagfølgen

## KRAVSPECIFIKATION

---

En kort redegørelse for eventuelle problemer i relation til arbejdet og heraf følgende usikkerheder i relation til resultaterne.

### 11.2 Logging i færdigudbyggede boreriger

Ved logging i færdigudbyggede boreriger anvendes følgende program:

- Naturlig gamma
- Kaliberlog
- Dual fokuseret formations-resistivitet (dyb og kort indtrængning)
- Dual elektromagnetisk induktion (dyb og kort indtrængning)
- Temperatur (før og under pumpning)
- Væske konduktivitet (før og under pumpning)
- Flow basis (dvs. uden pumpning)
- Flowlog under pumpning. Entreprenøren skal kunne pumpe med min. 14 m<sup>3</sup>/t.
- Optisk televiewer
- Videolog

Ved borehulslogging af færdigudbyggede indvindingsboringer skal optegnede og tolkede logs afleveres indenfor tre dage efter, at loggingen er udført. Tolkningen skal på dette tidspunkt omfatte:

2. En tolkning af lagfølgen
3. En vurdering af om resultaterne indikerer forekomst af salt grundvand
4. En tolkning af flowzoner i boringen med angivelse af det procentvise flow
5. En kort redegørelse for eventuelle problemer i relation til arbejdet og heraf følgende usikkerheder i relation til resultaterne.

Inden aflevering af entreprisen skal der afleveres en fuld rapport, dækkende hele boreentreprisen. Rapporten skal ud over ovennævnte indeholde en beskrivelse af det udførte arbejde, herunder databehandling.

## 12 Trykprøvning af færdigudbygget boreriger

Trykprøvning foretages kun på indvindingsboringer. Trykprøvningen af borerigerne foretages af entreprenøren før aflevering af nyetablerede boreriger til HOFOR.

### 12.1 Trykprøvning ved luft

Trykprøvningen gennemføres ved at gennemfører følgende 5 trin

1. Måle rovandstanden i boringen
2. Fastlægge dybden af forerøret
3. Montering af trykprøvningsflange
4. Boringen påføres tryk (luft, det forudsættes at vandstanden kan trykkes 10 meter ned fra rovandspejl) – dog må vandspejlet ikke presses ned under bund af forerør. Maksimalt tryk aftales med HOFORs tilsyn. Tryk angives i bar med ét decimals nøjagtighed.



## KRAVSPECIFIKATION

---

5. Aflæse tryk for minimum hver 0, 5, 10, 15, 20 og 30 minutter. Dokumenteres vha. af foto jf. Figur 2.



Figur 2 Trykmåler ved trykprøvning af nye indvindingsboringer.

Entreprenøren skal sikre, at den kompressor der benyttes, ikke sender olie med ud sammen med luften.

## 12.2 Trykprøvning ved vandtryk

Trykprøvningen gennemføres ved at gennemføre følgende 6 trin:

1. Måle rovandstanden i boringen
2. Der installeres en packer lige over bunden af PVC-forerørret. Packeren skal sikres mod at blive tabt i boringen. Packeren skal godkendes af HOFORs tilsyn
3. Packeren ekspanderes, så den lukker tæt (trykket registreres). Der skal benyttes vand af drikkevandskvalitet (godkendt af HOFORs tilsyn)
4. Prøvetryk fastlægges i samarbejd med HOFORs tilsyn (trykket tilpasses den enkelte boring i forhold vandspejl og bund af forerør).
5. Der monteres en trykprøvningsflange på toppen af boringen
6. Inden trykprøvningen fyldes pvc-røret med rent vand indtil overløb (vandmængde registreres og sammenholdes med teoretisk volumen)
7. Boringen påføres det aftalte vandtryk (trykket registreres)
8. Trykudviklingen overvåges i 60 minutter. Aflæse tryk for minimum hver 0, 5, 10, 15, 20 og 30, 45 og 60 minutter. Dokumenteres vha. af foto jf. Figur 2. Tryk angives i bar med ét decimals nøjagtighed.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 13 Niveaubestemt vandprøvetagning

Niveaubestemt vandprøvetagning udføres kun på indvindingsboringer. Selve vandprøvetagningen udføres af HOFOR, mens entreprenøren skal stå for pumpning, og skal sørge for montering af prøvehaner med ½-tomme gevind.

Entreprenøren skal varsko HOFOR om forventet tidspunkt for vandprøvetagningen minimum én uge forud, og skal bekræfte tidspunktet to dage før vandprøvetagningen finder sted, således at vandprøvetagningen kan planlægges. Det kan ikke påregnes, at der udtages vandprøver på fredage eller dagen før helligdage.

Umiddelbart før den niveaubestemte vandprøvetagning forpumpes boringen svarende til mindst fem gange det vandvolumen, der findes i boringen.

Placeringen af pumper og packer samt valg af pumpestørrelser og ydelser, fastlægges på baggrund af resultaterne fra de udførte flowlogs i dialog mellem HOFOR og entreprenøren.

Entreprenøren noterer på hvilke tidspunkt og i hvilken rækkefølge de niveauspecifikke vandprøver bliver udtaget i.

