

## Bilag 1- Brud på brøndintegriteten over tid

Bidrag fra EFKM (13.09.16)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Brud på brøndintegriteten over tid

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Tab af brøndintegritet over tid er et alment problem for olie- og gasindustrien, men den gentagne tryksætning af en brønd ved frakturering og det store antal af brønde nødvendigt for skifergasindvinding kan dog forværre problemet. Det er vanskeligt at vurdere risikoen for brud på brøndintegriteten i et nyt felt i Danmark uden forudgående erfaringer med onshoreindvinding på stor skala og under danske forhold.

Afværgeforanstaltninger: Kontrol ved en cement-bond-log og andre logs.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Delvis

Energistyrelsen er enig i, at for at opnå tilstrækkelig viden om en konkret borings brøndintegritet, skal det sikres at der udføres afværgeforanstaltninger, således at det sikres at cementeringen af boringen er korrekt udført og at der indhentes oplysninger om hvor meget tryk formationen kan modstå, som det også var tilfældet i forbindelse med udførelse af Vendsyssel-1 boringen. Af Energistyrelsen borevejledning 'Guidelines for Drilling' [http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/oil-gas/licences/legislation-and-guidelines/dea\\_guidelines\\_drilling\\_2009.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/oil-gas/licences/legislation-and-guidelines/dea_guidelines_drilling_2009.pdf) fremgår det, hvad der skal udføres for at opnå en optimal brøndintegritet.

Med hensyn til den videnskabelige udrednings vurdering af at "Det er vanskeligt at vurdere risikoen for brud på brøndintegriteten i et nyt felt i Danmark uden forudgående erfaringer med onshoreindvinding på stor skala og under danske forhold.", er det Energistyrelsens vurdering, at erfaringer fra offshore boringer (som Danmark har mange års erfaring med), kan anvendes i forbindelse med onshore boringer, herunder skifergas boringer. På flere af de danske kalkfelter er der i årenes løb anvendt frakturering for at opnå en forbedret produktion. Både boremetoder og stimuleringsteknik er i flere henseender den samme, som ville skulle anvendes i forbindelse med evt.

skifergasaktiviteter. På den baggrund vurderer Energistyrelsen at styrelsen har tilstrækkelig viden for at vurdere hvad der skal til få at sikre brøndintegriteten, også for projekter onshore. Styrelsen er opmærksom på, at der onshore også skal tages hensyn til blandt andet drikkevandsinteresser. Hertil kommer at onshore og offshore borer planlægges af medarbejdere fra et selskab, der tages ind til det specifikke projekt, og som netop er erfarende i netop den type boring.

I forhold til tidsaspektet: Når en boring producerer, kan der opstå problemer med brøndintegriteten, pga. blandt andet tæring af foringsrør. For at dette kan udbedres, overvåger operatøren boringen, og foretager undersøgelser for at indhente oplysninger om boringens tilstand. Hvis der er problemer med boringens integritet udbedrer operatøren skaden (-erne).

#### **Hvornår kan denne viden indhentes?**

I forbindelse med et konkret projekt.

I forbindelse med udførelse af offshore borer samt erfaringer fra udførte borer i Danmark og fra andre Nordsølande.

Operatøren, som udfører boringen har muligvis masser af erfaring med skifergas fra andre operationer rundt omkring i verden.

Gennem en borings levetid.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

I forbindelse med at et konkret projekt (boring) udføres og gennem dens levetid.

Historiske erfaringer fra offshore borer i Danmark.

Erfaringer fra et sammenligneligt land, hvor der udføres borer, som er underlagt samme EU-lovgivning.

## Bilag 2 - Induceret seismicitet og brøndintegritet

Bidrag fra EFKM (29.08.16)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### **Induceret seismicitet og brøndintegritet**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Hydraulisk frakturering kan medføre øget seismisk aktivitet enten ved direkte at inducere jordskælv eller ved at udløse jordskælv. Jordskælv har potentialet til at kompromittere integriteten af en eller mange brønde på en gang, men en så ekstrem hændelse kræver dog store bevægelser, som ikke kan forventes ved de jordskælv, der indtil nu er observeret ved hydraulisk frakturering.

Afværgeforanstaltninger: Brønde placeres væk fra kendte forkastninger, løbende seismisk monitoring under fraktureringen, øjeblikkeligt fraktureringsstop ved rystelser hvor  $ML > 1,7$ .

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja. Energistyrelsen er enig i vurderingen af, at der skal være opnået et tilstrækkeligt vidensniveau om eksisterende forkastningers (af en vis størrelsesorden) udbredelse i undergrunden, før at en boring udføres, og hydraulisk frakturering udføres. Denne viden skal indhentes i forbindelse med et konkret projekt, da undergrundens beskaffenhed varierer fra lokalitet til lokalitet.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

I forbindelse med et konkret projekt.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Ved at sikre at der er indsamlet seismiske data inden en konkret boring placeres, og frakturering udføres.

### Bilag 3 - Brøndintegritet efter nedlukning

Bidrag fra EFKM (13.09.16)

#### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

##### **Brøndintegritet efter nedlukning**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: En skifergasbrønd, der ikke længere skal anvendes, nedlukkes permanent ved at fylde den med cement og mekaniske propper for at gøre brønden tæt og forhindre udslip. Selvom metoden til nedlukning er blevet forbedret, kan problemer stadig opstå, da cement og mekaniske propper nedbrydes med tiden.

Afværgeforanstaltning: Overholdelse af lovgivning for dekommissionering.

#### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Delvist - mere viden er altid ønskværdigt. Brøndintegritet ved lukning er altid et kontroversielt emne, da man her snakker om "for altid". Metoden har dog været mere eller mindre uændret siden begyndelse af olieindustriens start. Der er derfor betydelige mængder af data tilgængelig til verificering af metoden. Hvis den nuværende metode ikke er mulig og mere information er ønskværdigt, anfægtes hele grundlaget for boringer blandt andet i Danmark, da Plug&Abandonment (lukning) er en del af planlægningen af nutidens boringer.

Endvidere skal geologien betragtes som uendelig i forhold til selve borehullet. Det betyder at når foringsrør og cement forgår med tiden, vil borehullet erstattes af formationen (hullet lukkes), pga. af de kræfter der er vertikalt og horisontalt, og dermed presser den omkringliggende formation ind i hullet.

Med hensyn til den videnskabelige udrednings beskrivelse af at "En skifergasbrønd, der ikke længere skal anvendes, nedlukkes permanent ved at fylde den med cement og mekaniske propper...", bemærker Energistyrelsen at boringen ikke fyldes med cement og mekaniske propper, men at boringen isoleres med cement, således den er forsvarligt lukket.

