

Krav til indledende undersøgelser

- 1) Indledning
- 2) Historik/Ejendomsbeskrivelse
 - 2.1) Indhold
 - 2.2) Kildegrundlag
 - 2.2.1) Historiske forhold
 - 2.2.2) Aktuelle forhold
 - 2.2.3) Situationsplan
- 3) Boringer
 - 3.1) Lokaliseringsboringer
 - 3.1.1) Hvornår
 - 3.1.2) Udførelse
 - 3.2) Filtersatte boringer
 - 3.2.1) Hvornår
 - 3.2.2) Udførelse
 - 3.2.3) Prøvetagning, jord
 - 3.2.4) Prøvetagning, vand
 - 3.3) Valg af parametre, jord og vand
- 4) Poreluft
 - 4.1) Hvornår
 - 4.2) Udførelse
 - 4.3) Prøveudtagning
 - 4.3.1) Poreluft under bygning:
 - 4.3.2) Poreluft på udendørs arealer
 - 4.3.3) Ppb-RAE screeningsundersøgelser
 - 4.4) Valg af parametre
- 5) Indeklimamålinger
 - 5.1) Hvornår
 - 5.2) Udførelse
 - 5.3) Prøvetagning
 - 5.4) Valg af parametre
- 6) Overfladeprøver
 - 6.1) Hvornår
 - 6.2) Udførelse
 - 6.3) Prøvetagning
 - 6.4) Valg af parametre
- 7) Overfladevandsmålinger
- 8) Andre undersøgelsesmetoder
 - 8.1) Tanksøgning
 - 8.2) TV-inspektion af kloaksystem
 - 8.3) Søgerender
 - 8.4) MIP
 - 8.5) Gasmålinger
 - 8.5.1) Prøvetagning
 - 8.6) Renbundsdocumentation
- 9) Afrapportering

1) Indledning

De følgende undersøgelseskrav er tiltænkt brug ved udførelse af frivillige undersøgelser. Kravene sikrer at Region Sjælland får de fornødne oplysninger til vurdering af sagen i

forhold til en evt. fremtidig kortlægningsafgørelse. Desuden sikrer kravene, at det kan vurderes hvilke tiltag der er nødvendige for at en eventuel forurening ikke udgør en risiko for den nuværende og fremtidige arealanvendelse.

2) Historik/Ejendomsbeskrivelse

2.1) Indhold

En ejendomsbeskrivelse bør som udgangspunkt omfatte en beskrivelse af ejendommens historiske og nuværende anvendelse, stedfæstelse af historiske og nuværende potentielle forureningskilder, historiske og nuværende ejerforhold samt historiske og nuværende bygningsforhold og øvrige fysiske forhold, herunder udbredelse af eventuel befæstelse og adgangsforhold.

Ejendomsbeskrivelsen skal som udgangspunkt omfatte:

- Nuværende anvendelse af arealer og bygninger, herunder hvilke der anvendes til bolig og eller erhverv.
- Historiske anvendelser af arealer og bygninger.
- Forureningskilder, karakteristik samt tids- og stedfæstelse af alle historiske og nuværende potentielle, herunder oplysninger om de relevante processer, håndtering af olie og kemikalier samt evt. bortskaffelse heraf.
- Listning af stoftyper, der kan forventes at være spildt eller udledt til jorden fra hver af de konstaterede forureningskilder.
- Angivelse af oplysninger om miljøsager, herunder eventuelle tidligere jordforureninger samt foranstaltninger i forbindelse hermed og hvilken del af lokaliteten der er kortlagt på V1 eller V2.
- Angivelse af alle grundejere til de omfattede matrikler i den beskrevne periode samt årstal for ejerskifte.
- Indtegning og beskrivelse af nuværende og tidligere bygningsforhold, kloakker, potentielle forureningskilder (f.eks. oplag, tanke og benzin-/olieudskillere), udbredelse og tilstand af befæstede arealer, samt nyttehaver og bede ved bolig.
- Angivelser af adgangsforhold til ejendommen og til de områder på nuværende ejendom (eller ejendomme), hvor potentielle forureningskilder er lokaliseret.
- Fotos af områder, hvor potentielle forureningskilder er stedfæstet, samt foto af så vidt muligt hele ejendommen i gadeperspektiv.
- Angivelse af fotovinkler på situationsplan.
- Angivelse af indsatsområder i forhold til arealanvendelse, grundvand og overfladevand.

2.2) Kildegrundlag

2.2.1) Historiske forhold

Ejendommens tidligere anvendelser kan belyses på grundlag af følgende kilder, som bør gennemgås:

- Kommunens arkiver om ejendommen: byggesag, brand-, kloak- og miljøarkiv samt tankregister.
- Regionens materiale om ejendommen.
- Det kommunale miljøtilsyns arkiv (kun for virksomheder, der har været i drift efter 1974).
- Interviews med tidligere ejere/brugere/ansatte/lokalkendte.

Yderligere oplysninger kan hentes ved:

- Tingbogens oplysninger om ejerforhold, udstykninger, ommatrikuleringer og relevante deklarerationer (f.eks. vedr. benzinsalgslæg og kloakker).
- CVR register, oplysninger om registrerede virksomheder på ejendommen.
- Luftfotos samt Geodatastyrelsens arkiv (specielt for anvendelser, der alene er lokaliseret på grund af oplag af skrot og andet affald herunder fyld- og lossepladser).
- Lokalhistorisk arkiv (anvendes hovedsageligt i de tilfælde, hvor der har været begrænsede oplysninger at hente i de øvrige kilder).
- Skråfotoarkivet hvis relevant og muligt (Det kongelige bibliotek).
- Geologiske forhold.

2.2.2) Aktuelle forhold

Ejendommens nuværende forhold og anvendelser kan belyses på grundlag af følgende kilder:

- Kommunens byggesags- og miljøarkiv.
- Det kommunale miljøtilsyns arkiv.
- OIS (matrikler, anvendelser, bygninger, tanke).
- Interview med nuværende bruger(e) og grundejer(e).