#### 13.1 Vandprøvetagning ved separationspumpning

Ved vandprøvetagning ved separationspumpning udtages topprøver altid ved, at en lille prøvetagningspumpe installeres lige under toppen af henholdsvis filteret i filtersatte boringer eller lige under bunden af forerøret i åbne kalkboringer (ca. 1 meter under), mens en størrepumpe installeres længere nede i boringen (5-10 meter under lillepumpe), jf. Figur 3.

Bundprøver udtages med den omvendte konstellation, dvs. at en lille prøvetagningspumpe installeres lige over bunden af filteret eller bunden af en åben kalkboring (ca. 1 meter over), og en størrepumpe installeres længere oppe i boringen (i forerøret), jf. Figur 3.

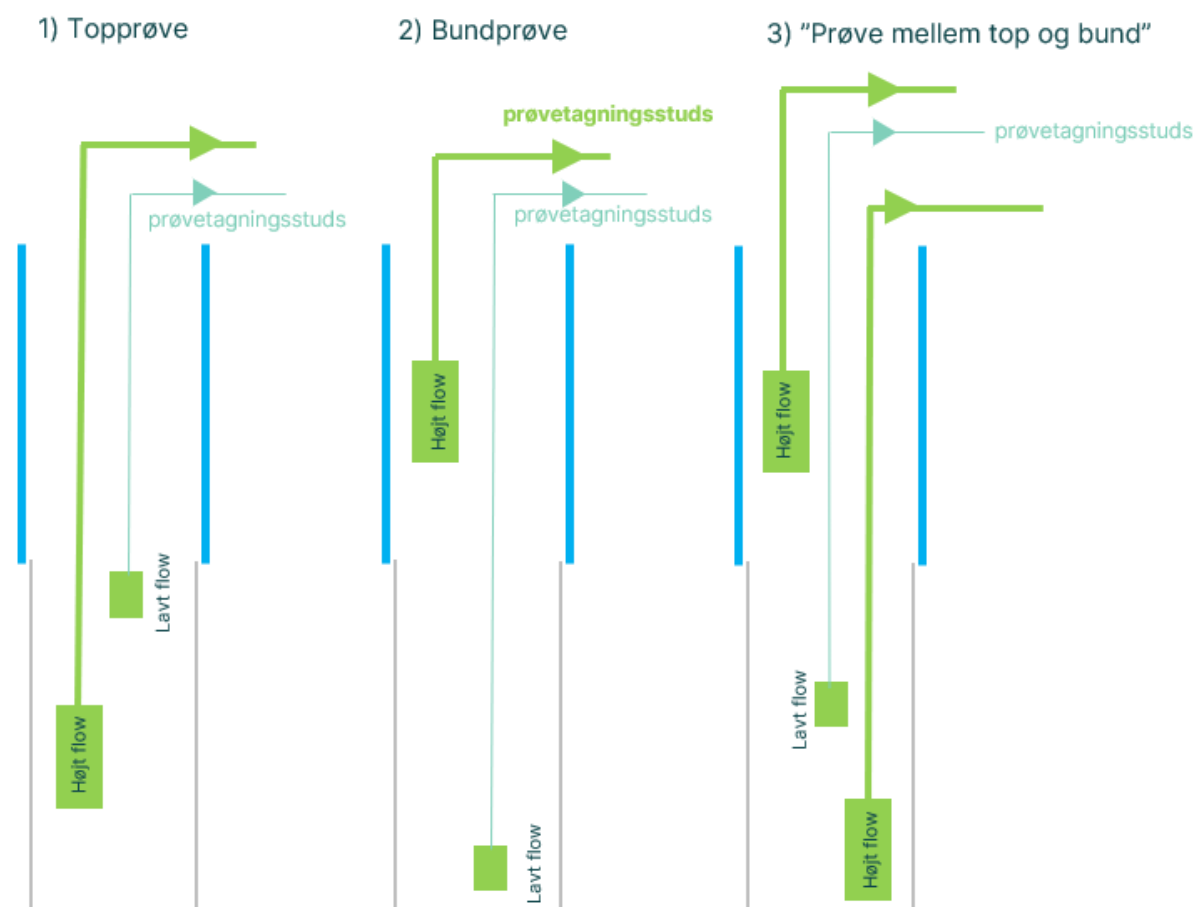
Prøver imellem top- og bundprøven udtages ved at anvende to større pumper samt en lille prøvetagningspumpe, der installeres imellem de to større pumper, jf. Figur 3.

Prøve af samlevand udtages fra den storepumpe, når denne er placeret i forerøret (som ved bundprøve).

Ydelserne fastlægges af HOFORs tilsyn. Den storepumpe skal kunne yde min. 20 m<sup>3</sup>/t. Den lillepumpe skal minimum kunne yde 1 m<sup>3</sup>/t. Ydelserne måles og noteres af entreprenøren. Vandprøver udtages af HOFOR når online målinger af temperatur og ledningsevne har stabiliseret sig. HOFOR udfører disse online målinger.



