6. Geofysisk borehulslogging og TV inspektion

1 Formål og baggrund

Formålet med geofysiske undersøgelser i boringer (borehulslogging) er at få en detaljeret viden om gennemborede geologiske strukturer. Borehulslogging er en fælles betegnelse for geofysiske undersøgelser i et borehul ved hjælp af en målesonde, som nedsænkes i borehullet under samtidig måling af en eller flere fysiske parametre. Målesignalet registreres og optages digitalt samme med en cm-præcis dybdeplacering af målesonden således, at der efterfølgende kan foretages databehandling og at den pågældende måling kan korreleres med dybden.

Borehulslogging anvendes i grundvandskortlægning primært til lithologisk tolkning, stratigrafisk korrelation, bestemmelse af vandkvalitet, kortlægning af porøsitet, sprækker og indstrømningsmønstre og korrelation af seismiske data. Andre anvendelser i forbindelse med f.eks. indvindings- og undersøgelsesboringer kan blandt andet være verifikation af boringsudbygning og filtersætning, lokalisering af utætheder i forerør, tilstand af filter og forureningsudbredelse. /1/

Til de forskellige parametre knytter der sig forskellige målemetoder eller logmetoder. Disse kan inddeles i to grupper efter hovedtypen af den information, der kan udledes fra de enkelte logmetoder:

- Logmetoder, som giver geologisk information, dvs. laggrænser, lagtype og lagsekvenser.

- Logmetoder, som giver teknisk information, dvs. diameter, forerørslængde, filterinterval, utætheder i forerør, indstrømningsfordeling i filterinterval/åbent interval under pumpning, vertikal strømning i boring uden pumpning (kortslutning), indstrømningszoner med forskellig ledningsevne (forskellig vandkemi) i driftssituation, lokalisering af saltvand, temperaturforhold.

Arbejdet med geofysisk-borehulslogging og tv-inspektion skal udføres under henvisning til /1/.
Arbejdet med VSP skal udføres under henvisning til kravspecifikationen for Seismik.

2 Opgave

Planlægning og advisering	**Leverance**
Udvælgelse af boringer og begrundelse for udvælgelse samt udvælgelseskriterier.	Notat og kort med placeringer.
Opgavebeskrivelse Milepælsplan Kommunikationsplan Kvalitetssikringsprocedurer Målekonfiguration/-specifikationer	Notat
Advisering af lodsejere	Lodsejerbrev
Anbefaling til kortlægning	Notat
Dataindsamling	**Leverance**
Daglig kvalitetsvurdering af indsamlede data	Notat
Processering og tolkning	**Leverance**
Processering af borehulslogging-data	Afrapportering, visualisering og beskrivelse af tolkede data.
Tolkning af processerede logging-data	Afrapportering, visualisering og beskrivelse af tolkede data.
Kvalitetssikring af processerede og tolkede data	Kvalitetssikringsskema
Sammenstilling mellem lithologiske- og loggingdata	Notat
Dataindsamling, præsentation og afrapportering af tv-inspektion	**Leverance**
Dataindsamling	Visualisering
Præsentation og afrapportering	Rapport
Kvalitetssikring	**Leverance**
Kvalitetssikring	Notat/kort/skema
Logbog	Rapport
Præsentationer og afrapportering af borehulslogging	**Leverance**
Beskrivelse af opgaven inkl. dataindsamling, processering og tolkning	Rapport
Visualisering af resultater	Rapport og GIS-filer
Beskrivelse af resultater	Rapport
Indberetning til GERDA og Rapportdatabasen	Dataindberetning.
Varetagelse af afgrødeskadeerstatninger	**Leverance**
Fotodokumentation af evt. afgrødeskader	Fotos samt dokumentation
Opmåling af afgrødeskader	Kort over skader på matrikelniveau
Erstatningsbreve med dokumentation	Erstatningsbreve
Aftale med lodsejere om erstatninger	Erstatningsbreve

2.1 Advisering og planlægning

En opgave hvor der foretages borehulslogging i regi af grundvandskortlægningen starter med en grundig planlægning, som ender ud i en opgavebeskrivelse.

