

VEJLEDNING OKKERUNDERSØGELSE

1. INDLEDNING OG FORMÅL

Vejledningen vedrører undersøgelser af pyritholdig jord og surt, jernholdigt grundvand, som ved iltning kan omdannes til okker og svovlsyre.

Undersøgelserne kan være relevante forud for:

- Opgravning af blødbundsmaterialer,
- Udførelse af midlertidig og permanent grundvandssænkning,
- Forundersøgelse af lavbundsområder, f. eks. hvor der skal etableres arbejdsområder, foretages forbelastning o.lign

Undersøgelserne koordineres med de geotekniske detailundersøgelser.

Efter udførelse af den geotekniske kortlægning af blødbundområder udarbejder rådgiver et skriftligt oplæg til undersøgelsesplan af potentielle okkerområder. Oplægget til undersøgelsesplan diskuteres på møde med Vejdirektoratet, hvor det endelige omfang af okkerundersøgelserne fastlægges.

2. FREMGANGSMÅDE/AKTIVITETER

Undersøgelsesområder udpeges

Undersøgelsesområderne udpeges på baggrund af bl.a.:

- Elementerne i anlægsprojektet
- Orienterende og /eller geotekniske detailundersøgelse
- Notat fra markvandring
- De kortlagte, okkerpotentielle arealer
- Kortlægning med flyfotos
- De historiske kort (høje målebordsblade)

I forbindelse med møde om omfang af okkerundersøgelser, kan rådgiver, indhente følgende oplysninger fra Vejdirektoratet.

- En beskrivelse af opgavens formål, tidsplan og omfang
- Problematikken for undersøgelsesområderne, herunder:
 - Blødbundsopgravning (areal, rumfang, tykkelse)
 - Forventede genplaceringslokaliteter for opgravede blødbundsmaterialer
 - Om der skal udføres måling af grundvandskemi forud for grundvandssænkning
 - Om der skal foretages undersøgelse af jernudvaskning på kommende arbejdspladsarealer i lavbundsområder
- Rapporter og notater vedrørende geotekniske undersøgelser, herunder rapporter vedr. afgrænsning af blødbundsområder inkl. kort som angiver skønnet udbredelse af blødbundsområde og lagtykkelse af blødbundslag samt digital tabel med angivelse for hvert

undersøgelsespunkts koordinater, terrænkote, top og bund af blødbundslag og grundvandsspejl samt dato for pejling.

- Vandsynsprotokol
- Projekttegninger (vejgeometri og ekspropriationsgrænser)
- Grundkort
- Ortofotos (nyeste)
- Historiske kort (høje målebordsblade)
- Temakort med § 3-områder efter Naturbeskyttelsesloven

Undersøgelsesplan

Rådgiver udarbejder en undersøgelsesplan, der beskriver omfanget af og metoden for okkerundersøgelserne.

Forud for udarbejdelsen af undersøgelsesplanen foretages følgende aktiviteter:

- Fagansvarlig for miljø koordinerer undersøgelserne med fagansvarlig for geoteknik. Rådgiver varetager kontakten til geoteknikkerne i feltet.
- Besigtigelse af området. Vejdirektoratet har indledningsvist adviseret lodsejer, om at der kan forekomme forundersøgelser. Rådgiver skal selv træffe aftaler med lodsejer om selve besigtigelsen og adgangsforhold i forbindelse med undersøgelsen, jf. vejledningen: Lodsejerforhold ved forundersøgelser.
- Fotografering af undersøgelsesområderne og beskrivelse af adgangsforhold og blødbundsområdets bæreevne i forbindelse med valg af boremetoder (håndboregrej, minirig og borevogn) og evt. stabilisering med f.eks. geonet.
- Visuel registrering af okkerforekomst i recipienter nær undersøgelsesområderne, i områdernes grøfter, brønde og dræn, samt af vegetationsløse områder (som ikke umiddelbart kan forklares).
- Eventuelt orienterende tjek med håndbor af tykkelsen af blødbundslagene og beskrivelse af jernudfældninger i jordlag beliggende over grundvandsspejlet.
- Rådgiveren udarbejder et forslag til undersøgelsesplan, som drøftes med fagansvarlig for miljø. Fagansvarlig for miljø foretager indledende kontakt til miljømyndighederne med orientering om undersøgelsers forventede omfang. Myndighedernes umiddelbare krav/forventninger indarbejdes i undersøgelsesforslag. Fagansvarlig for miljø koordinerer med fagansvarlig for geoteknik, fagansvarlig for afvanding og fagprojektleder for vej inden igangsætning af undersøgelserne.