## KRAVSPECIFIKATION



Figur 3 Skitsetegning over hvordan pumperne placeres i forbindelse med vandprøvetagning ved separationspumpning.

### 13.2 Akkumuleret vandprøvetagning

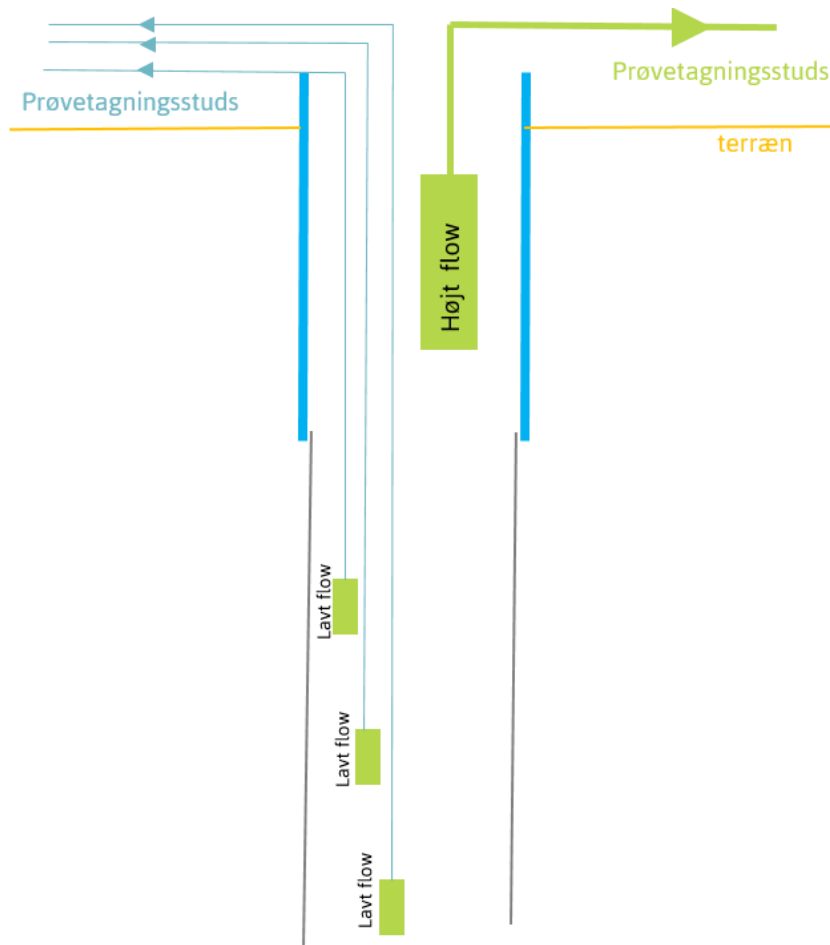
Den akkumulerede vandprøvetagning skal udføres ved en af de to metoder beskrevet neden for:

- 1) Der monteres en hovedpumpe (højt flow, minimum  $20 \text{ m}^3/\text{t}$ ) i forerøret i toppen af boringen samt op til tre mindre pumper (lavt flow, minimum  $1 \text{ m}^3/\text{t}$ , i de af HOFOR fastlagte niveauer. Alle pumper kører samtidig, jf. Figur 4. Eller,
- 2) Der monteres en hovedpumpe (højt flow, minimum  $20 \text{ m}^3/\text{t}$ ) i forerøret i toppen af boringen samt en mindre pumpe (lavt flow, minimum  $1 \text{ m}^3/\text{t}$ ) i det af HOFOR fastlagte nederste niveau. Når den nederste vandprøve er udtaget, trække den mindre pumpe op til det næste fastlagte niveau, osv. (maksimalt 3 niveauer).

Prøve af samlevand udtages fra den store pumpe, der er placeret i forerøret.

Ydelserne måles og noteres af entreprenøren. Vandprøver udtages af HOFOR, når online målinger af temperatur og ledningsevne har stabiliseret sig. HOFOR udfører disse online målinger.

