

# KRAVSPECIFIKATION

---

## KILDEPLADSER

## BOREARBEJDER

Version 0		Første udgivelse
Version 1	07.02.2019	Korrektur ændringer

# KRAVSPECIFIKATION

---

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	Indledende arbejder .....	7
4.1	DGU nr. ....	7
4.2	Eksisterende lednings- og kabelanlæg .....	7
4.3	Tilladelser .....	7
5	Boringsudførelse.....	8
5.1	Generelle bemærkninger .....	8
5.2	Boremetoder .....	8
5.3	Diametre af borer, forerør og filterrør.....	9
5.4	Borearbejde .....	9
5.5	Boremudder .....	10
5.6	Jordprøvetagning.....	11
5.7	Håndtering af opboret materiale.....	12
6	Boringsudbygning .....	12
6.1	Generelt.....	12
6.2	Åbne indvindingsboringer i kalk .....	13
6.3	Filtersatte indvindingsboringer i kalk .....	14
6.4	Indvindingsboringer i sand- og grusformationer .....	15
6.5	Moniterings- og pejleboringer.....	15
7	Oprensning, renpumpning og vandprøvetagning .....	16
8	Syring af kalkboringer .....	17
9	Oparbejdning af boringer i sand- og grusformationer .....	17
10	Borehulslogging .....	18
10.1	Logging i pilothuller .....	18
10.2	Logging i færdigudbyggede boringer.....	18
11	Niveaubestemt vandprøvetagning.....	19
12	Boringsdokumentation .....	20
13	Sløjfning af boringer.....	21
13.1	Forberedende arbejde .....	22
13.2	Opfyldning af filterstrækning .....	22
13.3	Opfyldning af indtag i åbne kalkboringer .....	22

## KRAVSPECIFIKATION

---

13.4	Opfyldning/udstøbning af forerør.....	22
13.5	Udvendig injicering af forerør .....	23
13.6	Overboring af forerør .....	23
13.7	Sløjfning af brønd/råvandsstation.....	23
13.8	Sløjfningsjournaler .....	24
14	Indberetning af boringer og logging.....	25
15	Aflevering af arbejde .....	26

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1 Indhold og anvendelse

Denne kravspecifikation angiver de generelle krav til etablering og sløjfning af borer og 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 borer og brønde på land (nr. 1260 af 28/10 – 2013)
- Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører borer 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
- DS/EN 12904, 2. udgave 2005-08-26. Produkter til behandling af vand anvendt som drikkevand – Kiselsand og kiselgrus.

## 3 Dokumenteret drikkevandssikkerhed (DDS)

Nærværende kravspecifikation angiver de generelle krav til DDS (Dokumenteret Drikkevandssikkerhed) for nye projekter, der udføres som led i udbygning og renovering af vandværkerne i HOFORs forsyningsområde.

### 3.1 DDS generelt

HOFORs drikkevand bliver produceret i henhold til kravene i den internationale fødevarerstandard ISO 22000, til dagligt 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 betale en tolk, da kurset kun holdes på dansk.

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

## KRAVSPECIFIKATION

---

### Risikovurdering og arbejdsbeskrivelse

Der skal sammen med HOFOR gennemføres en DDS-vurdering/-screening af anlæg i forbindelse med projekteringen. 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.

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

Før arbejdsopgaven påbegyndes, skal opgavebeskrivelse og risikovurdering være læst og forstået.

### Materialer

De materialer, der benyttes til HOFORs vandforsyningsanlæg, skal være at finde i HOFORs vandhåndbog. Se henvisning sidst i dette afsnit. De kemikalier, rengøringsmidler og smøremidler, man ønsker at bruge, skal findes på HOFORs positivliste, som findes i Niras' kemidatabase. Se henvisning sidst i dette afsnit. Hvis man ønsker at bruge andre komponenter, rørtyper eller kemikalier, skal man rette henvendelse til HOFOR. Før de nye materialer kan tages i brug, skal disse være godkendt af HOFOR. Godkendelsesarbejdet af eventuelle nye produkter tager som udgangspunkt en måned.

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 rengøres/klores før de tages i brug. Vandrør må ikke være placeret direkte på jorden. Oplagring af rørene skal ske løftet over terræn i 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.

### 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 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. Beskidt værktøj holdes adskilt fra det rene værktøj.

