# 9. Boringer

## 1 Formål

Formålet med denne kravspecifikation er at tydeliggøre kravene for etablering af nye boringer i grundvandskortlægningen med henblik på at øge vidensniveauet omkring geologi, hydrologi og kemi.

Denne kravspecifikation indeholder både kravene til arbejdet med etableringen af nye boringer samt henvisninger til kravene for forskellige boringsundersøgelser. Begge er nævnt det sted i arbejdsprocessen hvor de oftest vil ligge.

Dermed tydeliggøres den normale rækkefølge i arbejdet med at etablere nye boringer samt udførelsen af relevante undersøgelser i forbindelse med dette.

## 2 Opgaver

De forskellige arbejdsopgaver i forbindelse med etablering af boringer og relaterede boringsundersøgelser vil ofte udføres i rækkefølgen vist i nedenstående tabel. Opgaver, der som minimum skal udføres i forbindelse med etableringen af en ny boring, er markeret med "obligatorisk" mens undersøgelser, der kan udføres, er markeret med "muligt tilvalg".

I tabellen findes både opgaver, delopgaver og tilhørende leverancer.

| **Etablering af ny boring** | | |
|---|---|---|
| Delopgave | | Leverance |
| **Afsnit 2.1: Fastlæggelse af borearbejde og eventuelle tillægsydelser (obligatorisk)** | | |
| A | Opstartsmøde.<br><br>Bl.a. afklaret og fastlagt samarbejds- og projektorganisation, fremtidige milepælsmøder (evt. online) og afrapporteringsformat.<br><br>Herunder også omtrentligt tidspunkt for boringen, hvor vinter og meget regnfulde perioder som udgangspunkt undgås, da udgifter til køreplader kan blive omfattende. | Møde og referat |

| | | |
|---|---|---|
| B | Fastlagt boringens formål og omtrentlige placering | Rapport/notat |
| C | Indhentet DGU nr. på boring(-er) | DGU nr. |
| D | Boring detaljeret planlagt<br>- Boredybde bestemt<br>- Forventede potentiale og magasinforhold bestemt for hvert boringsindtag<br>- Boremetode bestemt<br>- Udbygning og filtersætning bestemt<br>- Præcis placering bestemt og dokumenteret | Rapport/notat |
| E | Eventuelle boringsundersøgelser bestemt<br>- Udtagning af sedimentkemiske prøver<br>- Borehuls log<br>- Prøvepumpning, flowmåling og TV-log<br>- Udtagning af vandkemiske prøver<br>- Boringsregistrering og pejling | Argumenteret liste<br>(Rapport/notat) |
| F | Planlægning af det praktiske borearbejde | Plan (rapport/notat) |
| G | Myndighedshåndtering. Myndighedskrav afklaret og håndteret. | Ansøgning om boretilladelse.<br>Evt. tilladelse til udledning af vand. |
| H | Lodsejer og interessent håndtering planlagt. | Plan (rapport/notat) |
| **Afsnit 2.2: Entrering med borefirma og eventuelle underleverandører (obligatorisk)** | | |
| A | Udarbejde krav- og arbejdsbeskrivelse for borearbejdet. | Krav- og arbejdsbeskrivelser |
| B | Udarbejde krav- og arbejdsbeskrivelse for tillægsydelser såsom logging, vandanalyser, prøvepumpning, sedimentanalyser, boringsregistrering m.v. | Krav- og arbejdsbeskrivelser |
| C | (hvis nødvendigt) Udbud og håndtering af underleverandør | Underleverandør valgt |
| **Afsnit 2.3: Tilsyn (obligatorisk)** | | |
| A | Løbende kontakt med borefirma | cc på eventuelle vigtige mails/beslutninger |