#### Hvornår kan denne viden indhentes?

I forbindelse med konkrete projekter og i andre lande, hvor der udføres boringer samt fra historiske data både nationalt og internationalt.  
I forbindelse med myndighedssamarbejde, hvor emnet bliver behandlet (NSOAF, IADC, SPE etc.). Et af hovedformålet med disse fora er netop at udveksle viden, blandt om dette emne.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

Fra konkrete projekter nationalt og internationalt samt fra historiske data.  
Fra myndighedssamarbejde, viden fra operatører og universiteter.

## Bilag 4 - Vandforbrug og vandressourcer

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### **Vandforbrug og vandressourcer**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Ud fra den tilgængelige grundvandsressource i Danmark på ca. 1 milliard m<sup>3</sup>/år og et nuværende forbrug på ca. 700 millioner m<sup>3</sup>/år vil vandindvinding til skifergasproduktion være håndterbar. Det betyder i midlertidigt ikke, at indvinding vil være uproblematisk. For det første kan vandressourcen lokalt allerede være overudnyttet. For det andet varierer intensiteten af vandforbruget til skifergasproduktion. Effekten af vandindvinding til skifergas skal således altid vurderes ud fra en lokal analyse og modellering af vandressourcen.

Afværgeforanstaltning: Hensyntagen til lokale hydrologiske forhold via basislinjestudier, modellering og monitoring.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Delvis: Der er ikke brug for mere viden på generel plan. Mere viden er imidlertid afgørende nødvendig, når et konkret projekt er aktuelt.

Projektets vandbehov er nemlig afhængigt af såvel lokale geologiske forhold og den konkrete anvendte bore- og indvindingsteknologi. Først når det konkrete projekt er kendt og placeringen og vandbehovet er fastlagt, kan forsyningsmulighederne vurderes i forhold til både tilgængelighed og konsekvenser - lokalt, regionalt og nationalt ift. vandressourcen, samt naturen i området.

Hensyntagen til de lokale hydrologiske forudsætter, at der skaffes mere viden via basislinjestudier, modelleringer og monitoring, som i øvrigt angivet i rapporten. Før denne viden kan indsamles er et grundigt kendskab til de lokale hydrologiske forhold en absolut nødvendighed. Denne viden er endvidere en forudsætning for at der overhovedet kan meddeles vandindvindingstilladelse mv.

Behovet for viden bør kategoriseres som C (Mere viden afgørende

nødvendigt), men på konkret lokalitets- samt projektmæssigt plan.

#### **Hvornår kan denne viden indhentes?**

Denne viden er uløseligt forbundet med den konkrete lokalitet, og skal/kan først indhentes, når den konkrete lokalitet er nærmere kendt, dvs. i forbindelse med et konkret projekt. Overvejelserne omkring ressourceanvendelsen og de konsekvenser, den kan have på vandressourcen lokalt og nationalt, samt af konsekvenserne for omgivende natur vil indgå i VVM-processen, og indgå i givet fald i grundlag for meddelelse af en indvindingstilladelse.

Både kommuner (som er vandforsyningsmyndighed) og Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning (SVANA), som vandplansansvarlig ligger inde med viden og modelleringsprogrammet til vurdering af konsekvenserne af en nærmere angiven vandindvindingstilladelse på grundvandressourcen og de hydrologiske forhold i området, samt i forhold til vurderingen af konsekvenserne på omgivende natur.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

De hydrogeologiske forhold, herunder vandressourcens tilgængelighed og kvalitet er forholdsvis velkendt over hele landet og beskyttelse af grundvand indgår i Vandplanerne. Vandressourcerne er således kortlagt og der er udmeldt statslige indsatsplaner for alle udpegede områder. Kommunerne laver handleplaner for indvindingsoplandene. Grundvandets tilstand og udvikling overvåges i henhold til en national overvågningsplan, som afrapporterer resultaterne årligt. De eksisterende borer er placerede, så de kan generere en repræsentativ viden om grundvandet i DK. Der er således adgang til et rimeligt veldokumenteret basiskendskab til grundvandsforholdene over hele landet.

Overvågningssystemet er imidlertid ikke indrettet til at kunne beskrive de lokale forhold i en grad, der umiddelbart er anvendelig til overvågning omkring et konkret projekt. Skulle dette ønskes, skal enten det nationale overvågningssystem omdefinieres omkring det konkrete lokalitet, eller skal det suppleres med et mere lokalt orienteret system.

Konsekvensvurderingsværktøj og simuleringmodeller findes tilgængelige, både hos SVANA og hos de forskellige førende private konsulentvirksomheder, som beskæftiger sig med området. Denne viden kan således indhentes hos vandplanlægningsmyndigheden (SVANA) samt hos kommunerne og vandforsyningselskaberne. Herudover findes viden og modeller hos konsulentfirmaerne.

## Bilag 5 - Sprækkedannelse

Bidrag fra EFKM (09.09.16)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### **Sprækkedannelse**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: Ved hydraulisk frakturering er der en teoretisk risiko for, at sprækkerne når op til overfladen eller til grundvandsmagasiner, hvorved kemikalier og gas kan forurene disse. Amerikanske undersøgelser viser, at inducerede sprækker typisk har en længde under 200 m, at 99 % er under 350 meter og at ingen overstiger 588 meter. Det er således usandsynligt, at inducerede sprækker i 2-4 km's dybde i sig selv når grundvandsmagasiner. Derimod kan det ikke udelukkes, at sprækker fra hydraulisk frakturering kan få kontakt med naturlige sprækker, og der må derfor stilles særlige krav til kortlægningen af naturlige dybe sprækkesystemer.

Afværgeforanstaltninger: Kortlægning af naturlige sprækker, ingen frakturering i kraftigt opsprækkede domæner.

**Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?**

Ja. I forhold til inducerede sprækker i forbindelse med frakturering, er Energistyrelsen enig i at det er usandsynligt at disse vil kunne nå op til overfladen eller grundvandsmagasiner. Energistyrelsen er ligeledes enig i at kortlægning af naturlige dybe sprækkesystemer udføres inden frakturering udføres. Det bemærkes dog, at der er en nedre grænse for, hvor små sprækker der kan kortlægges på seismiske profiler, pga. opløsningen på seismiske data. Det vigtigste er at forkastningszoner er kortlagte inden boring/frakturering påbegyndes.

**Hvornår kan denne viden indhentes?**

I forbindelse med et konkret projekt.

**Hvor kan denne viden indhentes?**

I forbindelse med et konkret projekt.



## Bilag 6 - Potentiel grundvandsforurening

Bidrag fra MFVM (09.09.2016)

Bidrag fra EFKM (14.09.2016)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Potentiel grundvandsforurening

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: Den mest sandsynlige transportvej for fraktureringkemikalier eller flowback-vand til grundvandet er ved lækage ved borerøret (brud på brøndintegriteten/blowouts). Spredning via sprækker fra skiferlagene forekommer at være meget mindre sandsynligt. Der kan også forekomme deciderede spild på jordoverfladen, så der vil ske nedsivning gennem de øvre lag ned til grundvandszonen.