## KRAVSPECIFIKATION



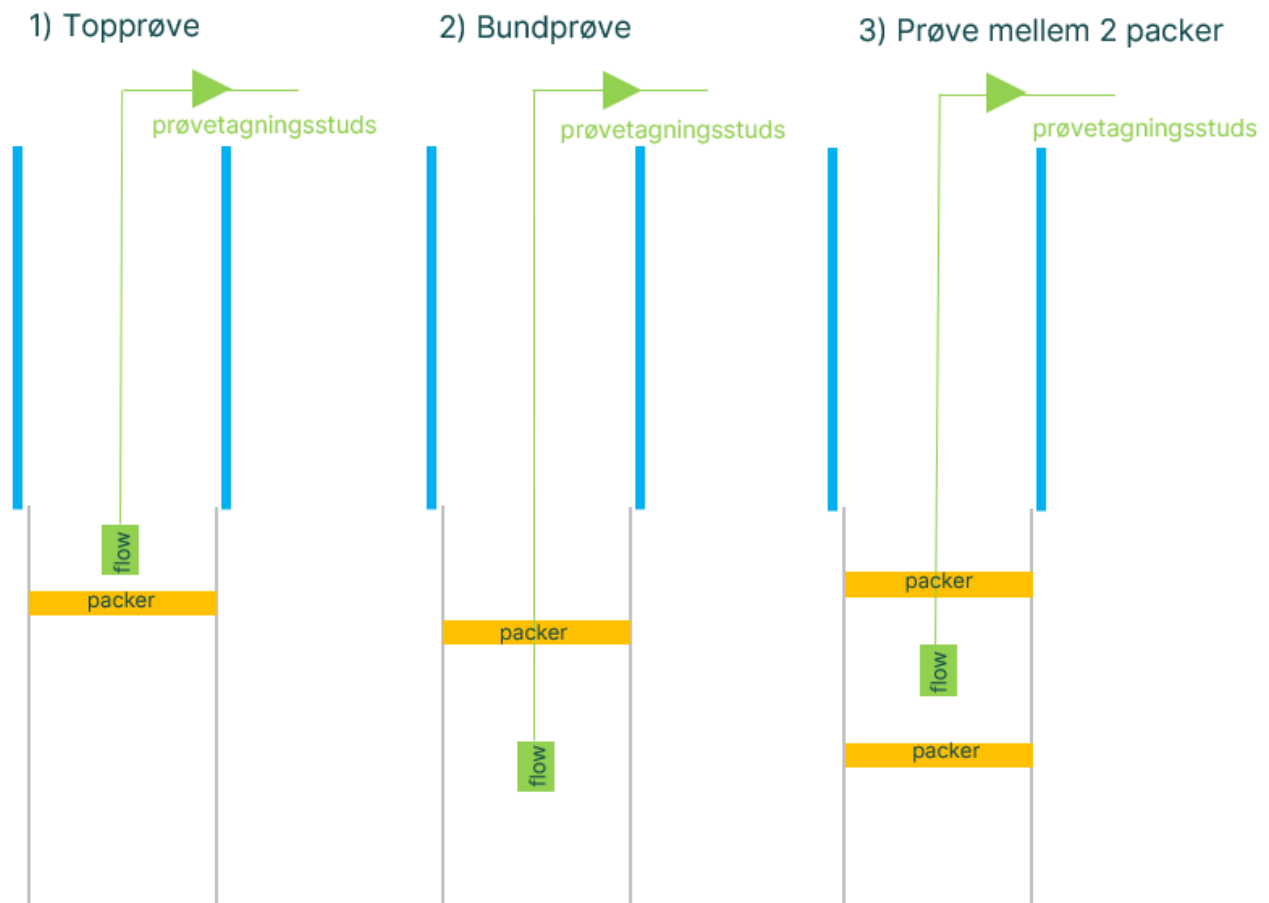
Figur 4 Skitsetegning over hvordan pumperne placeres i forbindelse med udtagning af akkumulerede vandprøver. Der monteres op til 4 pumper, der kører samtidig. Vandprøverne kan også udtages ved montering af hovedpumpe og én lillepumpe, hvor den lille pumpe først placeres til nederste vandprøve, hvorefter den trækkes op til næste niveau.

### 13.3 Vandprøvetagning med montering af packer

Der kan i nogle tilfælde være behov for at kunne udtage vandprøver ved brug af packer monteret i boringen, jf. Figur 5. Denne vandprøvetagning skal udføres som beskrevet nedenfor:

- 1) Top-prøve udtaget med packer monteret under prøvetagningspumpen
- 2) Bund-prøve udtaget med packer monteret over prøvetagningspumpen
- 3) Prøve udtaget mellem to packere, der monteres en packer over og under prøvetagningspumpen

## KRAVSPECIFIKATION



**Figur 5** Skitsetegning over, hvordan pumper og packer skal placeres i forbindelse med vandprøvetagning ved montering af packer.

Ydelserne måles og noteres af entreprenøren. Vandprøver udtages af HOFOR, når online målinger af temperatur og ledningsevne har stabiliseret sig. HOFOR udfører disse online målinger.

Packer der anvendes til udtagning af vandprøver, skal være udført i et materiale, der er egnet til brug i vandbanen (materiale kan anvises af HOFORs tilsyn).

## 14 Boringsdokumentation

Dokumentationen af borearbejdet skal i fornødent omfang indsamles og noteres løbende under borearbejdet, og skal som minimum indeholde oplysninger om følgende:

Stamdata:

- Boringens DGU nr.
- Boringens koordinater, terrænkote, kote for top af forerør og angivelse af den metode, der er anvendt ved indmåling
- Dato for borearbejdet
- Identifikation af firma og mandskab
- Boringens dimension og boredebyde

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Rovandspejl
- Boremetode, mejseltype m.v.