| | | |
|---|---|---|
| B | Føre tilsyn med borefirma i alle faser af arbejdet, herunder inklusiv ved udtagning af jordprøver, fotografere og beskrive jordprøver, borehulslogging, filtersætning, boringsudbygning, renpumpning, pejling og udtagning af sedimentkemiske prøver. | Rådgiveres eget simple kontrol skema afkrydses for hvert af de overordnede emner når de er gjort |
| C | Føre tilsyn med at der er fokus på sikkerhed | Kort notits om sikkerheden. Melde hvis der sker noget undervejs. |
| D | Føre tilsyn med hensigtsmæssig udlægning af evt. køreplader | Fotodokumentation af forhold før borearbejdet igangsættes og efter borearbejdet er afsluttet.<br><br>Opgørelse af evt. struktur- og afgrødeskader. |
| **Afsnit 2.4: Undersøgelse: Udtagning af sedimentkemiske prøver (muligt tilvalg)** | | |
| Se relevant også relevant kravspecifikation for "*7 Grundvands og sedimentkemi*" | | |
| **Afsnit 2.5: Undersøgelse: Borehuls log (muligt tilvalg)** | | |
| Se relevant også kravspecifikation "*6 borehulslogging og TV inspektion*" | | |
| **Afsnit 2.6: Filterplacering og boringsudbygning (obligatorisk)** | | |
| A | Sikring af at filtre/filtret placeres bedst muligt samt at boringsudbygningen er korrekt. | Dokumentation i form af notat/rapport |
| **Afsnit 2.7: Undersøgelse: Prøvepumpning og flowmåling (muligt tilvalg)** | | |
| Se relevant kravspecifikation | | |
| **Afsnit 2.8: Undersøgelse: Udtagning af vandkemiske prøver (muligt tilvalg)** | | |
| Se relevant kravspecifikation | | |
| **Afsnit 2.9: Undersøgelse: Boringsregistrering og pejling (muligt tilvalg)** | | |
| Se relevant kravspecifikation | | |
| **Afsnit 2.10: Afrapportering og beskrivelse af boring ud fra undersøgelser (obligatorisk)** | | |
| **A** | Alt udført arbejde skal dokumenteres i rapport/rapporter. Der kan fx være delrapporter hvor enkeltundersøgelser som fx vandkemisk prøvetagning er afrapporteret. | Rapport/rapporter. |

| | | |
|---|---|---|
| B | Afslutningsmøde<br><br>- Endelig opsamling samt evaluering af forløb | Møde + referat |

## 2.1 Fastlæggelse af borearbejde og eventuelle tillægsydelser (obligatorisk)

Opgaven går ud på at fastlægge boringens formål, krav til boremetode og boringsudbygning samt omtrentlig lokalisering af boring. Den præcise placering af boringen skal fastlægges og borestedets egnethed skal dokumenteres. Der skal indhentes boringstilladelse og evt. udledningstilladelse ved kommunen, og lodsejerkontakt skal etableres og information skal sendes til relevante kontakt.

Rådgivers ydelser er:

- Afholdelse af opstartsmøde samt andre møde(r) (evt. online milepælsmøder) efter aftale mhp. at fastlægge samarbejds- og projektorganisation samt afrapporteringsformat. Møder skal sikre den ønskede faglighed, styring, kommunikation, koordinering, fremdrift og økonomi i projektet, herunder fastlæggelse af milepæle og mødekalender.
- Afklaring af omtrentligt tidspunkt for boringen, hvor vinter og meget regnfulde perioder som udgangspunkt undgås, da udgifter til køreplader kan blive omfattende.
- Afklare og fastlægge boringernes formål og omtrentlige placering i området.
- Indhente DGU nr. på boringer.
- Afklare de forventede boredybder ud fra geofysiske data, oplysninger fra nærliggende boringer og eventuelt foreliggende geologisk, hydrologisk og kemisk model.
- For hver boring (indtag) foretages en vurdering af grundvandets forventede potentiale og magasinforhold (frit, spændt, artesisk magasin).
- Fastlægge boremetode, udbygning og filtersætning.
- Fastlægge den præcise placering af boringer og dokumentere borestedernes egnethed ved anvendelse af luftfotos, besigtigelse og geofysiske målinger. Efter behov optegnes geologiske profilskitser over forventede lagserier og potentiale.

- Eventuelle boringsundersøgelser bestemt. Udtagning af sedimentkemiske prøver, borehuls log, prøvepumpning, flowmåling, TV-log, udtagning af vandkemiske prøver, boringsregistrering og pejling.
- Påbegynde planlægning af det praktiske borearbejde herunder afklare logistiske forhold, såsom adgangsforhold, ledningsføringer, fremskaffelse af procesvand til borearbejdet, gennemgang af arealrestriktioner mv.
- Afklare myndighedskrav og udarbejde ansøgninger om boretilladelse og evt. tilladelse til udledning af vand i forbindelse med borearbejde, renpumpning og evt. prøvepumpning.
- Aftale omfang af advisering og kontakt til lodsejere, kommune, vandværker og evt. andre interessenter. Rådgiver varetager den løbende kontakt til lodsejere. Med mindre andet aftales varetager Miljøstyrelsen lodsejerkontakten ved den indledende og afsluttende information om borearbejdet samt i tilfælde, hvor der optræder principielle eller særskilt vanskelige forhold. Miljøstyrelsen varetager som udgangspunkt information og løbende kontakt til andre interessenter end lodsejere.