Lodsejerorientering om forestående undersøgelser

Lodsejerne orienteres om undersøgelserne, jf. vejledningen: Lodsejerforhold ved forundersøgelser.



Undersøgelse af jernholdigt materiale

De tre følgende metoder til undersøgelse af materiale og område, til belysning af den mulige okkerudfældning, er med til at skabe grundlaget til udarbejdelsen af ansøgning og planlægning af evt. kommende afværge foranstaltninger til sikring af naturen herunder vandløb og andre recipienter.

Undersøgelser af arealer, hvorfra der skal opgraves blødbundsmaterialer

1. Områder med tynde blødbundslag ved terræn

Der foretages som udgangspunkt *ikke* okkerundersøgelser på blødbundsområder, hvor blødbundslaget er maks. 0,5 m og har karakter af et tykt muldlag.

Følgende ydelser fra bilag A udføres: Feltregistreringer af opboret jord, prøvetagning af jord til geologisk beskrivelse, borejournal, indmåling af boresteder og ferrojern i porevand.

Navngivning af boringer er beskrevet i bilag B.

2. Områder med blødbundslag, som skal udsættes under grundvandsspejlet

Der udføres som udgangspunkt 5 boringer pr. ha. Boringsantallet justeres proportionalt med det samlede undersøgelsesareal.

Boringer i okkerundersøgelsen udføres ned til ca. 0,5 m under det lag, som skal opgraves. Der udtages jordprøver til analyser svarende til i gennemsnit 1 analyse pr. boring.

Følgende ydelser fra bilag A udføres: Feltregistreringer af opboret jord, prøvetagning af jord til geologisk beskrivelse, borejournal, indmåling af boresteder og ferrojern i porevand.

Navngivning af boringer er beskrevet i bilag B.

3. Områder med blødbundslag, som skal udsættes over eller muligvis under grundvandsspejlet

Nedenstående fremgangsmåde benyttes, hvis det vides, at blødbundslaget skal udsættes over grundvandsspejlet, eller hvis det ikke vides, om blødbundslaget skal udsættes over eller under grundvandsspejlet.

Der udføres som udgangspunkt 5 boringer pr. ha. Boringsantallet justeres proportionalt med det samlede undersøgelsesareal. Boringer udføres ned til ca. 0,5 m under det lag, som skal opgraves. Der udtages jordprøver til analyser svarende til i gennemsnit 1 analyse pr. boring. Mindre tæthed af boringer og prøver overvejes ved arealer over 1 ha.



Følgende ydelser fra bilag A udføres: Feltregistreringer af opboret jord, prøvetagning af jord til geologisk beskrivelse, prøvetagning af jord til kemisk analyse, borejournal, prøvetagning af grundvand, ferrojern i porevand og akkrediterede analyser af jordprøver.

Navngivning af boringer er beskrevet i bilag B.

Undersøgelser forud for midlertidig og permanent grundvandssænkning

Undersøgelserne er relevante på steder, hvor der kan være surt, jernholdigt grundvand, f. eks. på udvaskede sandjorde og lavbundsområder f.eks. eng- og blødbundsområder. Undersøgelserne udføres uanset, om det pågældende areal er klassificeret som okkerpotentielt eller ej.

Formålet med undersøgelserne er at vurdere, om det vand, der skal pumpes op i forbindelse med anlægsarbejderne og/eller i forbindelse med vejens drift, indeholder opløst jern, som ved afledning til vandløb kan skade dyre- og planteliv samt bevirke tilstopning af pumpeledninger og andre gener.

Der udføres som udgangspunkt 1 - 2 filtersatte boringer pr. arbejdsplads, hvor der skal udføres grundvandssænkning. Ved udførelse af en vej, der er nedgravet, vurderes omfanget individuelt. Borearbejdet i forbindelse med okkerundersøgelserne søges indpasset i de geotekniske undersøgelser. Der benyttes som udgangspunkt forede 4 - 6 tommer tørboringer (snegl og sandspand) som boremetode.