2.2.3) Situationsplan

Der udarbejdes en eller flere situationsplan for hele undersøgelsesområdet (ejendommen/ejendommene).

Situationsplanen skal forsynes med nordpil, signaturforklaring, målestok, vejnavne, vejnumre og matrikelnumre, og hvis relevant pil med angivelse af terrænhældning og pil med retning for grundvandsstrømning i det sekundære magasin.

3) Boringer

I nedenstående tabel er anført det forudsatte antal boringer pr. 400 m² i forhold til indsatsområde.

| Indsatsområde | Arealstørrelse, m ² | Antal boringer |
|-----------------|--------------------------------|-------------------|
| Arealanvendelse | 400 | 6-8 ¹⁾ |
| Grundvand | 400 | 3 ²⁾ |

1) Der filtersættes 3 boringer pr. 400 m² for udtagelse af vandprøver, hvis et terrænnær grundvandsmagasin træffes under borearbejdet

2) Der udføres et antal af boringer svarende til under arealanvendelse, hvis der ikke træffes vandførende lag.

3.1) Lokaliseringsboringer

3.1.1) Hvornår

Lokaliseringsboringer udføres ved de fleste undersøgelser: både når der er tale om immobile og mobile forureningstyper og uanset om der er risiko for arealanvendelse, grundvand eller overfladevand.

Som udgangspunkt udføres der en til to boring(er) pr. punktkilde. Ved punktkilder, som omfatter et større areal, f.eks. oplagspladser, eller hvor der er en væsentlig usikkerhed om placeringen af selve punktkilden, skal der i tilfælde af forventede mobile forureningskomponenter udføres boringer i et net. Antallet af boringer afhænger af det aktuelle areals størrelse.

Hvor der på lokaliteter udføres flere boringer, der ikke umiddelbart viser tegn på forurening, udtages jordprøver som udgangspunkt hvor der jfr. kilder er størst sandsynlighed for at finde forurening.

I nedenstående er det angivet hvornår det er relevante at udtage jordprøver/udføre boringer i forhold til de to indsatsområder.

| Prøvetyper | Forureningstyper | | Chlorerede opløsningsmidler | Vandblandbare opløsningsmidler |
|------------------------------|------------------|--------|-----------------------------|--------------------------------|
| | Immobil | Mobile | | |
| Jordprøver (boringer) | A,G | A,G | A,G ¹⁾ | (G) |

A = arealanvendelse

G= vigtigt grundvand (område med særlige drikkevandsinteresser eller indvindingsopland til almen vandforsyning)

1) Hvis det vurderes relevant

3.1.2) Udførelse

Borearbejdet udføres efter "Bekendtgørelse nr. 1260 af 28. oktober 2013 om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land".

3.2) Filtersatte boringer

3.2.1) Hvornår

Filtersatte boringer til udtagning af vandprøver udføres ved mobile forureninger, som kan udgøre en trussel for arealanvendelsen, grundvandsressourcen eller overfladevandet.

Ved undersøgelse for mobile stoffer på lokaliteter, filtersættes så vidt muligt mindst 1 boring pr. punktkilde med henblik på udtagning af vandprøve.

I nedenstående er det angivet hvornår det er relevant at udtage vandprøver i forhold til de to indsatsområder.

| Prøvetyper | Forureningstyper | | |
|------------|------------------|--|--|
|------------|------------------|--|--|

| | Immobilie | Mobile | Chlorerede opløsningsmidler | Vandblandbare opløsningsmidler |
|-------------------|-----------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Vandprøver | | A,G ¹⁾ | A,G | G |

A = arealanvendelse

G= vigtigt grundvand (område med særlige drikkevandsinteresser eller indvindingsopland til almen vandforsyning)

1) Kan også være relevant i forhold til overfladevandsrisiko, se afsnit om overfladevandsundersøgelse.

3.2.2) Udførelse

Borearbejdet udføres efter "Bekendtgørelse nr. 1260 af 28. oktober 2013 om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land".

- Boringer føres som hovedregel til 1 meter under forureningsfri lag, hvis forureningen kan erkendes eller hvis der tale om fyldlag, dog minimum til 1 meter under bund af installation ved punktkilder som tankinstallationer, olieudskillere og lign.
- Hvis der undersøges for forurening med mobile komponenter, skal der som udgangspunkt bores til der træffes vandførende lag.
- Som udgangspunkt skal alle potentielle forureningskilder undersøges med mindst 1 boring pr. punktkilde. Ved undersøgelser omkring tanke, bør der, hvis tanken er større end 10.000 l og der ikke findes forurening i den første, udføres 2 boringer. Mindst én boring skal så vidt muligt filtersættes.
- Hvis der under borearbejdet konstateres tydelige tegn på forurening i ikke-vandførende lag, må disse jordlag ikke gennembøres for at kunne udtage vandprøver fra de underliggende lag. Boringen stoppes, og der udføres en ny evt. foret boring, hvis placering miljøtilsynet afgør på basis af observationerne i felten.

3.2.3) Prøvetagning, jord

Retningslinjerne i "Amternes Videncenter for Jordforurening 2003. Håndbog i prøvetagning af jord og grundvand. Teknik og Administration, nr. 3 2003" bør følges.