## 2.2 Entrering med borefirma og eventuelle underleverandører (obligatorisk)

Formålet med opgaven er at entrere med borefirma samt eventuelle underentreprenører (fx loggingfirma). Såfremt der bliver behov for at indgå samarbejder med laboratorier, brøndborere og lignende, entrerer Miljøstyrelsen direkte med disse, med mindre andet aftales. I disse tilfælde kan Rådgiver kunne komme til at stå for udbudsarbejde, hvor Miljøstyrelsen opnår de økonomisk mest fordelagtige tilbud under hensyntagen til krav om kvalitet, faglige, logistiske, konkurrencemæssige og øvrige forhold.

Rådgivers ydelser er:

- Udarbejde krav- og arbejdsbeskrivelse for borearbejdet.
- Udarbejde krav- og arbejdsbeskrivelse for tillægsydelser såsom logging, vandanalyser, prøvepumpning, sedimentanalyser, boringsregistrering m.v. Loggerprogram sker efter aftale med MST og forud for udbud af dette

I det tilfælde der skal udbydes en opgave, hvis Miljøstyrelsen/Rådgiver ikke allerede har en aftale med underleverandør, skal rådgiver udarbejde udbudsmateriale med mindre andet aftales, afholde udbudsforretning, herunder at udsende udbud og vurdere indkomne tilbud, foretage tildeling af boreentreprisen samt varetage den indledende og løbende kontakt til borefirma/underleverandør, alt under drøftelse med Miljøstyrelsen.

## 2.3 Tilsyn (obligatorisk)

Rådgiver skal udføre tilsyn med borearbejdet og eventuelle tillægsydelser, og herunder have løbende kontakt med borefirma og eventuelle under-entreprenører (geofysisk logging, vandprøve-tagning, prøvepumpning, boringsregistrering mm.). Tilsynet kan udføres som fuldtidstilsyn med fuld opgavevaretagelse så længe borearbejdet og eventuelle tillægsarbejder pågår, eller det kan udføres med begrænset opgavevaretagelse eller i aftalte perioder alternativt som standby under borearbejdet.

Rådgivers ydelser er:

- Varetage løbende kontakt og koordinering med borefirma og evt. underentreprenører, herunder varsling forud for loggingoperationer. Alle 3. parts udlæg skal betales direkte af Miljøstyrelsen efter forudgående godkendelse af 3. part og ydelse.
- Føre tilsyn med at borefirma og evt. underentreprenører leverer den lovede kvalitet i alle faser af arbejdet samt overholder gældende regler. Føre tilsyn med opstilling af borepladsen og selve borearbejdet, herunder at noter sig driftsforstyrrelser, ændringer i sammensætning af boremudder samt forbrug af strøm og vand (arbejdslog).
- Føre tilsyn med udtagningen af jordprøver i en kvalitet og mængde, som opfylder kravene i Geo-vejledning 1 ”Jordprøver fra grundvandsboringer” /1/. Føre tilsyn med at borearbejdet ikke foregår med for stor hastighed af hensyn til jordprøvernes kvalitet samt at korrekt mejsel bruges.
- Fotografere og beskrive prøver i henhold til Ingeniørgeologisk Prøvebeskrivelse /2/ samt Geo-vejledning 1 ”Jordprøver fra grundvandsboringer” /1/.
- Føre tilsyn med udførelsen af geofysisk borehulslogging. Logging udføres i naturlig forlængelse af boreprocessen, når borestænger er trukket ret efter nedboring til aftalt boredybde. Logging udføres i det åbne hul, som er stabiliseret med en flydende bentonitblanding.
- Føre tilsyn med filtersætning. Snarest efter logging (typisk dagen efter) afholdes filtersætningsmøde (evt. telefon/videomøde) sammen med repræsentant fra tilsynet, hvor boringsudbygningen aftales på baggrund af tilsynets prøvebeskrivelse, billeder og loggingresultater. Boringsudbygningen aftales og nedfældes skriftligt i filtersætningsskema, som overleveres til brøndborer.
- Føre tilsyn med boringsudbygningen. Arbejdet udføres i henhold til filtersætningsskemaets oplysninger.
- Føre tilsyn med renpumpning (vandet skal fremstå helt klart) og brøndborerens pejling af vandstand.
- Udtage eventuelle prøver til sedimentkemisk bestemmelse.