Henvisninger:

- Pjece: Regler for hygiejne ved arbejde med vandledninger (se [www.hofor.dk](http://www.hofor.dk))
- Pjece: Regler for hygiejne ved arbejde med drikkevand (se [www.hofor.dk](http://www.hofor.dk))
- Dansk Kemidatabase ([www.danskkemidatabase.dk](http://www.danskkemidatabase.dk)) login: Hoforkemi password: Hoforkemi) her findes listen over de DDS-godkendte produkter, der må bruges i vandbanen
- HOFORs vandhåndbog/materialeliste, som er HOFORs oversigt over godkendte komponenter, der må bruges i vandbanen (se "VHB 101 Vandhåndbog" på [www.hofor-tekniskdesign.dk](http://www.hofor-tekniskdesign.dk))

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3.2 DDS, specifikt for borearbejde

Boreentreprenøren skal med sit tilbud fremsende datablade eller lignende på alle materialer, tilsætningsstoffer og kemikalier, der skal anvendes ved borearbejdet, hvis disse ikke specifikt er godkendt af HOFOR.

HOFOR forbeholder sig ret til at afvise alle beskadigede materialer og ikke godkendte kemikalier og tilsætningsstoffer.

I forbindelse med afrapporteringen af arbejdet skal der foreligge produktblade/dokumentation for alt anvendt materiale, herunder kemikalier og tilsætningsstoffer.

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.
- 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 rimeligt 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 kloret 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.
- Pumpe og stigrør, 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.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

- I forbindelse med borearbejdet må der kun anvendes vand af drikkevandskvalitet eller råvand, der ved simpel vandbehandling kan opnå drikkevandskvalitet.

### **4 Indledende arbejder**

#### **4.1 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.

#### **4.2 Eksisterende lednings- og kabelanlæg**

Det påhviler entreprenøren inden opstartsmødet at rekvirere tegninger fra kabel- og ledningsejere, 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.

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 lednings- og kabelejere og myndigheder. Alle udgifter hertil skal være indeholdt i tilbuddet.

Ved krydsende ledninger og kabler påhviler det entreprenøren at følge alle 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, han måtte påføre 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.

#### **4.3 Tilladelser**

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

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 5 Boringsudførelse

#### 5.1 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 forsegles på normal vis. Det er således entreprenørens ansvar at medbringe tilstrækkelige mængder af nødvendige tilsætningsstoffer til boremudderet, såsom bentonit og baryt, jf. afsnit 5.5.

#### 5.2 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.



## KRAVSPECIFIKATION

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.

### 5.3 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	Ekstern rørdiameter
Åben kalkboring med stort forerør og mulighed for senere filtersætning	550 mm ned i top kalk/350 mm i kalk under forerør	400 mm.
Åben kalkboring uden mulighed for senere filtersætning	400 mm ned i top kalk/200 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)	Ekstern rørdiameter rør 1 (mm)	Ekstern rørdiameter rør 2 (mm)
200	90	-
200	110	-
350	110	110

### 5.4 Borearbejde

Under borearbejdet skal boreentreprenøren systematisk og løbende indsamle og notere alle de oplysninger, der skal leveres ved arbejdets afslutning. jf. afsnit 12 om dokumentation.

## KRAVSPECIFIKATION

---

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.

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.

### 5.5 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.

## KRAVSPECIFIKATION

---

For indvindingsboringer i sand og grus skal der altid tilsættes PAC (Polyanionisk Cellulose) 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 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 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 5.1 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.

## 5.6 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

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

fra sedimentfanget, tømmes helt efter udhældning af prøve på fiberduk og skylles herefter, så der ikke sker sammenblanding af prøvemateriale fra forskellige niveauer.

Den opborede og samlede prøve udlægges på en ren fiberduk, 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.

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.

### **5.7 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 tilbudet.

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

## **6 Boringsudbygning**

### **6.1 Generelt**

Alle forerør og filterrør, der anvendes i indvindingsboringer, skal være produceret af PVC, som er certificeret i henhold til KTW og DVGW w270.

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 (u.t.)

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

## KRAVSPECIFIKATION

---

Såvel forerør som filterrør centrerer i borehullet med styr med en maksimal indbyrdes afstand på 6 meter.

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.