- Der skal udtages 1 sæt à 2 jordprøver pr. ½ meter, dog minimum 1 sæt pr. jordlag. 1 prøve udtages til PID-måling og feltbeskrivelse og 1 prøve til eventuel kemisk analyse (2 prøver hvis der skal analyseres for jordpakken). Dette gælder også for jordprøver i 0,1 m u.t.
- Hvis der er risiko for forurening med chlorerede opløsningsmidler eller nedbrydningsprodukter heraf udtages yderligere 1 prøve i diffusionstæt pose til PID-måling i felten pr. ½ m, så det med det samme kan afgøres om forureningen er afgrænset i dybden eller om der bør bores yderligere.
- For de lokaliteter, hvor der er kilder til forurening med chlorerede opløsningsmidler, kan jordprøver analyseres for chlorerede opløsningsmidler.
- Prøvetagningsmetode, prøveantal til kemisk analyse, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art.
- Fra en boring ved en punktkilde vælges den jordprøve, der forventes at være mest forurenet til analyse. For ioniserbare stoffer (f.eks. BTEX'er) skal udvælgelsen ske på baggrund af PID-måling. Hvis der i den enkelte boring endvidere er to eller flere adskilte forureninger i dybden, analyseres 1 prøve fra hver.
- Florisilrensning af en jordprøve på laboratoriet forud for analyse, må kun benyttes hvor geologien klart indikerer risiko for falsk positiv fra naturligt forekommende kulbrinter. Det kan forekomme i jordarter med højt organisk indhold som tørv eller gytje. Florisilrensning forud for analyse kan betyde tab af ikke naturligt forekommende kulbrinter, så resultater fra forisilrensede prøver bør efterses nøje.

3.2.4) Prøvetagning, vand

Retningslinjerne i "Amternes Videncenter for Jordforurening 2003. Håndbog i prøvetagning af jord og grundvand. Teknik og Administration, nr. 3 2003" bør følges.

- Pejling af vandstand foretages inden pumpning. Pejlinger angives i m u.t. eller m u.f. og skal indgå i afrapporteringen.
- Vandprøver udtages efter ren-/forpumpning af boringen. Der skal om muligt forpumpes et volumen svarende til 10 gange boringens vandfyldte filter- og blindrørvolumen. Ved meget svagtydende boringer kan vandprøven udtages efter få gange tømning af boringen. Ren-/forpumpningsvolumen samt tidspunktet for renpumpning og prøvetagning, skal fremgå af afrapporteringen.
- Der skal anvendes egnede pumper og slanger afhængig af løftehøjde og forureningskomponenter. For valg af pumper og materialer samt for prøvebehandling og opbevaring henvises til håndbog i prøvetagning fra VJ. Det benyttede udstyr skal fremgå af afrapporteringen.
- Hvis der i den enkelte boring endvidere er to eller flere adskilte forureninger i dybden, analyseres 1 prøve fra hver.

Materialer

Der bruges som udgangspunkt engangsudstyr (Slanger, pumper, Vandhenter), som forbliver i boringen efter prøvetagning.

Ved dybe boringer bruges MP1 pumpe eller anden relevant pumpe, som gennemskylles i rent vand imellem hver prøvetagning.

Pejling

Inden prøvetagning pejles samtlige boringer, hvis relevant.

Først tages propper af samtlige boringer, således at evt. Vacuum eller tryk i filterrøret kan udlignes inden pejling.

Pejl tørres af i sprit mellem hver pejling.

Forpumpning

Hvis muligt forpumpes indtil stabile værdier mht. Ledningsevne, PH og Redox.

Ved forpumpningen sikres, at der ikke pumpes så hurtigt, at vandstanden falder hurtigt. Det er normalt, at vandstanden falder når pumpning startes, for derefter at stabilisere sig. Inden for 10 minutter skal flow dog om muligt justeres, således at vandstanden er stabil.

Hvis boringen er så lavtydende, at man ikke kan sikre et stabilt flow, så tørpumpes boringen 3-5 gange inden prøvetagning.

Dokumentation af stabile værdier

Så snart vandet er så rent, og uden store partikler, at det ikke skader udstyr, så påsættes målegrisen, og værdier for Ledningsevne, PH, temperatur, ilt og Redox noteres hvert 3-5. minut. Først når der er 3 på hinanden stabile værdier for Ledningsevne, PH og Redox, så kan prøven udtages.

Stabile værdier vil sige, at værdien ikke entydigt falder eller stiger for ledningsevne og PH, men gerne må lave små udsving op og ned, mens det for Redox skal være værdier med højest +/- 3 mv over 10 minutter.

Prøvetagning

Ved prøvetagning afmonteres målegris, og prøven udtages efter Laboratoriets anvisninger.

3.3) Valg af parametre, jord og vand

Der skal som udgangspunkt analyseres mindst 2 medier (jord, vand eller poreluft) fra en undersøgt forureningskilde, uanset om der er synlige tegn på forurening.

På basis af de i ejendomsbeskrivelsen udpegede potentielle forureningskomponenter i undersøgelsesoplægget udvælges de relevante analyseparametre for henholdsvis jord-, vand- og poreluftprøver på den enkelte lokalitet. Som udgangspunkt skal der undersøges for de miljøfremmede stoffer, som Miljøstyrelsen har fastsat kvalitetskriterier for, men afhængigt af den aktuelle viden om håndtering af stoffer på ejendommen, kan det være relevant at undersøge for andre miljøfremmede stoffer.

Ved brancher som typisk har anvendt chlorerede opløsningsmidler, analyseres der både for chlorerede opløsningsmidler samt nedbrydningsprodukter af chlorerede opløsningsmidler i vandprøverne.

4) Poreluft

4.1) Hvornår

Poreluftprøver kan bruges til at lokalisere og karakterisere en ukendt forurening med flygtige forbindelser, eller afgrænse en allerede konstateret forurening.

Poreluftssonderinger udføres ved mobile forureninger, som kan udgøre en trussel for arealanvendelsen eller grundvandsressourcen.

Hvis der kan have været anvendt chlorerede opløsningsmidler på en ejendom, udføres der som udgangspunkt poreluftmålinger. Poreluftprøver kan også være relevante, hvis der findes en kraftig forurening med oliekomponenter, der kan være en trussel mod en boliganvendelse.