- Føre tilsyn med at der er fokus på sikkerheden, og at borelokaliteten er i overensstemmelse med kravene i arbejdsmiljølovgivningen, særligt mhp. Situationer hvor underleverandører er til stede, og der dermed kan eksistere særlige krav til bygherreansvar.
- Føre tilsyn med at der efter behov er udlagt plader efter aftale, således at skader på jord og afgrøder minimeres mest muligt samt at brøndborer retablerer borepladsen og genopretter tilkørselsveje mv. Desuden skal der ved foto dokumenteres forhold før og efter borearbejdets afslutning til brug for evt. erstatning
- Varetage lodsejererstatninger i samarbejde med Miljøstyrelsen, herunder at opgøre evt. struktur- og afgrødeskader (tilstand før og efter borearbejdet op gøres) evt. under inddragelse af lokal landinspektør eller anden underentreprenør.
- Føre tilsyn i forbindelse med sløjfning af boringer.

## 2.4 Undersøgelse: Sedimentkemisk prøveudtagning (muligt tilvalg)

Opgaven er særskilt beskrevet i forbindelse med kravspecifikationen "*7 grundvands og sedimentkemi*".

Opgaven er at udtage sedimentkemiske prøver til kemisk analysering med henblik på at bestemme bl.a. nitratreduktionskapacitet, nitratfrontens vandringshastighed, nikkelindhold.

Rådgivers ydelser er:

- Udtagning af sedimentprøver i felten. De sedimentkemiske prøver bør udtages efter en nøje gennemtænkt prøvetagningsstrategi, hvor krav til prøvetagningsdybder, homogenisering, sammenblanding af prøver, neddeling etc. beskrives. Prøvetagningsstrategien skal sikre, at prøverne er repræsentative for de geologiske enheder, hvor der ønskes geokemiske informationer fra. Hvis der ikke foreligger en prøvetagningsstrategi for udtagning af de sedimentkemiske prøver, og der samtidig ønskes sedimentkemiske oplysninger fra de geologiske aflejringer i boringen, anbefales det, at der udtages sedimentprøver fra hver meter i boringen og ved lagskifte.
- Emballering af sedimentprøver. Før sedimentprøverne emballeres, renses de grundigt for fremmed materiale. Atmosfærisk ilt og kuldioxid påvirker kun i ubetydelig grad den kemiske og mineralogiske sammensætning af sedimentprøver fra den oxiske zone, mens prøver fra den anoxiske nitratholdige eller den reducerede zone kan påvirkes ved kontakt med atmosfæren. Udtagning af prøver til sedimentkemiske

analyser udtages fra materialet på fiberdugen eller f.eks. fra en murerbalje. Prøven udtages midt i prøvematerialet og evt. iltet materiale på overfladen undgås. Der udtages ca. 200 g prøve, som hurtigst muligt emballeres for at undgå udtørring og iltning af prøven. Det anbefales at anvende polyEthylen-poser til emballering af prøven, og at poly-Ethylen- posen med prøve emballeres i polyEthylen-dåser. Sedimentprøver, der skal anvendes til nitratreduktionskapacitetsbestemmelse opbevares på frost. Disse overføres hurtigst muligt, normalt ved ophør af dagens arbejde, til en fryser, hvor de opbevares indtil analyse.

- Sedimentkemisk beskrivelse i felten. Det anbefales, at sedimentprøverne beskrives i felten umiddelbart efter de er udtaget. Prøvebeskrivelserne omfatter:
  - Påvisning af kalk, med saltsyre (10 % HCl).
  - Påvisning af organisk stof med natriumhydroxid (3 % NaOH).
  - Påvisning af manganoxider med brintoverilte (10 % H2O2).
  - Beskrivelse af sedimentets farve. Sedimentprøvens basisfarve og farvemønstre beskrives ved brug af et farvekort. Det anbefales at anvende Munsell soil color charts. Både prøvens egenfarve og skyllevand beskrives, idet nogle prøver har en stærk egenfarve, som dækker over jernoxider, der kan iagttages i skyllevand.
- Forløbet af prøvetagningen dokumenteres vha. logbog og/eller notat.