Udgangspunktet for filtersætningen vil være følgende i en lagformation (et geologisk lag), hvor der kun træffes sand: Boringerne filtersættes med $\varnothing = 63$ mm ufarvet polyethylen filter, der gruskastes og afproppes med $\frac{1}{2}$ m bentonit over filteret samt ved terræn. Der placeres et 2 m langt filter fra ca. 1 m under grundvandsspejlet til ca. 3 m under grundvandsspejlet. Under filteret kan placeres et 1 m blindrør (= en slamboks). Hvis prøvetagning af grundvand skal udføres mere end ca. 1 måned efter boringens udførelse, skal rådgiver vurdere, om filteret skal placeres dybere sådan at toppen af filteret på prøvetagningstidspunktet kan forventes under vandspejlet. Der benyttes en bentonit som Mikolit B, der ikke sprækker ved udtørring.

Hvis vandspejlet skal sænkes mere end ca. 3 m, placeres flere 2 m filtre i større dybder i en eller flere selvstændige boringer. Der kan eventuelt placeres flere filtre i én boring, hvis boringen dimensioneres hertil (min. 8" for 2 filtre). Filtrene skal renpumpes i forbindelse med etableringen.

Hvis grundvandet skal sænkes i en serie af vekslende lag, sættes filteret i det bedst ydende (oftest det groveste) lag. Hvis der er tale om adskilte magasiner, skal der filtersættes i hvert magasin, og der skal afprobbes med bentonit ud for lavpermeable lag.

Som boringsafslutning benyttes normalt et lodretstående 10 cm betonrør med dæksel. Boringsafslutninger skal markeres med reflekspæle til min 2 m o.t.

Navngivning af boringer er beskrevet i bilag B. Ved to eller flere filtre i samme boring nummereres filtre fortløbende nedefra.



Der udføres følgende ydelser fra bilag A: Prøvetagning af jord til geologisk beskrivelse, feltregistreringer af opboret jord, borejournal, indmåling af boresteder, ferrojern i porevand, prøvetagning af grundvand fra 63 mm filter og analyse af makroioner i grundvand.

Undersøgelser af jernudvaskning på planlagte arbejdsområder i lavbundsområder

Undersøgelserne udføres ved broarbejdspladser, områder hvor der skal foretages forbelastning, faunapassager og vandløbsunderføringer i lavbundsområder med det formål at vurdere jernudvaskningen, før anlægsarbejdernes start.

Der etableres boringer, som placeres så tæt på vandløb/søbrink som muligt, f.eks. 3 m fra brinken, med en indbyrdes afstand på min. 50 m. Endvidere etableres opstrøms boring ligeledes i lavbundsområdet. Boreprogrammet omfatter som udgangspunkt 3 - 5 boringer på hver side af vandløb inden for det eksproprierede arbejdsareal.

Boringerne udføres som 2 - 3" håndboringer eller med minirig til et niveau svarende til ca. 1 m under vandløbs- eller søbund ved brink. Boringerne filtersættes med et Ø 32 mm ufarvet polyethylen filter (0,5 – 1 m langt) i et vandførende jordlag (sandet). Filteret gruskastes, og der afproppes med bentonit. Der udtages jordprøver til analyser svarende til i gennemsnit 1 analyse pr. boring. Filtrene renpumpes i forbindelse med etableringen. Omfanget af boreprogrammet bør sættes i forhold til arbejdsområdets udstrækning. 3 boringer á 1 analyse er et minimum. Ved større arealer, eks. langs en søbred kan der være behov for flere.

Som boringsafslutning benyttes normalt et lodretstående 10 cm betonrør med dæksel. Boringsafslutninger skal markeres med reflekspæle til min 2 m o.t.

Følgende ydelser fra bilag A udføres: Prøvetagning af jord til geologisk beskrivelse, feltregistreringer af opboret jord, borejournal, indmåling af boresteder, ferrojern i porevand, akrediterede analyser af jordprøver, prøvetagning af grundvand fra 32 mm filter og analyse af makroioner i grundvand.

Navngivning af boringer er beskrevet i bilag B.

Den hydrauliske ledningsevne i boringerne estimeres ved slug-tests eller sigteanalyser.