På baggrund af resultatet af poreluftmålingerne fastlægges placeringen af boringer med det primære formål at udtage vandprøver.

På udendørs arealer, hvor der har været oplag eller lignende, udføres der poreluftmålinger i net.

Der skal som udgangspunkt analyseres mindst 2 medier (jord, vand eller poreluft) fra en undersøgt forureningskilde, uanset om der er synlige tegn på forurening.

I nedenstående er der angivet hvornår det er relevant at udtage poreluftsprøver i forhold til de to indsatsområder.

| Prøvetyper | Forureningstyper | | | |
|-----------------|------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | Immobilie | Mobile | Chlorerede opløsningsmidler | Vandblandbare opløsningsmidler |
| Poreluft | | A,G ²⁾ | A,G ¹⁾ | |

A = arealanvendelse

G= vigtigt grundvand (område med særlige drikkevandsinteresser eller indvindingsopland til almen vandforsyning)

1) Der udtages poreluftsprøver, før der udføres boringer

2) Der udtages poreluftsprøver under bygninger i tilfælde af flygtige komponenter

4.2) Udførelse

Målinger inkl. referencemålinger skal gennemføres efter retningslinjerne i Amternes Videncenter for Jordforurening 1998. Håndbog for poreluftundersøgelser. Teknik og Administration, nr. 7 1998" Poreluftmåling "Fyns Amt 2005. Prøvetagning af poreluft. Rev. marts 2005"

- Ved rapporteringen skal det fremgå, med hvilket udstyr prøvetagningen er foretaget samt pumpeydelse, prøvetagningsdybder, målt modtryk, vejrforhold og atmosfæretryk i dagene før, under og efter prøveudtagningen. Desuden vurderes om vandspejlsændringer har haft indflydelse på poreluftresultaterne.

4.3) Prøveudtagning

De hyppigst anvendte metoder ved indledende undersøgelser er udtagning af poreluftprøver på kulrør samt ppb-RAE.

De krav der stilles til antallet af målepunkter etc. for de to metoder er beskrevet herunder – men der bør altid tages udgangspunkt i den konkrete sag og formålet med undersøgelsen. Bemærk, at resultaterne er meget påvirkelige af vejr, vind, variationer i grundvandsstand, geologi osv.

4.3.1) Poreluft under bygning:

- Gennemboring af gulvkonstruktionen skal ske med egnet udstyr, således at støv- og vandgener minimeres. Gulvkonstruktionen beskrives med angivelse af mægtigheden af de enkelte lag.
- Det skal sikres at der ikke suges atmosfærisk luft med i prøven, så den ikke er repræsentativ for det aktuelle poreluftsindhold. Modtryk bør som tommelfingerregel ikke være over 200 mbar og ved 300-350 mbar er prøverne ikke

brugbare. Dräger kulrør alene giver et modtryk på 40-50 mbar ved flow på 1L/min. Modtryk lavere end 40 mbar kan indikere lækage.

- Vær opmærksom på synlige sprækker! Ved mistanke om utæthed skal der laves feltmålinger for ilt og kuldioxid.
- Prøveantal og placering kræver en god konceptuel forståelse af den ejendom der skal undersøges. Jo mindre viden, jo flere målepunkter kræves der.
- Minimum 2 poreluftprøver pr. kendt punktkilde der undersøges.
- Ved ukendt placering af en kendt kilde kræver det et relativt højt prøveantal for at afklare, om der er en forurening. Det præcise antal er altid en konkret vurdering:
- Beregninger viser at statistisk "sikker" opsporing af kildeområde kræver 5-10 prøvepunkter pr. 100 m². Chlorerede stoffer producerer en større dampsky end olieprodukter, og derfor må der forventes større prøvetæthed på en lokalitet med olieprodukter og ukendt kildeplacering end én med chlorerede stoffer.
- Som udgangspunkt anbefales disse afstande mellem prøvepunkter: 4-6 meter for chlorerede, og 2-3 meter for sager med olieprodukter.
- Der laves én referencemåling af udeluft pr. ejendom. Der bør laves en indeluftreference på ejendomme, hvor indeklimaet vurderes at kunne påvirke poreluftmålingerne. Typiske eksempler på påvirkning kan være i sprøjtekabiner og nær oplag.
- Ved 10 eller flere målepunkter kan der med fordel gennemføres en ppb-RAE screeningsundersøgelse (se afsnit om ppb-RAE).
- Poreluftprøver udtages fra den dybde hvor forureningen forventes at findes, dvs. dybde for kloak osv. Er der ikke viden om mulige kilder i specifikke dybder under bygninger / gulv udtages prøven normalt i det kapillarbrydende lag.
- Hvis målepunktet skal bruges til vurdering af evt. indeklimapåvirkning udtages poreluftsprøven i en dybde svarende til lige under gulvet / i det kapillarbrydende lag under gulvkonstruktionen.

4.3.2) Poreluft på udendørs arealer

- Det skal sikres at der ikke suges atmosfærisk luft med i prøven, så den ikke er repræsentativ for det aktuelle poreluftsindhold. Modtryk bør som tommelfingerregel ikke være over 200 mbar og ved 300-350 mbar er prøverne ikke brugbare. Dräger kulrør alene giver et modtryk på 40-50 mbar ved flow på 1L/min. Modtryk lavere end 40 mbar kan indikere lækage.
- Ved mistanke om utæthed skal der laves feltmålinger for ilt og kuldioxid.
- Prøveantal og placering kræver en god konceptuel forståelse af den ejendom der skal undersøges. Jo mindre viden, jo flere målepunkter kræves der.
- Minimum 2 poreluftprøver pr. kendt punktkilde der undersøges.
- Ved ukendt placering af en kendt kilde kræver det et relativt højt prøveantal for at afklare, om der er en forurening. Det præcise antal er altid en konkret vurdering:
- Beregninger viser at statistisk "sikker" opsporing af kildeområde kræver 5-10 prøvepunkter pr. 100 m². Chlorerede stoffer producerer en større dampsky end olieprodukter, og derfor må der forventes større prøvetæthed på en lokalitet med olieprodukter og ukendt kildeplacering end én med chlorerede stoffer.