### Borearbejdets fremdrift:

- Registrering af konstaterede laggrænser, udtagne jordprøver og beskrivelse af de gennemborede jordlag med simpel farveangivelse
- Alle observationer i forhold til forekomsten af højtydende og mindre ydende zoner i de grundvandsmagasiner, der gennembøres
- pH-målinger på vand, der anvendes til boremudder, efter evt. pH-justering
- Ved udførelse af tørboringer foretages pejling morgen og aften, og forerørrets niveau noteres ved hver pejling
- Fremdrift og forekomst af borestop med angivelse af tidspunkt, varighed og årsag
- Særlige iagttagelser/boretekniske problemer som f.eks. sten, hærdnede lag, tab af boremudder, tab af cirkulation m.m.
- Art og mængde af tilsatte additiver
- Art og mængde af forbrugt vegetabilsk og bionedbrydelig smøreoile til smøring af DTH-hammeren (moniterings- og pejleboringer)
- Vandforbrug og angivelse af, hvorfra det er hentet
- Ledningsevne målinger udført under borearbejdet.
- Køresedler for bortskaffelse af boremudder

### Boringsudbygning:

- Beskrivelse af boringsudbygning
- Dimension og godstykkelse af forerør
- Dybde til forsegling samt produktnavn og type. Målinger af densitet på cement eller cement-bentonit grout blandingen
- Vandforbrug og angivelse af, hvorfra det er hentet
- Ved filtersætning, filterinterval, filtermateriale og –dimension, inkl. slidsestørrelse
- Beskrivelse af gruskastning inkl. type og kornstørrelsesfordeling
- For sand- og grusformationer i indvindingsboringer: Kornstørrelsesanalyser af formationsmaterialet
- Placering af top af rør i forhold til terræn
- Placering af forerørssamlinger
- Rovandspejl i forhold til terræn
- Materialeforbrug - både materialer/komponenter og forbrugsstoffer.

### Renpumpning og prøvepumpning:

- Pumpeydelse, målt
- Oppumpede vandmængder
- Tidspunkt for pumpestart og –stop
- Håndpejlinger samt tidspunkt for udførte håndpejlinger
- Optegnede grafer
- Elektroniske data
- Beregnede værdier for transmissivitet, specifik ydelse og virkningsgrad.

### Oparbejdning og syring:

- Oparbejdnings- og syringsforløb med datoer og metoder
- Tilsatte mængder af kemikalier samt tilsætningsmetode

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Resultater af ren- og prøvepumpning dokumenteres som nævnt ovenfor.
- Køresedler for bortskaffelse af bundfældet materiale

Borehulslogging:

- Først optegnede og tolkede logs, herefter fuld rapport, jf. afsnit 11.1 og 11.2.

Niveaubestemt vandprøvetagning:

- Beskrivelse af anvendte metoder
- Vandmængder oppumpet ved forpumpning
- Pumpeydelse ved udtagning af top- og bundprøver samt ved separationspumpning
- Beskrivelse og fotos af anvendte packere.
- Tidspunkt for prøvetagning af de forskellige niveauer

Tilbagestøbning:

- Beskrivelse af forløb af tilbagestøbning
- Materialeforbrug
- Bundpejling efter tilbagestøbning

Trykprøvning af boringen:

- Beskrivelse af anvendte metoder
- Beskrivelse af anvendte materialer (bl.a. packeren, hvilke tryk packeren er påsat af vand eller luft, jf. afsnit 12.2)
- Beskrivelse af forløbet med angivelse af dato, klokkeslæt og tryk jf. 12
- Foto af trykmålinger jf. afsnit 12.

Fotodokumentation:

- Fotos af arbejdsområdet inden arbejdets iværksættelse
- Fotos af arbejdsområdet ved arbejdets afslutning
- Fotos af den færdiggjorte boring
- Fotos i forbindelse med uforudsete hændelser
- Andre fotos, som entreprenøren vurderer relevante.

Dokumentationen skal generelt kunne fremsendes løbende efter nærmere aftale med HOFOR.

## 15 Sløjfning af boringer

Sløjfning af boringer (indvindingsboringer, pejleboringer, monitoringsboringer mv.) sker i henhold til bekendtgørelse nr. 1260 af 28/10 – 2013, jf. afsnit 2.

Entreprenøren skal i forbindelse med udførelse af arbejdet sikre, at den dokumentation, der er nævnt i afsnit 15.8 og 16, løbende indsamles og noteres.

### 15.1 Forberedende arbejde

Medmindre andet er oplyst, er boringer af HOFOR klargjort til sløjfning på følgende måde:

- Pumper og stigrør er fjernet

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Råvandsledninger er frakoblet
- EI og SRO er frakoblet
- Alle instrumenter etc., der ønskes genbrugt af HOFOR, er allerede fjernet.

Hvis boringen er sat i en vandfyldt brønd, pumpes brønden om nødvendigt tør af entreprenøren.

Vandstanden i boringen pejles, og hvis der ikke forefindes en pejlepunktskote for boringen, skal entreprenøren indmåle punktet i forbindelse med at boringen pejles en sidste gang.

Boringen bundpejles. For filtersatte boringer gælder, at HOFORs tilsyn skal kontaktes for eventuel aftale om oprensning, hvis boringen er fyldt op til over top af filterstrækningen. For åbne boringer i kalk gælder, at HOFORs tilsyn skal kontaktes for eventuel aftale om oprensning, hvis der er mere end 5 m slam i boringen. Evt. oprenset slam skal bortkøres til en godkendt modtager, og køresedler skal udleveres til HOFORs tilsyn som dokumentation.