Afværgeforanstaltninger: 1) For at undgå spild som kan nedsive, skal håndtering, blanding m.m. af fraktureringsvæsker ske på befæstede arealer med afløb til lukket system. 2) Undgå brud på brøndintegriteten.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ovenstående vedrører grundvandsforurening fra aktiviteter

1. over jorden, herunder især håndtering af forurenende kemikalier og produkter, og
2. aktiviteter i undergrunden, herunder ved brud på brøndintegriteten.

Ad. 1: Enig.

Behovet for mere viden er dog kun til stede i forhold til det konkrete projekt og til hvordan den konkrete boreplads og tilstødende arealer/aktiviteter skal indrettes. Indretning af pladser, udstyr og aktiviteter, hvor der håndteres stoffer, der kan forurene undergrunden, så kemisk forurening af jord- og grundvand undgås, er velkendt disciplin som myndigheder på alle niveauer har stor erfaring med at regulere og håndtere fra mange og forskellige typer af projekter. Viden om krav og regulering i øvrigt på området er alment tilgængelig.

Der findes velafprøvede metoder til opsamling af eventuelle spild, så nedsivning kan undgås. Der kan fastsættes vilkår om tætte befæstede arealer

og opsamling af eventuelle spild i tilladelserne/miljøgodkendelsen.

Ad. 2: Enig.

Behovet for mere viden er kun tilstede i forhold til et konkret projekt. Viden om hvorledes en konkret boring skal designes for blandt andet at sikre brøndintegriteten afhænger af lokale geologiske forhold. Energistyrelsen godkender borer i henhold til undergrundsloven. I den forbindelse skal operatøren indsende et program til Energistyrelsens godkendelse. Programmet skal indeholde en beskrivelse af, hvorledes boringen påtænkes udført, blandt andet hvilke foringsrør der skal anvendes, beskrivelse af cementprogram og test af boringens integritet.

Der er en årelang erfaring om hvorledes boringsintegritet sikres og testes, fra offshore borer i Danmark og internationalt. Herudover er der udført en række onshore efterforskningsboringer, hvor boringens integritet også skulle sikres.

#### Hvornår kan denne viden indhentes?

Ad 1. Helt specifik viden indhentes i forbindelse med et konkret projekt, og vil på sædvanlig vis indgå i VVM-processen og i givet fald i grundlaget for meddelelse af miljøgodkendelse. Ressortmyndighederne ligger selv inde med stor viden og erfaring.

Ad 2. Specifik viden, hvorledes en konkret boring skal designes for at opnå sikre integritet, også hvis der senere skal foretages frakturering i boringen, kan kun indhentes i forbindelse med det konkrete projekt. Viden om geologien i området indhentes fra eksisterende seismiske data, og evt. fra nærliggende borer.

Ressortmyndigheden ligger inde med årelang viden og erfaring på området, herunder hvilke specielle geologiske forhold der skal tages hensyn til i de forskellige områder i Danmark, og viden og erfaring om de bedste løsninger i boringsdesign, blandt andet for at opnå den bedste integritet.

#### Hvor kan denne viden indhentes?

Ad 1. Når et konkret projekt foreligger og de lokale hydrogeologiske forhold samt den aktuelle teknologi, indretning og kemikalieforbrug er kendt.

Ad 2. Når et konkret projekt foreligger, og de lokale geologiske forhold er kendte.

## Bilag 7 - Mulige miljøpåvirkninger af miljøfremmede organiske stoffer i grundvandsmagasiner

Bidrag fra MFVM (09.09.2016)

Bidrag fra EFKM (15.09.2016)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Mulige miljøpåvirkninger af miljøfremmede organiske stoffer i grundvandsmagasiner:

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Overordnet er vidensniveauet meget begrænset, og vurderingerne er ofte baseret på studier fra andre miljøer end grundvand og/eller laboratorieforsøg. Der findes også beregningsmodeller, der kan estimere anaerobe nedbrydningsrater, men igen er relevansen mht. forholdene i dansk grundvand uvis.

Afværgeforanstaltninger: 1) Overvågning af brøndintegritet og hurtig aktion ved spild på jorden. 2) Overvågning af udvalgte miljøfremmede stoffer i grundvand.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Nej. Mere viden er ikke blot ønskværdig, men afgørende nødvendig. Det er imidlertid tale om viden specifikt relateret til det konkrete projekt, da forbrug af kemikalier er afhængigt af de lokale grundvandsforhold og den valgte boreteknologi.

Der foreligger pt. stor viden og erfaring hos myndighederne samt konsulentfirmaer med hensyn til både indsats ved spild af kemikalier på jorden og med overvågning af grundvandskvaliteten, herunder analysemetoder for sporing af forskellige forureninger i grundvandet. Hvorvidt metodernes detektionsgrænser er tilstrækkelig lave, til at de aktuelle koncentrationer af de pågældende stoffer i grundvandet kan bestemmes med en tilfredsstillende måleusikkerhed, kan kun afklares, når det konkrete projekt, og de konkrete stoffer, er kendt. I den forbindelse vil også erfaringer fra andre lande, hvor de pågældende stoffer har været anvendt, med fordel indgå i vurderingerne. Det er imidlertid korrekt, som angivet i rapporten, at pt. kun et fåtal af stofferne har udmeldte vandkvalitetskriterier, eller -krav. MST og SVANA har imidlertid mange års erfaring og ekspertise med udarbejdelse af vandkvalitetskriterier,

henholdsvis vandkvalitetskrav, så opgaven kan håndteres på en kvalificeret vis. Opgaven er ressourcekrævende og bør kun igangsættes, når behovet er konkret. Det må i øvrigt regnes med, at processen kan være tidskrævende.

For så vidt angår spild bemærkes, at der allerede findes velafprøvede metoder til opsamling af eventuelle spild, så nedsivning kan undgås. Herudover er der lovhjemmel for at fastsætte vilkår om tætte befæstede arealer og opsamling af eventuelle spild.

Vedrørende sikring af brøndintegritet, er viden afgørende i forhold til det konkrete projekt, da boringsdesign er afhængigt af de lokale geologiske forhold. I forhold til generel viden om brøndintegritet, foreligger der årelang erfaring hos myndighederne og selskaberne i at vurdere, hvorledes brøndintegriteten sikres.