- Prøvetætheden er lavest ved forurening med chlorerede og højest ved olieprodukter.
- Som udgangspunkt anbefales disse afstande mellem prøvepunkter: 4-6 meter for chlorerede, og 2-3 meter for sager med olieprodukter.
- Der laves én referencemåling af udeluft pr. ejendom. Ved 10 eller flere målepunkter kan der med fordel gennemføres en ppb-RAE screeningsundersøgelse.
- Poreluftprøver udtages fra den dybde hvor forureningen forventes at findes, dvs. dybde for kloak osv. Kendes denne ikke, udtages poreluftsprøven normalt 1 m u.t. men kan pga. højt modtryk udføres indtil 0,5 m.u.t. Udendørs poreluftmålinger udført højere end 0,5 m.u.t. kan være påvirket af atmosfærisk luft, og derved give en falsk negativ.
- Ved udtagning af poreluftprøver tæt på bygninger skal der tages højde for en eventuel påvirkning fra influenszone. Hvis der er kælder, og man ønsker at belyse en evt. indeklimarisiko, skal der også udføres målinger under kældergulvets niveau.

4.3.3) Ppb-RAE screeningsundersøgelser

Screeningsundersøgelser med mikro-PID (ppb-RAE) kan gennemføres, hvis det vurderes, der er behov for større prøvetæthed end almindelig kulrørsprøvetagning kan tilbyde. Målepunkter til ppb-RAE etableres på samme måde som målepunkter til akkrediteret kulrørsanalyse.

- Da ppb-RAE måler med en uspecifik PID-måler kan der ikke trækkes direkte lineær parallel mellem ppb-RAE udslag og resultat fra kulrørsanalyse. Der kan generelt forventes en bedre lineær sammenhæng ved forureninger med chlorerede opløsningsmidler end med olieprodukter.
- Metoden er baseret på et antal planlagte screeningspunkter, der tilpasses dynamisk på måledagen afhængig af udslag i de enkelte målepunkter. Det er derfor afgørende at der kan være direkte kontakt med prøvetager og sagsansvarlige på feltdagen, så prøvetagningen kan tilpasses resultaterne.
- Kan apparatet ikke suge direkte fra målepunktet på grund af højt modtryk, må luftprøven udtages i rilsanpose med vakumkasse og kraftigere pumpe.
- Inden der måles på poreluftopstillingerne måles og registreres ppb-RAE baggrundsværdier for ejendommen både ude, og inde i hvert rum der måles i. Baggrundsværdierne skal medregnes, når data tolkes.
- Er der peakværdi for udslag registreres både denne og en stabil værdi.
- Vær opmærksom på at tilstedeværelse af methan kan påvirke måleresultatet. 5 % methan reducerer målemetodens følsomhed med op til 90 %. Ppb-RAE er derfor ikke egnet til lossepladsgasundersøgelser.
- På baggrund af ppb-RAE målingerne udvælges målepunkter til udtagning af prøver på kulrør til akkrediteret analyse.
- BEMÆRK, at de udvalgte målepunkter til akkrediteret analyse skal være identiske med de målepunkter, hvor ppb-RAE målingerne blev foretaget.
- Prøveantal og placering kræver en god konceptuel forståelse af den ejendom der skal undersøges. Jo mindre viden, jo flere målepunkter kræves der.

- Ved ukendt placering af en kendt kilde kræver det et relativt højt prøveantal for at afklare, om der er en forurening. Det præcise antal er altid en konkret vurdering:
- Beregninger viser at statistisk "sikker" opsporing af kildeområde kræver 5-10 prøvepunkter pr. 100 m². Chlorerede stoffer producerer en større dampsky end olieprodukter, og derfor må der forventes større prøvetæthed på en lokalitet med olieprodukter og ukendt kildeplacering end én med chlorerede stoffer.
- Prøvetætheden er lavest ved forurening med chlorerede og højst ved olieprodukter.
- Som udgangspunkt anbefales disse afstande mellem prøvepunkter: 4-6 meter for chlorerede, og 2-3 meter for sager med olieprodukter.
- Poreluftsprøver udtages fra den dybde hvor forureningen forventes at findes, dvs. dybde for kloak osv. Under bygninger udtages prøven normalt i det kapillarbrydende lag.
- Udendørs målinger udføres typisk 1 m.u.t. men kan pga. højt modtryk udføres indtil 0,5 m.u.t. Poreluftmålinger udført højere end 0,5 m.u.t. kan dog være påvirket af atmosfærisk luft, og derved give en falsk negativ.
- Ved udtagning af poreluftprøver tæt på bygninger skal der tages højde for en eventuel påvirkning fra influenszone.

4.4) Valg af parametre

På basis af de i ejendomsbeskrivelsen udpegede potentielle forureningskomponenter i undersøgelsesoplægget udvælges de relevante analyseparametre for henholdsvis jord-, vand- og poreluftprøver på den enkelte lokalitet. Som udgangspunkt skal der undersøges for de miljøfremmede stoffer, som Miljøstyrelsen har fastsat kvalitetskriterier for, men afhængigt af den aktuelle viden om håndtering af stoffer på ejendommen, kan det være relevant at undersøge for andre miljøfremmede stoffer.

Hvis der under udarbejdelsen af ejendomsbeskrivelsen er opnået viden om, at der har været anvendt chlorerede opløsningsmidler på ejendommen, analyseres der også for nedbrydningsprodukter i poreluften.

Se flow og volumenangivelser for poreluftprøvetagning i bilag 10.