## 2.5 Undersøgelse: Borehulslog og TV-inspektion (muligt tilvalg)

Opgaven er særskilt beskrevet under afsnit 6 ”Borehulslog og TV-inspektion”.

Borehul logs anvendes i forbindelse med undersøgelse af geologiske og hydrologiske egenskaber helt nært omkring en boring. Forskellige typer af logs:

- Naturlig gammalog
- Spektral gammalog
- Induktionslog
- Resistivitetslog
- Fluid resistivitets- og temperaturlog
- Caliperlog
- Flowlog
- Soniclog
- Densitetslog
- Vertikal seismisk profil (VSP)

TV-inspektion anvendes kun i helt særlige tilfælde i grundvandskortlægning. Det kan bl.a. anvendes til

- Undersøgelse af utætheder i forerør. Relevant i forhold til blandt andet grundvandskemisk kortlægning.
- Undersøgelse af en borings filtersætning. Fx vurdering af om filteret er tilstoppet inden en prøvepumpning.
- Undersøgelse af åbne kalkboringer eller boringer i andre opsprækkede formationer som fx sandsten, skiffer, gnejs og granit.
- Undersøgelse af boringer der er dybere eller kortere end forventet. Det kan fx vise sig at de er styrtet sammen.

## 2.6 Filterplacering og boringsudbygning (obligatorisk)

Opgaven går ud på at sikre at filteret/filtre placeres bedst muligt samt at boringsudbygningen er korrekt. Anbefalinger kan blandt andet findes i rapporten "Boringer på Land" /3/.

## 2.7 Undersøgelse: Prøvepumpning og flowmåling (muligt tilvalg)

Opgaven er særskilt beskrevet i kravspecifikationen for prøvepumpning og flowmåling. Her et kort uddrag.

Prøvepumpninger bidrager med viden om hydrogeologiske forhold. Hovedformålet med at udføre prøvepumpning som en del af grundvandskortlægningen er indsamling af viden om magasinets hydrauliske egenskaber med henblik på at udnytte dette i numeriske strømningsmodeller. Ved prøvepumpning af længere varighed er formålet desuden at indsamle viden om magasinafgrænsninger og sammenhænge til andre magasiner samt overfladevand mhp. bestemmelse af grundvandsdannelsen.

Derudover kan der udføres flowmåling af boringen for at bestemme dens ydelse.

## 2.8 Undersøgelse: Udtagning af vandkemiske prøver (muligt tilvalg)

Opgaven er særskilt beskrevet som en delopgave i kravspecifikationen for vandkemi og sedimentkemi.

## 2.9 Undersøgelse: Boringsregistrering og pejling (muligt tilvalg)

Opgaven er særskilt beskrevet i kravspecifikationen boringsregistrering og pejling.

### 2.10 Endelig afrapportering og beskrivelse af boring ud fra undersøgelser (obligatorisk)

Efter endt etablering af boring samt udførelse af samtlige undersøgelser beskrive boringen endeligt og der foretages en endelig afrapportering af hele arbejdet.

Dette dokumenteres i en rapport.

Der holdes et afslutningsmøde for at sikre at alt er opsamlet og for at evaluere arbejdet.

## 3 Referencer

/1/ Geo-vejledning 1. Jordprøver fra grundvandsboringer. Ditlefsen, C., Sørensen, J., Pallesen, T. M., Pedersen, D., Nielsen, O. B., Christiansen, C., Hansen, B. & Gravesen, P. Juli 2008.
Jordprøver fra grundvandsboringer – Geo-vejledning 1

/2/ Vejledning i Ingeniørgeologisk Prøvebeskrivelse. Larsen, G., Frederiksen, J., Villumsen, A. Fredericia, J., Gravesen, P., Foged, N., Knudsen, B. & Baumann, J. 1995. Dgf-bulletin 1. Dansk Geoteknisk Forening. Revision 1.

/3/ Boringer på land. J. Bastrup, J. Baumann og B. Villumsen (opdateret af Naturstyrelsen). 2013. https://mst.dk/media/118882/boringsvejledning.pdf