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 1,5 meter over terræn med en påmonteret flangeadapter med tilhørende blinddæksel. På artesiske boringer sættes en trækfast flangeadapter med en blindflange med 2" studs og kuglehane, og forerøret pakkes ind i vintermåtter. Afslutningsvis sættes , betonring med alu-dæksel, der skal være aflåseligt med hængelås.

### 6.2 Åbne indvindingsboringer i kalk

Som nævnt i afsnit 5.3 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.

PVC forerør skal være udført med tætte og VA-godkendte samlinger uden brug af lim og skruer. Efter nedsætning af forerøret støbes det fast ved bagstøbning, før der bores videre i de faste aflejringer. Bagstøbningen skal foregå nedefra og op. Der støbes i sektioner på maksimalt ca. 20 m pr. dag. Der anvendes 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.

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

En prøve af cementblandingen udtages under støbningen for hver 20 m bagstøbning, og hærder 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.

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 7), oftest efterfulgt af syring (jf. afsnit 8). Efterfølgende vil der ofte blive udført borehulslogging (jf. afsnit 10) samt niveaubestemt

## KRAVSPECIFIKATION

---

vandprøvetagning (jf. afsnit 11). 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 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 pakke ud fra vandkvaliteten, samt endvidere på basis af kaliberlog og optisk televiewer log, således at der vælges et område til pakkeren, hvor boringen har relativt glat væg. Herefter nedsættes et  $\varnothing 280$  mm PVC forerør med pakke. Pakkeren oppustes eller ekspanderer efter forskrifterne, hvorefter forerøret bagstøbes som beskrevet ovenfor op til 0,5 m u.t. Der anvendes udelukkende ubrugte, rene pakkere. 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 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 udførelse af boringen.

### 6.3 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 8) inden filtersætningen. Der kan endvidere være udført borehulslogging og niveaubestemt vandprøvetagning (jf. afsnit 10 og 11), samt evt. tilbagestøbning (jf. afsnit 6.2).

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 filterglidser 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.

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

## KRAVSPECIFIKATION

---

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 6.2.

### 6.4 Indvindingsboringer i sand- og grusformationer

For indvindingsboringer i sand- og grusformationer bores først et pilothul, jf. afsnit 5.2 og 5.3. HOFORs tilsyn udvælger sammen med entreprenøren prøver af formationen på hvilke, der skal udføres kornstørrelsesanalyser. Endvidere udføres borehulslogging, jf. afsnit 0. 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 filterrør og  $\varnothing 280$  mm PVC forerør med tætte og VA-godkendte samlinger uden brug af lim og skruer. 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 6.2.

### 6.5 Moniterings- og pejleboringer

Moniterings- og pejleboringer filtersættes med filter- og forerør med gevindsamling og O-ringspakning; jf. DIN-norm nr. 4925. Der anvendes normalt mindst 3 m filterstrækning.

## KRAVSPECIFIKATION

---

For filtre i sand og grus anvendes 0,3 eller 0,5 mm slidser. Slidsestørrelsen vælges på basis af en visuel bedømmelse af det opborede materiale. I kalk anvendes normalt 2 mm slidser. Entreprenøren dimensionerer gruskastningen, således at sandpumpning undgås eller minimeres.

Når der sættes to rørstammer i samme boring, skal det sikres, at der er en afstand på min. 3,5 cm imellem de to rørstammer.

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 6.2,

Rørene afsluttes min. 0,5 m over terræn med en tæt hætte. Når der er flere rørstammer i boringen, afskæres røret med det øverste filter således, at det når lidt højere over terræn end det andet rør. Filtterniveau (m u. t.) markeres/indgraves desuden på hvert enkelt rør.

Omkring rørene sættes en betonring med alu-dæksel, der skal være aflåseligt med hængelås.

## 7 Oprensning, renpumpning og vandprøvetagning

Når en indvindingsboring eller monitoringsboring er færdigudbygget og al bagstøbning, tilbagestøbning og bentonitforsegling er hærdnet/kvældet ud, skal boringen oprensnes. 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 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 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 5.7.



## KRAVSPECIFIKATION

---

### 8 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 (34 %) 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 med mindre 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 7. Ved afslutning af renpumpningen udtages en vandprøve til analyse for chlorid. Hvis chlorid-indholdet er højere end baggrundsniveauet i boringen, skal renpumpningen fortsættes, indtil chlorid-indholdet har nået baggrundsniveauet.