5) Indeklimamålinger

5.1) Hvornår

Til afklaring af indeklimaet, hvis dette ikke er afklaret ved andre undersøgelser.

5.2) Udførelse

Indeklimaundersøgelser skal laves med udgangspunkt VJ rapporten: "Indeklimasager – strategier og gode råd til undersøgelserne". I denne rapport er beskrevet forskellige strategier for undersøgelser ud fra tænkte scenarier. Den konkrete strategi for undersøgelsen tilrettelægges ud fra den konceptuelle model og justeres løbende ud fra foreløbige resultater og der tages højde for rumlig - og tidslig variation.

Hvis der ud fra en indledende vurdering skønnes at være risiko for indeklima i bolig laves der indeklimamålinger. Indeklimamålinger laves i rum der forventes påvirket samt i et forventeligt ikke påvirket rum, hvis det er muligt.

Ved rapporteringen skal det fremgå hvilke rør, der er benyttet, vejrforhold og atmosfæretryk i dagene før, under og efter prøveudtagningen.

5.3) Prøvetagning

Der skal som minimum udføres 2 prøvetagningsrunder på forskellige årstider for at afdække årstidsvariationen. P.t anbefaler Region Sjælland, at der anvendes ADT- rør, hvis der skal måles for olieprodukter i indeklimaet og ORSA rør til chlorerede produkter. Som udgangspunkt skal passive prøvetagningsrør være ophængt i 14 dage jf. VJ's rapport. Der laves en udereference for hver måleserie. Måling af vinylchlorid drøftes særskilt.

5.4) Valg af parametre

På basis af de i ejendomsbeskrivelsen udpegede potentielle forureningskomponenter i undersøgelsesoplægget udvælges de relevante analyseparametre for henholdsvis jord-, vand- og poreluftprøver på den enkelte lokalitet. Som udgangspunkt skal der undersøges for de miljøfremmede stoffer, som Miljøstyrelsen har fastsat kvalitetskriterier for, men afhængigt af den aktuelle viden om håndtering af stoffer på ejendommen, kan det være relevant at undersøge for andre miljøfremmede stoffer.

6) Overfladeprøver

6.1) Hvornår

Overfladeprøver udtages ved forventet overfladeforurening, fyldrelateret forurening (tilført fyldjord til f.eks. terrænregulering) og områder, hvor der har været en fladebelastende kilde (f.eks. oplag).

Overfladejord kan være belastet med immobile forureningskomponenter, der er tilført arealet fra en fladebelastende kilde som f.eks. et oplag direkte på jorden eller nedfald af slibestøv fra afkast. Forureningen ligger herved normalt i den øverste halve meter.

For arealer, som har været befæstede med intakt tæt befæstelse gennem hele driftsperioden, antages den underliggende overfladenære jord at være uforurenet og skal derfor som udgangspunkt ikke undersøges.

I nedenstående er det angivet hvornår det er relevant at udtage overfladeprøver i forhold til de to indsatsområder.

| Prøvetyper | Forureningstyper | | Chlorerede opløsningsmidler | Vandblandbare opløsningsmidler |
|------------------------|------------------|--------|-----------------------------|--------------------------------|
| | Immobil | Mobile | | |
| Overfladeprøver | A,G | | | |

A = arealanvendelse

G= vigtigt grundvand (område med særlige drikkevandsinteresser eller indvindingsopland til almen vandforsyning)

6.2) Udførelse

- Overfladeprøver udføres i delområder med 5 nedstik til 0,5 m u.t.
- Der udtages delprøver i to dybder i hvert af de 5 nedstik.
- En blandeprøve laves af de 5 delprøver udtaget i samme dybde.
- Overfladeprøver behøves ikke indmålt med GPS.
- Hvis målet med en undersøgelse er enten at opnå grundlag for at udtage arealer med mulig overfladeforurening af kortlægning eller at afklare mulig kontaktrisiko med henblik på nuancering, gælder følgende krav til et delområde for overfladeprøver:
 - Ved diffust forurenede flader, eller andre flader, hvor der forventes en ensartet belastning (f.eks. oplag af rod/skrammel/skrot på større arealer):
 - 1 delområde pr. max. 200-400 m² (5 nedstik og 1 blandeprøve pr. dybde). Arealets størrelse afhænger af historikken/besigtigelsen.
 - Prøvetagningsdybde: 5-15 cm u.t. & 45-55 cm u.t. (den dybe prøve dog kun ved mistanke om forurenet fyldjord)
 - Ved egentlig punktkildeforurening (f.eks. spildolieoplag, afkast fra udsugning af slibestøv eller lignende):
 - 1 delområde pr. max. 50 m² (5 nedstik og 1 blandeprøve pr. dybde) svarende til renbundsdokumentation. Arealets størrelse afhænger af historikken/besigtigelsen.
 - Prøvetagningsdybde: 5-15 cm u.t. & 45-55 cm u.t. (den dybe prøve dog kun ved mistanke om forurenet fyldjord)
 - Ved fyldjordsforurening i den øverste halve meter:
 - 1 delområde pr. max. 400 m² (5 nedstik og 1 blandeprøve pr. dybde). Arealets størrelse afhænger af historikken/besigtigelsen.
 - Prøvetagningsdybde: 5-15 cm u.t. & 45-55 cm u.t. Ved mistanke om tilkørt forurenet fyldjord på ejendommen analyseres begge prøver, da jorden her kan være forurenet i dybden, selv om den øverste prøve er ren.
- Det forudsættes, at delprøverne repræsenterer den samme litologi. I modsat fald skal arealet opdeles i mindre felter, svarende til den litologiske variation (muld, ler,

sand o.l.). Hvis en delprøve ved syn adskiller sig fra de øvrige delprøver, må den ikke blandes til en blandeprøve.

6.3) Prøvetagning

Retningslinjerne i "Amternes Videntcenter for Jordforurening 2003. Håndbog i prøvetagning af jord og grundvand. Teknik og Administration, nr. 3 2003" skal følges.