Der kan opstå problemer med brøndintegriteten under produktion, pga. blandt andet tæring af foringsrør. Operatøren overvåger løbende boringen, og foretager undersøgelser for at indhente oplysninger om boringens tilstand. Hvis der er problemer med boringens integritet udbedrer operatøren skaden (-erne). Arbejdet skal godkendes af Energistyrelsen, og Energistyrelsen fører løbende tilsyn med boringen

#### **Hvornår kan denne viden indhentes?**

Når det konkrete projekt er kendt og dermed også de stoffer, der vil blive anvendt, kan den nødvendige regulering fastsættes, herunder udarbejdes evt. manglende vandkvalitetskrav, og de repræsentative parametre for overvågning kan defineres.

Viden om brøndintegritet når en boring udføres, der fraktureres, og under produktion, indhentes i forbindelse med overvågning af det konkrete projekt. Generel viden om hvorledes brøndintegritet sikres foreligger allerede nu hos Energistyrelsen og selskaberne.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

Fra laboratorievirksomhederne samt fra myndighedernes egen viden og erfaring med grundvandsovervågning. Også viden fra tilsvarende udenlandske projekter eller erfaringer fra grundvandsovervågning i andre sammenhæng, kan ved behov indhentes.

Viden om et konkret projekts brøndintegritet indhentes i forbindelse med at boringen udføres samt under produktion, hvor operatøren overvåger brønden. Også viden fra tilsvarende udenlandske projekter kan ved behov indhentes.

## Bilag 8 - Mulige påvirkninger af metan i grundvand fra skifergasproduktion

Bidrag fra MFVM (09.09.2016)

Bidrag fra EFKM (16.09.2016)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Mulige påvirkninger af metan i grundvand fra skifergasproduktion

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Konklusioner vedrørende metanpåvirkning af drikkevandsboringer fra skifergas besværliggøres generelt af, at der ofte ikke er udført baggrundsmålinger af metan før skifergasindvinding, så der ikke foreligger et solidt sammenligningsgrundlag. Der bør derfor udføres monitoring af grundvandets indhold af metan og dets oprindelse før der igangsættes skifergasindvindingsaktiviteter.

Afværgeforanstaltninger: 1) Løbende måling af metan indholdet i grundvand. 2) Advarsel om risiko ved metanindhold på over 10 mg/L. 3) Krav om øjeblikkelig handling ved metanindhold på 28 mg/L.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja

Der foreligger et solidt generelt kendskab til metanindholdet i grundvandet i Danmark fra mange års målinger indenfor det nationale grundvandsovervågningsprogram.

Når et konkret projekt kendes, kan metan i grundvandet i det pågældende projektområde kortlægges mere præcist. På det grundlag kan herefter etableres et dedikeret overvågningsystem med overvågningsboringer og et måleprogram, der netop afdækker de konkrete forhold i projektområdet, og behovet i boringens samtlige faser, henholdsvis etablering, drift og i mange år efter, at driften er ophørt.

Hvornår kan denne viden indhentes?

Viden om de konkrete forhold indhentes, når der foreligger et konkret projekt. Planlægningen af et lokalt overvågningsystem forudsætter at de lokale geologiske og hydrogeologiske forhold er kendt. Etablering af overvågningsboringer er omkostningskrævende og stiller derfor store krav til detaljeret og præcis kendskab til de lokale forhold.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Ved prøvetagning og analyse af forholdene på den konkrete projektlokalitet, suppleret eventuelt med erfaringer fra overvågning i forbindelse med andre sammenlignelige projekter.

## Bilag 9 - Mulig påvirkning af jord ved spild

Bidrag fra MFVM (09.09.16)

Bidrag fra EFKM (16.09.16)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Mulig påvirkning af jord ved spild

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Spild af fraktureringsvæske, boremudder og/eller formationsvand til jord vil kunne foregå ved uheld pga. enten tæring, rørbrud, fejlagtig håndtering på borepladsen eller trafikuheld.

Afværgeforanstaltninger: 1) Befæstet areal med kontrolleret afløb. 2) Sikkerhedsprocedurer for spild både på jord ifm. Med borepladsen og jord ifm. transport.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Der er velafprøvede metoder til opsamling af eventuelle spild, så nedsivning kan undgås. Der kan fastsættes vilkår om tætte befæstede arealer og opsamling af eventuelle spild. Den konkrete udformning kan dog først fastlægges, når forholdene på den konkrete lokalitet er kendt.

Desuden bemærker Energistyrelsen, at operatøren under driften af et anlæg, løbende monitorerer rørføringer, samlinger, ventiler etc. Herved sikres at evt. lækager/utætheder opdages, og kan udbedres. Operatøren tester også trykbærende installationers integritet, som en del af det kontinuerlige vedligeholdelsesprogram. Testhyppigheden afhænger af sikkerhedsklassifikationen af de enkelte dele.

### Hvor kan denne viden indhentes?

I forbindelse med VVM-processen for og i givet fald miljøgodkendelsen af et konkret projekt. I forbindelse med boregodkendelse, hvor der kan sættes vilkår om blandt andet boringsdesign, og anvendelsen af BOP (Blow-out-preventer).

## Bilag 10 - Mulige påvirkninger af overfladevand af spildevand fra frakturering

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Mulige påvirkninger af overfladevand af spildevand fra frakturering

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: Returnvand fra hydraulisk frakturering vil være en kompleks blanding af fraktureringskemikalier og nedbrydningsprodukter samt salte, radioaktive stoffer, tungmetaller m.m. fra undergrunden, som kan have en effekt på vandlevende organismer. En egentlig risikovurdering baseret på aktuelle koncentrationsniveauer af kemikalier m.m. i overfladevand er ikke omfattet af denne udredning. I forhold til vandmiljøet har flere af disse kemikalier m.m. en eller flere miljøkritiske egenskaber og er bl.a. klassificeret skadelig for vandlevende organismer, meget giftig med langvarige virkninger for vandlevende organismer og giftig for vandlevende organismer med langvarige virkninger. Af de 16 kemikalier på EU Kommissionens liste er ni kemikalier akut giftige for vandlevende organismer. Af de 88 kemikalier, som har været anvendt i Polen og i forbindelse med prøveboringen ved Vendsyssel-1, er ca. en 1/3 af kemikalierne akut giftige for vandlevende organismer. Det skal imidlertid bemærkes, at datagrundlaget for over halvdelen af kemikalierne ikke foreligger eller er utilstrækkelig til at vurdere kemikaliernes mulige effekter i vandmiljøet. Derfor kan det faktiske antal af kemikalier med akut giftighed overfor vandlevende organismer være højere end vurderet her.