Der udtages en vandprøve af vandløbet. Prøven analyseres som ved "analyse af makroioner" i grundvand".

Hvis den geotekniske undersøgelse viser, at grundvandssænkning fra arbejdspladsen med pumpeindtag eller sugespidsen må forventes at skulle udføres fra større dybder end ved ovennævnte håndboringer, suppleres med undersøgelser som under punktet "Undersøgelser forud for midlertidig og permanent grundvandssænkning".



3. RESULTAT

Rådgiveren udarbejder en rapport over undersøgelsen. Rapporten indeholder bl.a.:

- Angivelse af formål, arbejdsgrundlag, tidligere undersøgelser og kortlægning
- Beskrivelse af de udførte undersøgelser
- Vurdering af de opnåede resultater
- Beregninger af jernudvaskning for undersøgelser af arbejdspladser i lavbundsområder
- Analyse af data/resultater med grænseværdier og myndighedskrav
 - Kort- og langsigtet risikovurdering ved genplacerede blødbundsmaterialer (dvs. som følge af umiddelbar jernudvaskning og som følge af iltning af pyrit)
 - Risikovurdering ved afledning af oppumpet grundvand
- Fotos
- En figur med et geologiske profilsnit vinkelret på vandløb/søbrink (kun ved undersøgelser af arbejdsområder i lavbundsområder)
- Konklusion
- Anbefaling vedr. tiltag til begrænsning eller afværgelse af påvirkning af vandområder

Der vedlægges som minimum følgende bilag:

- Beregning af jernudvaskning
- Boreprofiler
- Analyserapporter
- Pejleskemaer og tidsserier
- Skema med samtlige analyseresultater, opdelt for hvert undersøgelsesområde.
- Vandprøvetagningsrapporter

Der vedlægges som minimum følgende tegning:

- Situationsplan med boringsplaceringer, vejprojekt, ekspropriationsgrænser, opgravningssteder og genplaceringslokaliteter

Tegninger udarbejdes iht. VD's tegningsstandard.

BILAG A METODER/AKTIVITETER VED OKKERUNDERSØGELSER

A1 Prøvetagning af jord til geologisk beskrivelse

Der udtages et prøvesæt til geologisk beskrivelse med 1 prøve pr. jordlag, dog minimum 1 prøve pr. 0,5 boremeter i de første 10 m og herefter minimum 1 prøve pr. 1,0 boremeter. Prøveemballage er alm. plastposer.

A2 Prøvetagning af jord til kemisk analyse

Der udtages et prøvesæt til kemisk analyse fra alle påborede jordlag eller ned til 1 m under den dybde, hvor opgravningen stoppes. Prøverne udtages som blandingsprøver for hver 0,5 boremeter, dog således at en samleprøve ikke krydser en laggrænse. Prøveemballage er Rilsan-poser, som skal lukkes tæt om prøvematerialet (uden ekstra luftvolumen i posen)



A3 Feltregistreringer af opboret jord

Der registreres eventuel svovlbrintelugt ("rådden æg") og okkerudfældninger.

A4 Borejournal

Jordprøvebeskrivelser, laggrænser, prøvetagningsdybder, feltregistreringer af opboret jord (se ovenfor) samt alm. standardoplysninger dokumenteres i felten i borejournaler.

A5 Indmåling af boresteder

Boringsplaceringerne indmåles. Terræn ved boresteder og pejlepunkter på evt. filter kotesættes.

A6 Ferrojern i porevand

Der udføres porevandsanalyser af ferrojern med strips, 0 - 100 mg/liter af jordprøver til geologisk beskrivelse. Porevandsprøverne udføres f.eks. med engangssprøjter med et papirfilter i bunden. Testen udføres bedst i felten på friske prøver. Den kan udføres i laboratorium indenfor 24 timer, hvis prøverne opbevares i Rilsan-posere (uden frit luftvolumen og ikke alm. plastposer) og koldt.

A7 Akkrediterede analyser af jordprøver

Jordprøverne til akkrediterede laboratorieanalyser nedfryses med mindre, analyse kan påbegyndes indenfor 24 timer efter udtagning. Jordprøverne analyseres for pH/Reaktionstal, Tørstof, Glødetab, Kalk, Ombytteligt calcium og Pyrit. Indholdet af Fri pyrit beregnes.