- 5 nedstik fra hver dybde sammenblandes i blandeprøver.
- Analyse af delprøver fra enkeltstik kan foretages, hvis en blandeprøve har et markant højere forureningsniveau end de øvrige blandeprøver. Så kan der foretages analyse af delprøverne for at afklare, om der er indikation for, at et tilfældigt, meget højt indhold i én af delprøverne har bevirket, at blandeprøven ikke har været repræsentativ for arealet. Til vurdering af forureningsgraden anvendes gennemsnittet af de øvrige prøver, medmindre sagens oplysninger giver belæg for det høje indhold. Med henblik på senere analyse af delprøver, bør de opbevares på køl i op til 2 mdr.
- Prøvetagningsmetode, prøveantal til kemisk analyse, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art.

6.4) Valg af parametre

Der skal som udgangspunkt analyseres mindst 2 medier (jord, vand eller poreluft) fra en undersøgt forureningskilde, uanset om der er synlige tegn på forurening.

På basis af de i ejendomsbeskrivelsen udpegede potentielle forureningskomponenter i undersøgelsesoplægget udvælges de relevante analyseparametre for henholdsvis jord-, vand- og poreluftprøver på den enkelte lokalitet. Som udgangspunkt skal der undersøges for de miljøfremmede stoffer, som Miljøstyrelsen har fastsat kvalitetskriterier for, men afhængigt af den aktuelle viden om håndtering af stoffer på ejendommen, kan det være relevant at undersøge for andre miljøfremmede stoffer.

7) Overfladevandsmålinger

Der henvises til 'Vejledning om frivillig undersøgelse i forbindelse med offentlig indsats overfor vandløb'.

8) Andre undersøgelsesmetoder

8.1) Tanksøgning

Hvis der er usikkerhed om placering af eventuelle tanke, kan der indledningsvist udføres tanksøgning til stedfæstelse af relevante tanke, således at undersøgelsesboringer kan placeres optimalt. Tanksøgning kan udføres ved f.eks. georadar.

8.2) TV-inspektion af kloaksystem

På baggrund af oplysningerne i ejendomsbeskrivelsen om, hvor på ejendommen der har været anvendt chlorerede opløsningsmidler, kan der udføres en TV-inspektion af de relevante dele af kloaksystemet, fx før placeringen af poreluftprøver vælges. Såfremt der er sket ændringer af kloakforholdene, skal det forsøges klarlagt hvorledes kloakkerne tidligere har været placeret.

- TV-inspektion af kloakledninger skal efter rensugning udføres med TV-kamera af et firma tilsluttet DTVK- Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning.
- Der skal udfærdiges skriftlig rapport suppleret med fotos i overensstemmelse med den til enhver tid gældende udgave af "TV-inspektion af afløbsledninger 2", "Standarddefinitioner og fotomanual".
- Hvis der ikke konstateres utætheder eller huller i kloaknettet, udføres der en måling under gulvet, så tæt på kilden som muligt. Hvis der konstateres utætheder eller huller i kloaksystemet, udtages der poreluftprøver ved utæthederne. Endelig placering og antal poreluftprøver aftales med regionen.
- På de udendørs arealer kan der udføres en kloakinspektion af de relevante dele af kloaksystemet ved punktkilder. Dette forudsætter dog, at det nuværende kloaksystem er lig det system, der var i anvendelse, da virksomheden, som håndterede de chlorerede forbindelser, var i drift.

8.3) Søgerender

For at få en tilfredsstillende karakterisering af fyldet kan der udføres gravninger evt. i render på tværs af fyldområdet. Dette giver ofte et bedre billede af fyldets sammensætning. Søgerender udføres typisk til 2 m u.t.

8.4) MIP

For lokalisering/afgrænsning af en forurening kan der udføres en screening af hele eller dele af grunden ved brug af feltanalyser af poreluft eller MIP-sonderinger med Geoprobeudstyr.

Hvis der udføres feltanalyser, skal disse suppleres med et relevant antal akkrediterede analyser til verificering af de målte værdier. Antallet aftales nærmere med regionen.

Der skal redegøres for måleusikkerhed og detektionsgrænser samt hvilke analyseparametre, der er omfattet.

8.5) Gasmålinger

Regionen vil normalt kræve undersøgelse for gas på ejendomme beliggende indenfor 75 meter fra en losseplads.

For at afklare risikoen for indsvivning af gas i boliger beliggende ved gasproducerende lossepladser kan der med fordel etableres et antal boringer vinkelret mellem boligen og lossepladsen. I det følgende betegnes rækken af boringer som barrierelinjen, og de enkelte boringer som barriereboringer.

Afstanden mellem barriereboringerne varierer som funktion af afstanden mellem barrierelinjen og boligen; jo tættere barrierelinjen er på boligen, jo mindre er afstanden mellem barriereboringerne.

Afstanden mellem barriereboringerne beregnes ved hjælp af nedenstående formel:

$$M_{max} = \frac{A}{4} + 5$$

A = afstand fra bolig til barrierelinje i meter (A skal være > 5).

M_{max} = maksimale antal meter mellem barriereboringer.

BEMÆRK, at M_{max} altid skal være <30, og at der mindst skal etableres 3 boringer.

Herunder ses eksempler på afstanden mellem barriereboringerne ved forskellige afstande fra bolig til barrierelinje:

A=5 → M=6,25 m

A=10 → M=7,5 m

A=15 → M=8,75 m

A=20 → M=10,0 m

A=50 → M=17,5 m

A=100 → M=30,0 m

Der skal gøres rede for boringernes filtersætning, og den skal begrundes ud fra geologi og mulige spredningsveje. Såfremt det vurderes, at der er risiko for spredning af gas i flere geologiske lag, skal de enkelte lag filtersættes separat. Filtersætning og afpropning mellem lagene skal fremgå af boreprofilerne.