Afværgeforanstaltninger: 1) Krav om at stoffernes miljøprofil indgår i sammensætningen af fraktureringsvæske; 2) Anvendelse af BAT til at begrænse udledning af forurenende stoffer begrænses mest muligt; 3) Fastsættelse af vilkår, så kvalitetskravene overholdes for det vandområde, der udledes til. Såfremt der er stoffer, hvor der ikke er fastsat et kvalitetskrav, skal et sådant fastsættes inden en udledning kan startes.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja – på konkret plan, idet det afhænger af konkret projekt, de geologiske forhold på stedet og hvilke fraktureringskemikalier, der vil skulle anvendes.



Der skal i den forbindelse bl.a. indhentes viden fsva. stoffernes miljøprofil, anvendelse af BAT og substitutionsmuligheder samt vandkvalitetskrav til brug for udledningstilladelsen.

Såfremt der er stoffer, hvor der ikke er fastsat et kvalitetskrav, skal et sådant fastsættes inden en udledning kan startes.

#### **Hvornår kan denne viden indhentes?**

Den specifikke viden indhentes i forbindelse med et konkret projekt, og i første omgang vil på sædvanlig vis indgå i VVM-processen og i givet fald i grundlaget for meddelelse af miljøgodkendelse/udledningstilladelse. Fastsættelse af evt. manglende kvalitetskrav vil ligeledes mest hensigtsmæssigt ske, når det konkrete behov foreligger. Ressortmyndighederne ligger selv inde med stor viden og erfaring på området.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

Viden indhentes i forbindelse med, at et konkret projekt planlægges/udføres, fx fra VVM-undersøgelse, ansøgninger om brug af konkrete fraktureringkemikalier. I fornødent omfang kan indhentes viden om de konkrete kemikalier fra tilsvarende projekter i andre lande, ligesom g evt. behov for mere generel viden på tilsvarende vis kan indhentes fra gennemførelse af tilsvarende projekter i andre lande med tilsvarende geologi.

## Bilag 11 - Partikeltransport via overfladestrømning fra borepladsen

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

**Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C**

### **Partikeltransport via overfladestrømning fra borepladsen**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Flere undersøgelser har påvist øget partikeltransport via overfladeafstrømning og øget indhold af suspenderet stof i vandløb i områder med hydraulisk frakturering. Øget partikeltransport kan medføre en øget sedimentaflejring, som kan skade dyr og mikroorganismer i vandløb og søer.

Afværgeforanstaltninger: Indvindingsboringer placeres i god afstand fra vandløb og søer.

**Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?**

Ja – men på et konkret plan.

**Hvornår kan denne viden indhentes?**

Når et konkret projekt foreligger og placeringen i forhold til vandløb og søer samt indretningen af pladsen og omgivelsernes beskaffenhed er kendt.

Den specifikke viden indhentes i forbindelse med et konkret projekt og vil på sædvanlig vis indgå i VVM-processen og i givet fald i grundlaget for miljøgodkendelsen. Afhængigt af disse faktorer kan myndighederne og bygherren vurdere, hvilke afværgeforanstaltninger, der er mest hensigtsmæssige.

**Hvor kan denne viden indhentes?**

Fra projektbeskrivelsen, kendskabet til de lokale forhold samt forundersøgelserne i forbindelse med et konkret projekt, de eksisterende nationale og EU-regler og vejledninger på området samt ressortmyndighedernes store erfaring fra sammenlignelige projekter og problemstillinger. Bygherren forventes ligeledes at have erfaring fra tilsvarende projekter i andre lande.

## Bilag 12 - Udslip af metan og andre klimagasser

Med bidrag fra MFVM (23.09.2016)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Udslip af metan og andre klimagasser

*Fra den videnskabelige udredning:*

##### Klassifikation:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Der kan forekomme betydelige emissioner af metan og andre klimagasser, efter at brønden er boret, og før den kommercielle produktion starter. Under produktions- og transportfasen peger forskellige studier og estimater på, at metanemissionen kan være op til 4 % af produktionen. Efter brønden er lukket kan den gradvise nedbrydning af materialer eller utilstrækkelig brøndkonstruktion føre til lækager af metan enten gennem borehullet eller omkring borehullet.

Afværgeforanstaltninger: 1) Målinger af metan, m.m. for at sikre at brønden er tæt. 2) Krav om anvendelse af "Reduced emissions completions" (RECs) også kendt som "Green completions".

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Mere viden vurderes til at være ønskværdigt. Behovet for mere viden er imidlertid af konkret karakter, idet risici for udslip af klimagasser fra boringen i stor udstrækning er forbundet med den anvendte boreteknologi og de lokale hydrogeologiske forhold. Etablering af et evt. overvågningssystem for udsivende gasser og sikring af en hurtig indsats, forudsætter ligeledes detailkendskab til projektet.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

I forbindelse med et konkret projekt, hvor det indgår i den sædvanlige VVM-proces, henholdsvis udarbejdelse af miljøgodkendelse.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Konkret projekt, USA, sammenligneligt land såsom UK. Der findes allerede tilgængelig afværgeteknologi på markedet, ressortmyndighederne har erfaringer med teknologi og tiltag til sikring af brøndintegriteten, samt med overvågning af metan og andre klimagasser i luften.

## Bilag 13 - Risici forbundet med nedlukning af boreplads

Bidrag fra MFVM (09.09.16)

Bidrag fra EFKM (16.09.16)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Risici forbundet med nedlukning af boreplads

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Flere rapporter nævner, at der er risiko for, at dele af borepladsens areal ikke kan bruges efter nedlukningen af borepladsen pga. sundhedsrisiko. Der er eksempler på, at brønde kan lække metangas efter forsegling. Dette resulterer i tab af landområder, og i egne, hvor borepladserne ligger forholdsvis tæt, er der risiko for fragmentering af landskabet.

Afværgeforanstaltninger: Overholdelse af Lovgivning for dekommissionering.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Når et konkret projekt kendes kan følgende belyses:

Nødvendige forholdsregler for fjernelse af anlægsdele, herunder forsvarlig aftapning af væsker fra anlæg.

Den specifikke viden indhentes i forbindelse med et konkret projekt og vil på sædvanlig vis indgå i VVM-processen og i givet fald i grundlaget for miljøgodkendelsen.

Energistyrelsen skal godkende lukkeprogrammet for konkrete borer. I den forbindelse vurderer Energistyrelsen om det beskrevne program er tilstrækkelig for at sikre at boringen ikke står og lækker Hvis det efterfølgende viser sig, at en boring ikke er forsvarligt lukket, skal operatøren efter krav fra myndighederne sørge for at boringen lukkes, så den er tæt.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Fra undersøgelser udført, når der foreligger et konkret projekt, hvor den anvendte teknologi, de lokale hydrogeologiske forhold samt det konkrete kemikalieforbrug er kendt. Ressortmyndighederne ligger inde med erfaringer

fra andre/sammenlignelige projekter, og bygherren/rettighedshaveren forventes at have erfaringer fra tilsvarende projekter i andre lande. Dette gør sig også gældende i forhold til P&A (lukning) af boringen.