### 15.2 Opfyldning af filterstrækning

Filterstrækningen støbes op med cement eller cement-bentonit grout. Såfremt der er for stort "tab" i forbindelse med opstøbningen kan der tilsættes godkendte filtermaterialer, jf. DS/EN 12904.

Såfremt filterstrækningen er meget længere end 20 meter bør opstøbningen opdeles over to dage, så det sikres at cementstøbningen ikke presse alt for langt ud i formationen. Dette aftales med HOFORs tilsyn

Hvis der anvendes ren cement eller cement-bentonit grout til opfyldning af filterstrækningen, skal blandingerne som foreskrevet i afsnit 7.2 anvendes. Der udtages prøver af blandingen og måles densitet som angivet i afsnit 7.2. Der udtages minimum en prøve pr. sløjfet boring. Der udstøbes gennem rør eller slanger fra bunden af boringen med mundingen dykket under overfladen af grouten.

Såfremt det vælges, at filterstrækningen fyldes med sand, må der kun anvendes godkendte filtermaterialer, jf. DS/EN 12904.

- Prioriteringsrækkefølge:
- Opstøbning med cement eller cement-bentonit grout, jf. afsnit 7.2
- Opfyldning med filtermateriale skal være med godkendte materialer jf. DS/EN 12904

### 15.3 Opfyldning af indtag i åbne kalkboringer

Filterstrækningen støbes op med cement eller cement-bentonit grout. Såfremt der er for stort "tab" i forbindelse med opstøbningen kan der tilsættes godkendte filtermaterialer, jf. DS/EN 12904.

Hvis der anvendes ren cement eller cement-bentonit grout til opfyldning af forerøret, skal blandingerne som foreskrevet i afsnit 7.2 anvendes. Der udtages prøver af blandingen og måles densitet som angivet i afsnit 7.2. Der udtages minimum en prøve pr. sløjfet boring. Der udstøbes gennem rør eller slanger fra bunden af boringen med mundingen dykket under overfladen af grouten.

HOFOR kan beslutte, at der i dele eller hele strækningen i stedet anvendes bentonit af én af de kvaliteter, der nævnes i afsnit 15.4.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Hvis der anvendes bentonit pellets, kan der fra 2 m under vandspejlet i boringen anvendes produkter, der kun anbefales for den mættede zone. Fra 2 m under vandspejlet i boringen og til det niveau, hvor forerøret afskæres, skal anvendes bentonit pellets, der anbefales til både den umættede og den mættede zone. Kvældnings-kapaciteten skal være minimum 600 % efter 24 timer. I den umættede zone skal forseglingen regelmæssigt vandes under nedkastningen.

I enkelte tilfælde kan den åbne strækning i åbne kalkboringer opfyldes med godkendte filtermaterialer. Der kan eksempelvis placeres 1 m tykt lag af bentonit i den åbne strækning af boringen.

- Prioriteringsrækkefølge:
- Opstøbning cement eller cement-bentonit grout, jf. afsnit 7.2
- Bentonit af en af de kvaliteter, der nævnes i afsnit 15.4
- Opfyldning med filtermateriale skal være med godkendte materialer jf. DS/EN 12904

### 15.4 Opfyldning/udstøbning af forerør

Forerøret kan enten udstøbes med ren cement eller cement-bentonit grout eller opfyldes med bentonit pellets, som anvist af HOFOR.

Hvis der anvendes ren cement eller cement-bentonit grout til opfyldning af forerøret, skal blandingerne som foreskrevet i afsnit 7.2 anvendes. Der udtages prøver af blandingen og måles densitet som angivet i afsnit 7.2. Der udtages minimum en prøve pr. sløjfet boring. Der udstøbes gennem rør eller slanger fra bunden af boringen med mundingen dykket under overfladen af gROUTEN.

Hvis der anvendes bentonit pellets, kan der fra 2 m under vandspejlet i boringen anvendes produkter, der kun anbefales for den mættede zone. Fra 2 m under vandspejlet i boringen og til det niveau, hvor forerøret afskæres, skal anvendes bentonit pellets, der anbefales til både den umættede og den mættede zone. Kvældnings-kapaciteten skal være minimum 600 % efter 24 timer. I den umættede zone skal forseglingen regelmæssigt vandes under nedkastningen.

- Prioriteringsrækkefølge:
- Opstøbning med cement eller cement-bentonit grout, jf. afsnit 7.2
- Bentonit af en af de kvaliteter, der nævnes i afsnit 15.4

Forerøret afskæres min. 1 m under terræn eller evt. dybere, jf. afsnit 15.7. Hvis boringen er placeret i en brønd, der ikke fjernes fuldstændigt, skal der udstøbes over toppen af forerøret, jf. afsnit 15.7. Over top af forerør, der ikke er placeret i en brønd, skal der placeres et lag på min. 10 cm af bentonit pellets, der anbefales til både den umættede og den mættede zone. Kvældningskapaciteten skal være minimum 600 % efter 24 timer. Dette lag skal gå min. 20 cm ud over væggen af det oprindelige borehul.