Efterfølgende undersøges gasvariationen over dybden i udvalgte punkter ved etablering af et par målepunkter (gasboringer) i de dybere fyldlag.

Tætheden af målepunkter afhænger af lossepladsens karakter og arealanvendelsen (forslag til afstand mellem målepunkter ses i tabel 3.1 i bilag 2 i Miljøprojekt nr. 648 fra 2001).

Årstidsvariationer, meteorologiske forhold mv. kan påvirke måleresultaterne på især ældre lossepladser med ringe gasproduktion. Der bør derfor som minimum udføres målinger 3 gange under forskellige vejr- og årstidssituationer.

Målinger af metan bør foretages ved faldende atmosfæretryk. Dataloggere til registrering af trykforhold kan evt. anvendes.

8.5.1) Prøvetagning

- Gasmålingen udføres med bærbar gasdetektor, der indledningsvist kalibreres på standardgasser samt atmosfærisk luft.
- Øvrige flygtige stoffer kan opsamles med bærbar GC-detektor eller på kulrør.
- Boringen/sonden renpumpes svarende til tømning af filteret 2-3 gang for poreluft. Ved gasmåling bør pumpeydelsen max være 1-3 liter/min.
- Imellem målingerne af lossepladsgas renpumpes gasmåleren med atmosfærisk luft, og det tjekkes, at metan- og kuldioxidkoncentrationerne bliver 0,0 vol. % og iltkoncentrationerne ca. 20-21 vol %.
- Målingerne skal udføres i eller umiddelbart efter en lavtryksperiode, medmindre der prøvetages og monitoreres over flere målerunder.
 - Der måles trykdifferens mellem boringen/sonderingen og atmosfæren.
 - Der måles for metan (CH₄), kuldioxid (CO₂) og ilt (O₂)
 - Der registreres både peak og middelværdier.
 - Der måles for øvrige flygtige stoffer (BTEX'er og chlorerede opløsningsmidler).
 - Der udføres 3 målerunder. Bemærk at såfremt de første 2 målerunder uden spor af gas, kan den sidste målerunde evt. udelades efter en konkret vurdering.
 - De gennemførte målerunder skal placeres over året, så evt. årstidsvariation indgår i resultaterne.

For metodebeskrivelser, henvises der til:

- [Vejledning fra Miljøstyrelsen, Nr. 7 1998: Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind.](#)
- [Vejledning fra Miljøstyrelsen, Nr. 7 1998: Oprydning på forurenede lokaliteter – Appendikser.](#)
- [Miljøprojekt nr. 648 2001. Teknologiudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening. Metode til risikovurdering af gasproducerende lossepladser.](#)
- [Prøvetagning af poreluft, Fyns Amt 12. september 2004.](#)
- [Indeklimasager – strategier og gode råd til undersøgelserne. Videncenter for jordforurening, Teknik og Administration Nr. 3 2010.](#)

8.6) Renbundsdocumentation

Ved afgravning af kulbrinte-, PAH og tungmetalforurenet jord (og andre forbindelser, hvor det giver mening at udtage jordprøver til analyse) skal følgende fremgangsmåde anvendes:

Hvis ejendomme skal udgå af kortlægning efter afgravning af forurening, skal der udtages prøver på følgende måde:

Hvis forureningen skønnes ensartet, kan en prøve udtages som blandprøve (bestående af 5 delprøver) indenfor de 7x7 meter. Der skal udtages mindst én blandprøve til kemisk analyse for hver 7x7 meter i bunden af udgravningen og mindst én blandprøve til kemisk analyse for hver 7x2 meter af udgravningens sider.

For hver forureningskilde skal der udtages mindst én prøve i bunden og mindst 2 prøver i siderne af udgravningen. Renbundsprøverne skal repræsentere de maksimale efterladte forureningsniveauer.

Har forureningen bredt sig i bånd eller findes den på et begrænset område (hot-spot), skal prøverne udtages som enkeltprøver. Her kræver det en konkret vurdering omkring, hvor mange prøver der bør udtages.

Hvis der efterlades restforurening skal den være rummeligt afgrænset til estimat af efterladt mængde, hvis regionen skal vurdere om den kan udgøre en risiko.

Prøveudtagningen skal begrundes og beskrives udførligt, og prøvetagningsstederne skal indtegnes på kort. Der skal analyseres for alle relevante stoffer.

9) Afrapportering

Afrapporteringen af de tekniske undersøgelser anbefales at indeholde:

- Situationsplan (fra ejendomsbeskrivelsen) med angivelse af delområder og prøveudtagningssteder.
- Rapporttekst i pdf-format, med:
 - Kort beskrivelse af undersøgelsesstrategi
 - Beskrivelse af de udførte arbejder
 - En vurdering af analyseresultaterne i forhold til kvalitetskriterierne, jf. Miljøstyrelsen. Hvis der er udført undersøgelse vedrørende overfladevand skal resultaterne ses i sammenhæng med vandløbets miljøkvalitetskriterie. Resultaterne vurderes indledningsvis m.h.t. prøvernes repræsentativitet iht. strategi og konstaterede forureninger, samt de aktuelle forhold under udtagningen (f.eks. barometertryk ved poreluftudtagning, filtersætning / grundvandsstand osv.)
 - Et bud på kilden til den konstaterede forurening
 - En "risikovurdering"
 - Hvis der er lavet TV-inspektion vedlægges rapport suppleret med fotos i bilag
 - Ved supplerende undersøgelser også oplysninger om disse
 - Opdateret konceptuel model
 - Hvis der er udført undersøgelse for overfladevand vedlægges besigtigelsesnotatet
 - I det omfang der er data nok laves en vurdering af forureningsmassen, udbredelsen, fluxen, redoxparametre, hydraulisk ledningsevne og befæstelsesgraden på ejendommen.