## Bilag 14 - Høj saltkoncentration i dansk formationsvand

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Høj saltkoncentration i dansk formationsvand

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Formationsvand fra dybe formationer indeholder store mængder salt, og salt i spildevandet forventes derfor at udgøre et væsentligt problem. En mulig påvirkning af grundvand, jord og ferskt overfladevand bør belyses nærmere, og det høje saltindhold vil også have konsekvenser for valget af rensningsteknologi, idet biologiske/kemiske rensningsanlæg er følsomme over for forhøjede saltkoncentrationer, og idet ultrafiltrering eller inddampning vil føre til større mængder salt og koncentreret saltopløsning, som efterfølgende skal håndteres.

Afværgeforanstaltninger: Tilstrækkelig spildevandsrensning, udledning til en marin recipient med stor fortynding, overvågning af ledningsevne i overfladevand og grundvand.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Forholdet vurderes og reguleres konkret ifm. udledningstilladelsen. Der er ikke brug for supplerende viden af generel karakter.

Når et projekt er kendt vil der, som tilfældet er, når spildevand fra andre industrielle anlæg skal bortskaffes, komme følgende i betragtningen:

Vurdering af rensemetoder, der kan give tilstrækkelig spildevandsrensning, udledningssted, herunder udledning til en marin recipient med stor fortynding, det nødvendige overvågningsprogram, herunder måling af ledningsevne i overfladevand og grundvand.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Generel viden om undergrundens saltkoncentration og om metoder for spildevandsbehandling, samt vandkvalitetskrav forefindes allerede. Specifikt viden indhentes i forbindelse med et konkret projekt og vil på sædvanlig vis indgå i VVM-processen og i udlednings/tilslutningstilladelsen. Etablering af supplerende overvågningsboringer vil dog være nødvendigt, når

projektlokaliteten er kendt.

**Hvor kan denne viden indhentes?**

Når et konkret projekt foreligger og placeringen, de lokale hydrogeologiske forhold samt den aktuelle teknologi, indretning og kemikalieforbrug er kendt.

## Bilag 15 - Oliestoffer i dansk formationsvand

Bilag fra MFVM (23.09.2016)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Oliestoffer i dansk formationsvand

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: De danske Alun Skifre forventes at være tørre skifre pga. stor geologisk modenhed, hvor oliekomponenter under højt tryk og temperatur er omdannet til gas. Dette betyder, at indholdet af oliestoffer i formationsvandet må forventes at være lavt, og at olieindholdet i spildevandet derfor fortrinsvis vil stamme fra boremudder og fraktureringssvæske.

Det fremgår af endvidere af rapporten:

Olieindholdet kan først endeligt afklares ved prøveboringer men forventes at være ubetydeligt.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Enig. Mere viden kan kun skaffes i forbindelse med et konkret projekt.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Måles, når et konkret projekt og lokalitet er aktuelt. Denne viden vil indgå på sædvanlig vis i VVM-processen og i givet fald i grundlaget for meddelelse af miljøgodkendelse/udledningstilladelse. Ressortmyndighederne ligger selv inde med stor viden og erfaring med håndtering af oliestoffer i spildevand og affald.

### Hvor kan denne viden indhentes?

I forbindelse med et konkret projekt, herunder i forbindelse med forundersøgelserne og VVM-processen, som i henhold til gældende lovgivning skal foreligge forud for, at efterforskning ved brug af hydraulisk frakturering kan tillades.



## Bilag 16 - Spildevandsbehandling af uorganiske stoffer ekskl. radioaktive stoffer

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### **Spildevandsbehandling af uorganiske stoffer ekskl. radioaktive stoffer**

*Fra den videnskabelige udredning:*

##### Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Formationsvandet indeholder salte, som kommer op af brønden sammen med gassen. Der er tale om almindelige salte, som findes i op til syv gange højere koncentration end havvand. Der vil være høje koncentrationer af positivtladete ioner (divalente kationer) og som vil udfælde ved kontakt med luft ved overfladen. Desuden er der en række metaller, som kan være giftige for vandmiljøet. Formationsvandet indeholder desuden radioaktive stoffer, der kan forekomme i så høje koncentrationer, at det skal overvejes, om slammet fra vandrensningen skal håndteres særskilt, fordi radioaktiviteten overstiger grænseværdier for almindeligt fast affald.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja – men på konkret plan.

Forholdet vurderes og reguleres konkret ifm. udledningstilladelsen.

Der er ikke brug for supplerende viden af generel karakter.

Når et projekt er kendt, vil der, som tilfældet er, når spildevand fra andre industrielle anlæg skal bortskaffes, laves en vurdering af rensemetoder, der kan give tilstrækkelig spildevandsrensning, af udledningssted, herunder udledning til en marin recipient med stor fortynding, og af det nødvendige overvågningsprogram.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Generel viden om undergrundens saltkoncentration og om metoder for spildevandsbehandling, samt vandkvalitetskrav forefindes allerede. Specifikt viden indhentes i forbindelse med et konkret projekt og vil på sædvanlig vis indgå i VVM-processen og i udlednings/tilslutningstilladelsen.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Fra forundersøgelserne i forbindelse med et konkret projekt og fra de eksisterende regler og vejledninger på området både nationalt og fra EU, samt ressortmyndighedernes erfaringer fra behandlingen af industriel spildevand

med stort indhold af uorganiske stoffer. Bygherren forventes ligeledes at have erfaring fra tilsvarende projekter i andre lande.

## Bilag 17 - Affald i forbindelse med flowback vandet

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### **Affald i forbindelse med flowback vandet**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: Flowback vandet, som genereres i forbindelse med boringen indeholder suspenderet materiale i koncentrationer på typisk 500-1.000 mg/L, men samlet set vurderes bidraget fra suspenderet stof at være af relativt beskedent omfang i forhold til affald genereret ved boreprocessen. På nuværende tidspunkt kræver det yderligere undersøgelser af udvaskningsegenskaber af affaldstyperne for at kunne vurdere, om affaldstyperne kan modtages på almindelige danske deponeringsanlæg for inert, mineralsk, blandet eller farligt affald uden yderligere forbeholdende aktiviteter.

Afværgeforanstaltninger: 1) Udførelse af udvaskningstests før deponering kan tillades; 2) Generel karakterisering af affald indeholdende borespåner; 3) Krav om at suspenderet materiale fra flowback vandet håndteres sammen med boreaffaldet.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja – men på konkret plan.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Først når et konkret projekt er kendt, herunder de geologiske forhold på stedet, den anvendte boreteknologi samt hvilke kemikalier, der vil blive anvendt, kan der bl.a. indhentes specifik viden om affaldets sammensætning og de mulige håndteringsmetoder, herunder afdække brug af BA, samt udføre udvaskningstests mhp. slutdisponering.