### 15.5 Udvendig injicering af forerør

HOFOR kan foreskrive, at der skal ske tætning udenfor det opfyldte forerør ved udvendig injicering.

Udvendig injicering foregår for boringer i brønde efter, brøndene er rensede op og pumpet tørre og vandstanden er i ro. Om nødvendigt forbores igennem bunden af brøndene.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

Den udvendige injicering sker igennem trykrør, der spules ned udenfor forerøret. Antallet af trykrør afhænger af boringsdimensionerne, idet hele omkredsen skal dækkes. For borerør med borediameter indtil 300 mm anvendes tre trykrør, for borediameter på 300 - 450 mm anvendes fire trykrør, og for borerør med borediameter over 450 mm anvendes fem trykrør.

Trykrørene spules ned til en dybde, der specificeres af HOFOR for hver boring. I den enkelte boring føres alle rør til samme dybde.

Igennem trykrørene foretages en trykinjicering med ren cement eller en cementblanding, der er udført efter forskrifterne i afsnit 7.2. Trykinjiceringen fortsætter, mens rørene trækkes retur, som nærmere specificeret af HOFOR.

### **15.6 Overboring af forerør**

HOFOR kan foreskrive, at der skal foretages overboring af forerør. Overboringen kan foretages på to forskellige måder:

- Når forerøret er fyldt op eller udstøbt, med henblik på etablering af en udvendig forsegling; eller
- Når forerøret ikke er fyldt op, med henblik på optagning af forerøret med efterfølgende forsegling af hele det nyetablerede borehul.

Overboring af forerøret sker med borerør med en større diameter end forerøret og mindst i samme dimension, som det boringen oprindeligt blev udført i. Materialet imellem borerøret og forerøret spules op og bortskaffes på samme måde som angivet i afsnit 6.7.

Forsegling af enten hulrummet imellem borerøret og forerøret eller – hvis forerøret fjernes – hele det nyetablerede borehul foretages som beskrevet i afsnit 15.4.

### **15.7 Sløjfning af brønd/råvandsstation**

For overjordiske råvandsstationer gælder, at entreprenøren nedbryder og fjerner de tilbageværende dele af råvandsstationen, herunder gulvet. Materialerne bortskaffes medmindre andet er aftalt med HOFOR. Eventuelle gruslag under råvandsstationen fjernes og udskiftes med harpet muldjord til ca. 40 cm dybde svarende til omkringliggende forhold, og terrænet udjævnes. Muldjorden skal være dokumenteret ren samt fri for brokker og som minimum være analyseret for PAH'er, kulbrinter og tungmetaller.

Ved brønde med tilbageværende installationer m.v., typisk for ældre indvindingsboringer, gælder følgende:

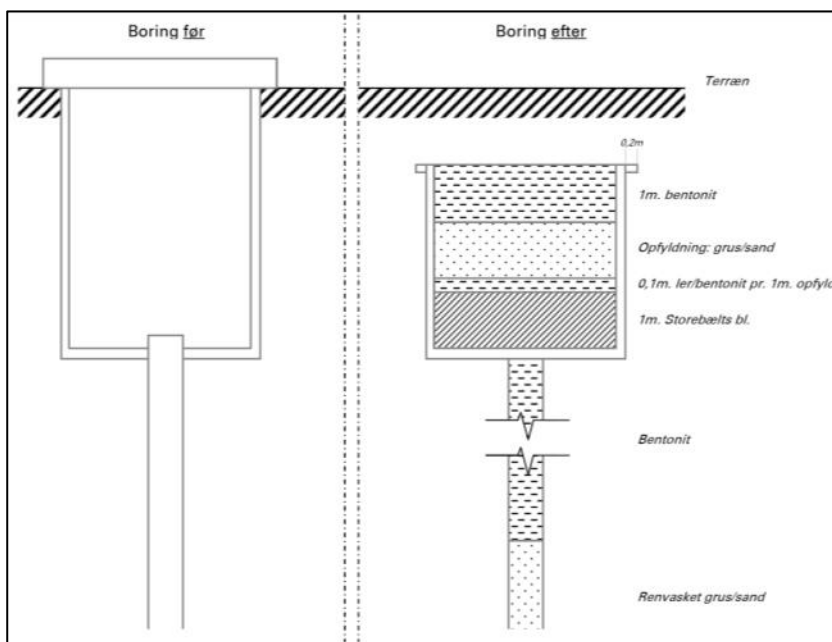
- Tilbageværende installationer m.v. fjernes og bortskaffes af entreprenøren medmindre andet er aftalt med HOFOR
- Bunden oprensnes
- Der monteres blindflange, hvis der forefindes en stikledning i brønden. Blindflangen monteres umiddelbart før rørgennemføringen, på indvendig side af brønden. Der skal anvendes bolte i kvalitet A4 DIN 931 min. 4 bolte pr stk. blindflange. Blindflangen kan leveres som PE plade uden særlig trykklasse. Pakningen skal udføres med EPDM. Eventuelle øvrige åbninger eller gennemføringer i brøndene udstøbes med ren cement eller cement-bentonit grout.