### 9 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 pakker-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, med mindre der er tabt store 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.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Renpumpningen skal indledningsvist ske i intervaller på 1,5 - 2 m ved anvendelse af et pakker-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 returskyllning, blæsning eller anvendelse af stempel efter aftale med HOFOR.

Der afsluttes med en trinvis pumpning som beskrevet i afsnit 7.

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

## 10 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.

### 10.1 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
- Dual elektromagnetisk induktion
- 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

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

### 10.2 Logging i færdigudbyggede boringer

Ved logging i færdigudbyggede boringer anvendes følgende program:

- Naturlig gamma
- Kaliberlog
- Dual fokuseret formations-resistivitet

## KRAVSPECIFIKATION

---

- Dual elektromagnetisk induktion
- 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 televiwer
- 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.

## 11 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.

Ved niveaubestemt vandprøvetagning udtages topprøver altid ved, at en lille prøvetagningspumpe installeres lige under toppen af henholdsvis filteret i filtersatte boringer eller bunden af forerøret i åbne kalkboringer, mens en større Pumpe installeres længere nede i boringen. Bundprøver udtages med den omvendte konstellation, dvs. at en lille prøvetagningspumpe installeres lige over bunden af filteret eller bunden af en åben kalkboring, og en større Pumpe installeres længere oppe i boringen. Ydelserne fastlægges af HOFORs tilsyn. Den store Pumpe skal kunne yde min. 14 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.

Niveaubestemte prøver imellem top- og bundprøven kan udtages på følgende måder:

- Ved separationspumpning, hvor der anvendes tre pumper: To større pumper samt en lille prøvetagningspumpe, der installeres imellem de to større pumper, eller
- Ved anvendelse af en ren dobbelt-pakker.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Ved separationspumpning skal de større pumper kunne yde op til 7 m<sup>3</sup>/t. Ydelserne fastlægges indenfor denne grænse af HOFOR. Ydelserne måles og noteres af entreprenøren. Prøver udtages, når online målinger af temperatur og ledningsevne har stabiliseret sig. HOFOR udfører disse online målinger.

## 12 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
- Boringensdimension og boreddybde
- 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 forerørets 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 (produktblade vedhæftes boringsdokumentationen)
- Vandforbrug og angivelse af, hvorfra det er hentet
- Ledningsevнемålinger 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-bentonit grout
- 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 (produktblade/kvalitetsdokumentation/mængder).

## KRAVSPECIFIKATION

---

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:

- Oparbejdning- og syringsforløb med datoer og metoder
- Tilsatte mængder af kemikalier samt tilsætningsmetode
- 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 10.1 og 10.2.

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 pakkere.

Tilbagestøbning:

- Beskrivelse af forløb af tilbagestøbning
- Materialeforbrug (produktblade/kvalitetsdokumentation/mængder)
- Bundpejling efter tilbagestøbning

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.

## 13 Sløjfning af boringer

Sløjfning af boringer 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 13.8 og 14, løbende indsamles og noteres.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

### **13.1 Forberedende arbejde**

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

- Pumper og stigrør er fjernet
- 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.

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.

### **13.2 Opfyldning af filterstrækning**

Filterstrækningen i filtersatte boringer opfyldes med godkendte filtermaterialer, jf. DS/EN 12904.

### **13.3 Opfyldning af indtag i åbne kalkboringer**

Den åbne strækning i åbne kalkboringer opfyldes som udgangspunkt med godkendte filtermaterialer, jf. DS/EN 12904. HOFOR kan beslutte, at der i dele eller hele den åbne strækning i stedet skal anvendes bentonit af én af de kvaliteter, der nævnes i afsnit 13.4, eller cement-bentonit grout som specificeret i afsnit 6.2. Der kan eksempelvis placeres 1 m tykt lag af bentonit i den åbne strækning af boringen.

### **13.4 Opfyldning/udstøbning af forerør**

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

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.

Hvis der anvendes cement-bentonit grout til opfyldning af forerøret, skal blandingen som foreskrevet i afsnit 6.2 anvendes. Der udtages prøver af blandingen og måles densitet som angivet i afsnit 6.2. 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.

Forerøret afskæres min. 1 m under terræn eller evt. dybere, jf. afsnit 13.7. Hvis boringen er placeret i en brønd, der ikke fjernes fuldstændigt, skal der udstøbes over toppen af forerøret, jf. afsnit 13.7.