Den specifikke viden indhentes bedst i forbindelse med den sædvanlige VVM-proces og i givet fald i forbindelse med udarbejdelsen af de forskellige tilladelser og/eller miljøgodkendelse.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Fra undersøgelser udført, når der foreligger et konkret projekt.

Ressortmyndighederne ligger inde med erfaringer fra andre/sammenlignelige projekter, og bygherren forventes ligeledes at have erfaringer fra tilsvarende projekter i andre lande.

## Bilag 18 - Affald i forbindelse med spildevandrensingsprocessen

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Affald i forbindelse med spildevandrensingsprocessen

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: Flowback vandet, som genereres i forbindelse med boringen indholder suspenderet materiale i koncentrationer på typisk 500-1.000 mg/L, men samlet set vurderes bidraget fra suspenderet stof at være af relativt beskedent omfang i forhold til affald genereret ved boreprocessen. På nuværende tidspunkt kræver det yderligere undersøgelser af udvaskningsegenskaber af affaldstyperne for at kunne vurdere, om affaldstyperne kan modtages på almindelige danske deponeringsanlæg for inert, mineralsk, blandet eller farligt affald uden yderligere forbeholdende aktiviteter.

Afværgeforanstaltninger: Eventuel forbeholdning og deponering og afbrænding.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja.

Hvornår kan denne viden indhentes?

Mængden og sammensætningen af affaldet fra spildevandsrensningen er afhængig af de geologiske forhold på den konkrete lokalitet og af den anvendte teknologi samt kemikalieforbrug. Mere viden kan derfor først indhentes, når det konkrete projekt er kendt og med udgangspunkt i de konkrete forhold finde den bedst egnede håndteringsmetode for affaldet, navnlig:

- Mulighederne for genanvendelse af affaldet
- Bortskaffelse, f.eks. ved forbrænding eller deponering
- Eventuelle krav til forbeholdningen inden et af ovenstående emner.

Denne viden indhentes i forbindelse med den sædvanlige VVM-proces og i forbindelse med de forskellige godkendelses- og tilladelsesprocesser. Ressortmyndighederne ligger selv inde med stor viden og erfaring med

hensyn til affaldsbehandling.

**Hvor kan denne viden indhentes?**

Når et konkret projekt foreligger og de lokale hydrogeologiske forhold samt den aktuelle teknologi, indretning og kemikalieforbrug er kendt, ud fra de konkrete projektoplysninger og forundersøgelsesresultaterne samt erfaringer fra håndteringen af tilsvarende kemikalietunge affaldstyper i udlandet eller DK.

## Bilag 19 - Mængden af affald fra boreprocessen indeholdende metan, organiske tilsætningsstoffer og uorganiske sporstoffer

Bidrag fra MFVM (23.09.2016)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Mængden af affald fra boreprocessen indeholdende metan, organiske tilsætningsstoffer og uorganiske sporstoffer

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Afværgeforanstaltninger: Overholdelse af udvaskningsgrænseværdien for farligt affald i kystnært deponi.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Ja.

Hvornår kan denne viden indhentes?

Mængden af affald og dets sammensætning er afhængig af de geologiske forhold på den konkrete lokalitet og af den anvendte teknologi samt kemikalieforbrug. Mere viden om affaldsmængder og affaldets karakter er derfor først relevant at indhente, når det konkrete projekt er kendt.

Hvor kan denne viden indhentes?

Viden kan indhentes, når og hvis et konkret projekt, som indbefatter en ny boring til skiferlaget, udføres. Der kan her udføres udvaskningstest på opboret skifermateriale til afklaring af, om udvaskningspotentialer er af en størrelse, som medfører, at der skal tages særlige forholdsregler ved deponeringen af materialet.

## Bilag 20 - Radioaktivitet i spildevand

Bidrag fra SIS (27.09.16)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Radioaktivitet i spildevand

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: Alun Skifer formationen er den mest radioaktive bjergart på dansk område. Spildevand, borespåner, udfældninger og produceret gas vil derfor kunne indeholde radioaktive stoffer som uran, thorium, radium og radon. Radioaktiviteten i det producerede affaldsmateriale fra boring, spildevand m.v. skal undersøges løbende under boreprocessen for at bestemme affaldets videre skæbne.

Afværgeforanstaltninger: Løbende overvågning og måling af radium og andre strålingskilder iht. tilladelse fra myndighederne.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Nej

Der findes ikke forhold der mangler afklaring i forhold til regelgrundlaget eller for så vidt angår strålebeskyttelse ved håndtering af radioaktive stoffer.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

De konkrete myndighedskrav på strålebeskyttelsesområdet til "overvågning og måling af radium og andre strålingskilder.." vil blive formuleret på baggrund af den specifikke ansøgning om håndtering af disse radioaktive stoffer.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Se ovenfor.



## Bilag 21 - Spildevandsbehandling mht. radioaktive stoffer

Bidrag fra SIS (27.09.2016)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Spildevandsbehandling mht. radioaktive stoffer

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Afværgeforanstaltninger: 1) Sedimentation af suspenderede partikler; 2) Sulfatfældning af opløst radium; 3) Behandling af udfældet radiumsulfat på egnede renseanlæg.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Nej

Der findes ikke forhold der mangler afklaring i forhold til regelgrundlaget eller for så vidt angår strålebeskyttelse ved håndtering af radioaktive stoffer.

Hvornår kan denne viden indhentes?

De konkrete myndighedskrav på strålebeskyttelsesområdet til " 1) Sedimentation af suspenderede partikler 2) Sulfatfældning af opløst radium 3) Behandling af udfældet radiumsulfat på egnede renseanlæg." vil blive formuleret på baggrund af den specifikke ansøgning om håndtering af disse radioaktive stoffer.

Hvor kan denne viden indhentes?

Se ovenfor.

**Bilag 22 - Udfældninger med indhold af radioaktive stoffer i installationer af rør, pumper, ventiler m.m.**

Bidrag fra SIS (27.09.2016)

**Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C**

**Udfældninger med indhold af radioaktive stoffer i installationer af rør, pumper, ventiler m.m.**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Afværgeforanstaltninger: Overvågning af udfældninger og behandling af disse som radioaktivt affald, hvis koncentrationerne overstiger undtagelsesniveauer i den danske lovgivning.

**Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?**

Nej.

Der findes ikke forhold der mangler afklaring i forhold til regelgrundlaget eller for så vidt angår strålebeskyttelse ved håndtering af radioaktive stoffer.

**Hvornår kan denne viden indhentes?**

De konkrete myndighedskrav på strålebeskyttelsesområdet til "Overvågning af udfældninger og behandling af disse som radioaktivt affald, hvis koncentrationerne overstiger undtagelsesniveauer i den danske lovgivning." vil blive formuleret på baggrund af den specifikke ansøgning om håndtering af disse radioaktive stoffer.