## KRAVSPECIFIKATION

- Forerør afskæres ved bunden af brønden
- For dybere brønde gælder, at den nederste meter af brønden (dog ikke i zonen 0 - 1 m under terræn) støbes op med cement-bentonit grout blandet som angivet i afsnit 7.2
- Brønden fyldes derefter med grus og sand. For hver meter fyld lægges 10 cm bentonit pellets, der anbefales til både den umættede og den mættede zone. Kvældnings-kapaciteten skal være minimum 600 % efter 24 timer. Der fyldes indtil 1 m under det niveau, hvortil 7brønden fjernes (se nedenfor)
- Brønden opgraves og fjernes til min. 1 m under terræn. Den sidste meter herunder opfyldes brønden med bentonit af ovennævnte type. Der lægges herefter 10 cm bentonit pellets i en ring af 20 cm bredde udenfor kanten af brønden
- Resten af hullet opfyldes slutteligt med råjord og muldjord svarende til omkringliggende forhold, typisk 40 cm muldjord, og terrænet udjævnes

Principskitse af sløjfningen af en brønd er vist i Figur 6.



Figur 6 Principskitse i forhold til sløjfning af indvindingsboringer i brønd.

Generelt er monitorings- og pejleboringer beskyttet af en simpel betonbrønd eller lignende, der fjernes og bortskaffes af entreprenøren. Eventuelle gruslag i brønden udskiftes med muldjord til ca. 40 cm dybde svarende til omkringliggende forhold, og terrænet udjævnes.

## 15.8 Sløjfningsjournaler

Dokumentationen af sløjfningsarbejdet skal som minimum indeholde følgende oplysninger:

Stamdata:

- Boringens DGU nr.
- Matrikeloplysninger
- Ejeroplysninger (adresse mv.)
- Dato for sløjfningen

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Identifikation af firma og mandskab
- Brønddybde og boringsdybde
- Brønd- og boringsdiameter
- Antal sløjfede filtre og længde af filtre og forerør.

Vandspejl på sløjfningstidspunktet:

- Pejling af vandspejlet i boringen på sløjfningstidspunktet.
- Indmåling af pejlepunktskote (hvis en sådan ikke forefindes)

Fremgangsmåde ved sløjfning:

- Oplysninger om oppumpet mængde slam og sedimenter i de enkelte filtre inkl. køresedler for bortskaffelse
- Oplysning om optagning eller afskæring af f.eks. forerør, filtre m.v. inkl. dokumentation for bortskaffelse
- Angivelse af anvendte materialer (herunder den teoretiske mængde), mængder samt placering
- Oplysninger om bortskaffelse af materialer eksempelvis brøndringe, dæksler m.v. inkl. dokumentation.

Årsag til sløjfning:

- Årsag til sløjfning af brønd og boring angives. I tvivlstilfælde rettes forespørgsel til HOFOR.

Retablering ved terræn:

- Oplysninger om retablering af terræn
- Oplysninger om bortskaffelse af materialer (brøndringe m.v.).

Sløjfningsjournalerne afleveres til HOFOR og indberettes desuden til GEUS af entreprenøren jf. afsnit 16.

## 16 Indberetning af boringer og logging til GEUS

I forbindelse med etablering af en boring skal brøndboreren foretage indberetning til Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS) i henhold til kapitel 5 i bekendtgørelse nr. 1260 om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land. Alle oplysninger, der fremgår af § 23 af bekendtgørelsen, skal indberettes. Prøver af gennemborede jordlag samt borerapport indsendes i henhold til § 24. Indberetningen skal følge forskrifterne for indberetning af boredata på GEUS hjemmeside for boringer <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/arkiver/borearkivet/indberetning-af-boringer-skemaer-og-vejledninger/>.

Sløjfning af boringer indberettes i henhold til kapitel 6 i bekendtgørelse nr. 1260 om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land.

Geofysiske undersøgelser udført i forbindelse med etablering af boringen, skal indberettes digitalt til GERDA-databasen i henhold til § 25. Logdata skal indberettes til GERDA databasen i LAS-format og med en præsentationsfil i PDF-format. Indberetningen skal følge forskrifterne for indberetning af loggingdata på GEUS' hjemmeside for GERDA <http://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-geofysisk-database-gerda/>.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Dokumentation for indberetning og fremsendelse af jordprøver skal fremsendes til HOFOR.

### **17 Aflevering af arbejde**

Efter endt arbejde skal der ske en oprydning og retablering af de berørte områder til samme stand, som før arbejdet blev påbegyndt. De berørte arealer skal gennemgås og godkendes af HOFORs tilsyn.

For at entreprisen kan betragtes som afleveret, skal samtlige arbejder være afsluttet, herunder skal komplet dokumentation, inkl. borejournaler og sløjfningsjournaler, jf. afsnit 14 og 15.8, være udarbejdet og afleveret til HOFORs tilsyn samt godkendt af HOFORs tilsyn. Endvidere skal alle nødvendige indberetninger være foretaget og jordprøver skal være afleveret til GEUS, og dette skal være dokumenteret overfor HOFORs tilsyn.