A8 Prøvetagning af grundvand fra 63 mm filter

Rovandspejlet pejles i prøvetagningsboringen. Der udføres forpumpning 1 med (Grundfos MP1) pumpe, der er monteret med 16 eller 25 mm pumpe slang. I forbindelse med forpumpningen renses hele filterstrækningen. Pumpeydelsen afpasses sådan at grundvandsspejlet ikke sænkes under niveau af top af filteret. Der startes med at pumpe fra filterets bund. Når der pumpes rent vand, hæves pumpen 0,5 m. Således fortsættes i hele filterets længde. Når hele filteret yder rent vand, placeres pumpens indtag lige over filteret (ca. 1 m under grundvandsspejlet). Herefter pumpes videre med forpumpning 2 indtil gentagne ledningsevne målinger viser et konstant niveau, dog pumpes maks. ¾ time. Der udtages nu vandprøver med en reduceret pumpeydelse (maks. 1 liter pr. minut) og en ren prøvetagningsslang, f.eks. 12/10 mm ufarvet polyethylen. Vandprøven påfyldes flasker leveret af laboratoriet. På feltskemaer registreres: Alm. standardoplysninger, resultat af bundpejling, rovandspejl, vandtemperatur, benyttet udstyr og tidslog for: Pumpeydelse (m³/time), pejling (nedstik), ledningsevne, pH og ilt. Tidspunkter for start og slut af forpumpninger og prøvetagning fremgår endvidere.

A9 Prøvetagning af grundvand fra 32 mm filter

Rovandspejlet pejles i prøvetagningsboringen. Der udføres forpumpning 1 med peristaltisk pumpe eller vakuumpumpe (monteres efter en opsamlingsbeholder), der er monteret med fx 6 mm pumpe slang. I forbindelse med forpumpningen renses hele filterstrækningen. Der startes med at



pumpe fra filterets bund. Når der pumpes rent vand, hæves vandindtaget. Således fortsættes i hele filterets længde. Når hele filteret yder rent vand, placeres pumpens indtag lige over filteret (ca. 1 m under grundvandsspejlet) eller i en dybde, hvor prøvetagning er mulig, og boringens ydelse måles. Forud for hver prøvetagning forpumpes, indtil gentagne ledningsevнемålinger viser et stabilt niveau, dog pumpes maks. ¾ time. Hvis boringen ikke kan pumpes kontinuert, lænses den minimum 3 gange. Der udtages vandprøver med en reduceret pumpeydelse (maks. 1 liter pr. minut). Hvis vandspejlet er afsænket væsentligt under forpumpningen udtages vandprøven et døgn efter forpumpningen. På feltskemaer registreres: Alm. standardoplysninger, resultat af bundpejling, rovandsspejl, vandtemperatur, benyttet udstyr og tidslog for: Pumpeydelse (m³/time), pejling (nedstik), ledningsevne, pH og ilt. Tidspunkter for start og slut af forpumpninger og prøvetagning fremgår endvidere.

A10 Analyse af makroioner i grundvand

De kemiske analyser omfatter makroioner, herunder Ferrojern. Vandprøverne filtreres i felten med 0,45 µm filter. Hvis pumpetrykket er lavt eller ustabilt, benyttes en sprøjte, hvorpå filteret monteres. Laboratorieundersøgelserne udføres efter akkrediterede metoder.

BILAG B NAVNGIVNING AF BORINGER

Boringer navngives efter den generelle forskrift: [Etapenummer]-[Undersøgelsestype]-[Løbenummer]

Etapenummer er Vejdirektoratets etapenummer. Undersøgelsestype er OU ved okkerundersøgelser. Løbenumre er specifikke for undersøgelsesrunde og udførende firma. Løbenumre meddeles af Vejdirektoratet.

Eksempler:

1210-OU-101 er første okkerboring i første runde/firma på etape 1210

1210-OU-201 er første okkerboring i anden runde/firma på etape 1210.

4. DOKUMENTSTYRING

GODKENDT	ENHED/NETVÆRK	TEMA	PLANLAGT REVISION	ADGANG	
CWR 17.12.13	ANL-PRO-TEK/ ANL-PRO-VH-MILNA	Vejfaglighed Miljø og Natur	Maj 2015	 Intern	 Ekstern