Forud for feltarbejdets igangsættelse ønskes som udgangspunkt følgende:

- Indhentning af geofysiske oplysninger fra PCGERDA-databasen samt ledningsoplysninger.
- Vurdering af dataindsamlingsområde.
- Fastsættelse af fokusinterval i dybde, der skal kortlægges.
- Vurdering af geologi (beskrivelse af forventet lithologi, strukturer mv.) i området til understøttelse af valgte geofysiske metode.
- Valg af logging-system og målekonfiguration, samt ønsket opløsning og formationsindtrængning besluttes i samarbejde med Miljøstyrelsen. De oftest brugte log typer fremgår af /1/.
- Kalibrering af feltudstyret udspecificeres.
- Risikoanalyse og -vurdering
- Anbefaling til videre dataindsamling baseret på ovenstående punkter. Miljøstyrelsen skal godkende anbefalingen inden videre arbejde.
- Udvælgelse af boringer udføres i samarbejde med Miljøstyrelsen.
- Advisering af berørte lodsejere

Anbefaling skal dokumenteres i notatform. Planlægningsnotatet skal godkendes af Miljøstyrelsen inden dataindsamlingen igangsættes. Der skal desuden præsenteres en plan for dataindsamlingen med indlagte milepæle og kommunikationsplan. Kvalitetssikring under dataindsamlingen skal også beskrives, og indlægges i milepæls- og kommunikationsplanen.

Rådgiver skal minimum en gang om måneden udarbejde et kort statusnotat over forløbet af planlægningsarbejdet.

2.2 Dataindsamling

Miljøstyrelsen vil kræve, at det til kortlægningen benyttede måleudstyr skal kalibreres inden målinger foretages og kalibreringen skal godkendes af Miljøstyrelsen.

Rådgiver vurderer kvaliteten af foregående dags produktion og fremsender anbefaling til den videre dataindsamling. Det er specielt en vurdering af datakvalitet ift. at geologien kan tolkes i dybdefokusintervallet indenfor kortlægningsområdet. Miljøstyrelsen tager beslutning om det videre forløb af den geofysiske dataindsamling (ændre, tilføje eller sløjfe hele eller dele af kortlægningen).

Ved feltarbejdet er rådgiver forpligtet til at begrænse eventuelle skaders omfang. Såfremt det kan forudsiges, at der er sandsynlighed for afgrøde- og strukturskader, skal Miljøstyrelsen straks underrettes med henblik på at foretage en fælles vurdering om fortsættelsen af den videre kortlægning.

Feltmedarbejdere skal undervejs i kortlægningen holde øje med, om måleudstyret forårsager afgrøde- eller strukturskader. Ved udstyrs-, afgrøde- eller strukturskader skal Miljøstyrelsen underrettes så hurtigt som muligt. Arealer, hvor der vurderes at være sket en skade, opmåles og fotograferes, og materialet fremsendes til Miljøstyrelsen inden for 2 arbejdsdage efter, skaden er sket.

I tilfælde af, at borehulslogging udføres i forlængelse af boringsetablering, udføres feltarbejdet, når borestænger er trukket retur efter nedboring til besluttet dybde. Alle logs udføres i et åbent hul, som er stabiliseret med boremudder. De målte logs præsenteres på foreløbig form sammen med en foreløbig beskrivelse af de geologiske prøver, så de kan benyttes i beslutningen om boringsudbygning,

filtersætning og afpropning af den pågældende boring. De foreløbige præsentationer sendes pr. e-mail til Miljøstyrelsen hurtigst muligt.

I tilfælde af, at borehulslogging udføres i forlængelse af boringsetablering, foretages vurdering af alle logs i forhold til beskrivelserne af de geologiske prøver fra den pågældende boring.

Rådgiver skal minimum en gang om måneden udarbejde et kort statusnotat over forløbet af dataindsamlingen.

Rådgivers ydelser

- Logging skal foretages med rengjort udstyr /2/.
- Tid og dybde af logging skal fremgå.

2.3 Processering og tolkning

Under processeringen og tolkningen af borehulslogging-data skal som udgangspunkt udføres følgende:

- Dataprocessering
- Kvalitetssikring af processerede data
- Geofysisk vurdering og beskrivelse af de kvalitetssikrede data

Rådgiver skal efter processseringsarbejdet fremsende et notat indeholdende en sammenstilling mellem lithologiske- og loggingdata. Miljøstyrelsen skal godkende processeringen inden videre arbejde i kortlægningsprojektet igangsættes.

Resultaterne godkendes af Miljøstyrelsen inden det videre arbejde.

Rådgiver skal minimum en gang om måneden udarbejde et kort statusnotat over forløbet af processeringsarbejdet.

2.4 Præsentationer og afrapportering

- Lokaliseringskort med målepunkter og DGU nr.
- Beskrivelse af dataindsamling samt overvejelser i forbindelse med valg af instrumentering, målekonfiguration, opløsning af geologien og geofysisk indtrængningsdybde.
- Beskrivelse af processering (herunder beskrivelse af de benyttede parameterindstillinger).
- Kvalitetssikringsskemaer og beskrivelse af kvalitetssikringsprocedurer.
- Resultater skal indeholde (beskrivelser – også i forhold til områdets overordnede geologi, geologiske enheder fra boringsbeskrivelser, datakvalitet, profilsnit osv.)
- Vurdering og sammenligning af resultaterne med boringens geologi
- Udvalgte beskrevne profiler

De tolkede data skal leveres i et format der kan præsenteres i et GeoScene3D-projekt.