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

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.

### **13.5 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 rensset op og pumpet tørre og vandstanden er i ro. Om nødvendigt forbores igennem bunden af brøndene.

Den udvendige injicering sker igennem trykrør, der spules ned udenfor forerøret. Antallet af trykrør afhænger af boringsdimensionerne, idet hele omkredsen skal dækkes. For boringer med borediameter indtil 300 mm anvendes tre trykrør, for borediameter på 300 - 450 mm anvendes fire trykrør, og for boringer 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 en cementblanding, der er udført efter forskrifterne i afsnit 6.2. Trykinjiceringen fortsætter, mens rørene trækkes retur, som nærmere specificeret af HOFOR.

### **13.6 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 den boringen oprindeligt blev udført i. Materialet imellem borerøret og forerøret spules op og bortskaffes på samme måde som angivet i afsnit 5.7.

Forsegling af enten hulrummet imellem borerøret og forerøret eller – hvis forerøret fjernes – hele det nyetablerede borehul foretages som beskrevet i afsnit 13.4.

### **13.7 Sløjfning af brønd/råvandsstation**

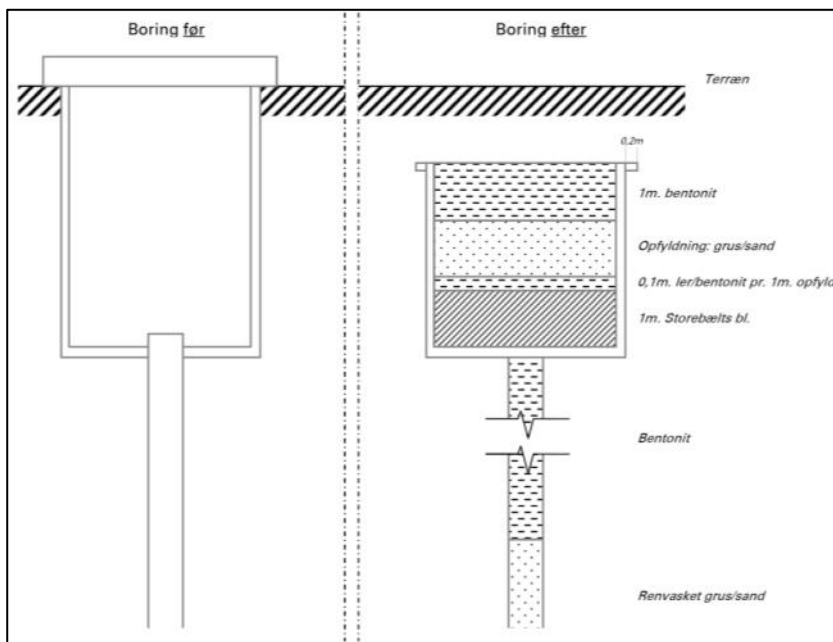
For overjordiske råvandsstationer gælder, at entreprenøren nedbryder og fjerner de tilbageværende dele af råvandsstationen, herunder gulvet. Materialerne bortskaffes med mindre andet er aftalt med HOFOR. Eventuelle gruslag under råvandsstationen fjernes og udskiftes med harpet muldjord til ca. 40 cm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

## KRAVSPECIFIKATION

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

- Tilbageværende installationer m.v. fjernes og bortskaffes af entreprenøren med mindre andet er aftalt med HOFOR
- Bunden oprensnes
- 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 6.2
- 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 brønden 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 1.



Figur 1 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.

### 13.8 Sløjfningsjournaler

Dokumentationen af sløjfningsarbejdet skal som minimum indeholde følgende oplysninger:



## KRAVSPECIFIKATION

---

### Stamdata:

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

### 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, mængder samt placering (inkl. produktblade/dokumentation for alt anvendt materiale)
- 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.

## 14 Indberetning af boringer og logging

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.

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

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

Logdata skal indberettes til GERDA databasen i LAS-format og med en præsentationsfil i PDF-format. Indberetningen skal følge foreskrifterne for indberetning af loggingdata på GEUS' hjemmeside

## **KRAVSPECIFIKATION**

---

for GERDA <http://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-geofysisk-database-gerda/>.

### **15 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 12 og 13.8, 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.