Arbejdsdata, rådata, PCGERDA-database, GIS-filer skal afleveres digitalt.

Præsentationer og rapport godkendes af Miljøstyrelsen.

Rådgiver skal minimum en gang om måneden udarbejde et kort statusnotat over de igangværende undersøgelsers forløb.

2.4.1 Kvalitetssikring

Kvalitetssikring af data, mellemresultater og det endelige resultat beskrives.

Der skal udføres logbog over hele opgaven – justeringer, vurderinger, analyser, kvalitetssikring etc. skal løbende dokumenteres.

2.4.2 Indberetning til PCGERDA og Rapportdatabasen

Når den endelige rapport er godkendt, indberettes data og logs til GERDA den løbende måned. Der følges forskrifterne for indberetning på GEUS' hjemmeside for GERDA, www.gerda.dk og evt. vejledninger fra Geofysiksamarbejdet skal følges https://hgg.au.dk/projects/gfs/. Indberetningen af rapporten til Rapportdatabasen hos GEUS skal ske den løbende måned efter at Miljøstyrelsen har godkendt rapporten.

2.5 Dataindsamling, præsentation og afrapportering af tv-inspektion

I forbindelse med grundvandskortlægning kan tv-inspektion af boringer komme på tale i særlige tilfælde. Tv-inspektionerne kan blive udført både i eksisterende boringer og i forlængelse af boringsetablering.

Der kan være flere forskellige formål med tv-inspektion:

- Undersøgelse af utætheder i forerør. Der vil være fokus på inspektion af samlinger og/eller eventuelt tæring på selve forerøret.
- Undersøgelse af en borings filtersætning. Dette kan fx være relevant, hvis niveauerne for filteret er ukendt/usikkert registreret eller hvis pumpeydelser indikerer, at filteret er tilstoppet.
- Undersøgelse af åbne boringer i sedimenterede og hårde bjergarter som kalk, sandsten og granit. Tv-inspektionen kan benyttes til at vurdere både hullets og kalkens beskaffenhed. Kan ved gode optagelser tilføre geologisk/hydrogeologisk viden herunder viden om vandførende sprækker (dog ideelt suppleret med anden logning).
- Undersøgelse af boringer, der fremstår dybere eller kortere end forventet. Det kan undersøges, om boringen er slammet til, er styrtet sammen eller der i virkeligheden kan være tale om en anden boring end forventet.

Der kan efter formålet med inspektionen stilles særlige krav til udstyr og nedføringshastighed. Dette vil blive udspecificeret i opgavebeskrivelse.

Som udgangspunkt benyttes udstyr, som både har et fremadrettet og et roterende siderettet kamera. Hvis der findes svæv i vandet, skal der som udgangspunkt benyttes et kamera med en lyskilde, der giver indirekte belysning.

Der skal anvendes en type af kamera, som passer til forerørets diameter. Dette afklares forud for igangsættelsen af dataindsamlingen.

Ved inspektion af indvindingsboringer kan der opstå behov for at pumpe samt installationer skal tages op inden tv-inspektionen og retableres efter tv-inspektionen.

Rådgivers ydelser

- Inspektionen skal foretages med rengjort udstyr.
- Data leveres i form af en digital videofilm i et format, som understøtter gængs codec, der kan anvendes uden betaling.
- Ved opstart af optagelse filmes omgivelser og installation, samt boringsskilt med DGU- og indtagsnummer.
- Tid og dybde af kameraet skal fremgå af optagelsen
- Rapporten skal indeholde almindelige observationer af f. eks. forerørsmateriale, type af samlinger samt filterplacering, bund og vandspejl.
- Rapporten skal indeholde beskrivelse af alle afvigende observationer samt om muligt fortolkning heraf.

3 Software

I forbindelse med afrapportering skal softwarens navn og versionsnummer oplyses. Den benyttede software skal kunne stilles til rådighed for Miljøstyrelsen, hvis det i forløbet vurderes nødvendigt.

4 Referencer

Det forventes, at rådgiver som minimum er bekendt med og arbejder efter de nyeste vejledninger og kravspecifikationer samt nedenstående referencer. Dette medmindre en konkret aftale er lavet med MST om noget andet.

/1/ Kravspecifikation for udførelse af geofysisk borehulslogging i forbindelse med den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning, version 1.0, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, november 2010 http://mst.dk/media/145118/kravspecifikation_logging_version_1.pdf

/2/ - Hygiejneregler på ledningsnettet. https://danskevv.dk/wp-content/uploads/2018/01/plakat_hygiejne-ledningsnet.pdf