**Hvor kan denne viden indhentes?**

Se ovenfor.

## Bilag 23 - Løbende overvågning af radioaktiviteten i fast affald

Bidrag fra SIS (27.09.2016)

Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

### Løbende overvågning af radioaktiviteten i fast affald

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Afværgeforanstaltninger: Udarbejdelse af plan for overvågning, transport, behandling og opbevaring efter gældende regler og myndighedsbehandling.

Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Nej. Der findes ikke forhold der mangler afklaring i forhold til regelgrundlaget eller for så vidt angår strålebeskyttelse ved håndtering af radioaktive stoffer.

Dog knyttes følgende bemærkninger til punktet:

Som beskrevet i den videnskabelige udredning er der potentiale for at skifergasudvinding kan resultere i store volumener af affald, som bør håndteres og bortskaffes under hensyntagen til radiologiske såvel som øvrige miljømæssige forhold. Der findes således, som tidligere bemærket, et behov for at fastlægge "affaldsvejen" (waste stream) for evt. større mængder af affald indeholdende naturligt forekommende radioaktive stoffer (NORM) som resultat af skifergasudvinding.

Det er som omtalt i kapitel 4.3.2: "Håndtering og deponering af boremudder og borespåner" i den videnskabelige udredning om skifergas, ikke klart om eksisterende deponeringsmuligheder for boremudder og borespåner i Danmark kan leve op til de strålebeskyttelsesmæssige krav forbundet med deponering af NORM affald. Det er her særligt hensynet til de lave koncentrationer af langlivede radionuklider i potentielt store mængder af NORM affald der er dimensionerende for strålebeskyttelsesmæssige hensyn og afledte krav til dokumentation for sikkerhed ved deponering. Bemærk at sådanne hensyn og krav bør sammenholdes med øvrige, og muligvis tungere vejende miljømæssige krav i forbindelse med deponering.

Etablering af en affaldsvej og deponeringsmulighed kræver en struktureret

proces, på baggrund af bl.a. kriterier for lokalisering og vurdering af sikkerhed. SUM (SST/SIS) kan ikke som tilsynsmyndighed på området anvise konkrete lokaliteter eller deponeringsformer for dette affald. Denne opgave påhviler operatøren (ejereren af affaldet), som overfor tilsynsmyndighed(-erne) skal godtgøre at alle relevante krav til sikkerhed er opfyldt.

Da "konventionelle" miljømæssige hensyn kunne vægte tungere end strålebeskyttelsesmæssige hensyn på affaldsområdet, har SIS ikke bemærkninger til fordelingen af opgaver på dette område.

#### **Hvornår kan denne viden indhentes?**

De konkrete myndighedskrav på strålebeskyttelsesområdet til "Udarbejdelse af plan for overvågning, transport, behandling og opbevaring ..." vil blive formuleret på baggrund af den specifikke ansøgning om håndtering af disse radioaktive stoffer.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

Se ovenfor.

## Bilag 24 - Opløst radium og radon ført op mod grundvandsmagasiner af opadgående formationsvand

Bidrag fra SIS (14.09.16)

Bidrag fra EFKM (16.09.16)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Opløst radium og radon ført op mod grundvandsmagasiner af opadgående formationsvand

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse: Den opadgående bevægelse af formationsvand med indhold af radioaktive komponenter kan foregå gennem de overliggende bjergarter eller gennem naturlige sprækker og forkastninger i bjergarterne, hvilket kan forårsage, at bl.a. opløst radium og radon føres op mod grundvandsmagasiner og dermed til overfladevandsområder.

Afværgeforanstaltninger: Kortlægning af naturlige sprækker, ingen frakturering i kraftigt opsprækkede domæner.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Nej. Der findes ikke forhold der mangler afklaring i forhold til regelgrundlaget eller for så vidt angår strålebeskyttelse ved håndtering af radioaktive stoffer.

Ja, i forhold til "Kortlægning af naturlige sprækker, ingen frakturering i kraftigt opsprækkede domæner....", som hører under EFKM's ressort. Energistyrelsen er enig i vurderingen af, at der skal være opnået et tilstrækkeligt vidensniveau om eksisterende forkastningers (af en vis størrelsesorden) udbredelse i undergrunden, før at en boring udføres, og hydraulisk frakturering udføres.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Konkrete myndighedskrav på strålebeskyttelsesområdet vedrørende monitorering af radioaktive stoffer i grundvand vil blive formuleret på baggrund af den specifikke ansøgning om udvinding af skifergas.

Viden om eksisterende forkastningers udbredelse i undergrunden skal indhentes i forbindelse med et konkret projekt, da undergrundens beskaffenhed varierer fra lokalitet til lokalitet.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Se ovenfor

## Bilag 25 - Radioaktive stoffer i grundvand og overfladevand

Bidrag fra SIS (27.09.16)

**Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C**

### **Radioaktive stoffer i grundvand og overfladevand**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Afværgeforanstaltninger: Etablering af et overvågningsprogram som muliggør detektion af forhøjede værdier af radioaktive stoffer i grundvandet og overfladevand.

**Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?**

Nej

Der findes ikke forhold der mangler afklaring i forhold til regelgrundlaget eller for så vidt angår strålebeskyttelse ved håndtering af radioaktive stoffer.

**Hvornår kan denne viden indhentes?**

De konkrete myndighedskrav på strålebeskyttelsesområdet til "Etablering af et overvågningsprogram som muliggør detektion af forhøjede værdier af radioaktive stoffer i grundvandet og overfladevand." vil blive formuleret på baggrund af den specifikke ansøgning om udvinding af skifergas.

**Hvor kan denne viden indhentes?**

Se ovenfor.

## Bilag 26 - Påvirkningen på landskabet

Bidrag fra MFVM (09.09.16)

Bidrag fra EFKM (16.09.16)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### **Påvirkningen på landskabet**

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

C = Mere viden afgørende nødvendig.

Beskrivelse (uddrag): Landskabspåvirkningen består først og fremmest af en arealbeslaglæggelse til borepladsen og udviklingen af indvindingslandskabet. Hermed forstås de kumulative påvirkninger af den rumlige udbredelse (antallet af borepladser og afstanden imellem dem) og den tidlige udvikling i etablering og operation af borepladserne. Information om konkrete effekter på landskabet, som er anvendelig i et dansk perspektiv, er sparsom.

Afværgeforanstaltninger: 1) Analyse af fremtidig synsmæssig oplevelse før boring igangsættes, 2) Udnyttelse af multihorizontale brøndanlæg, 3) Lokalisering af boringer tæt på overordnet vejnet, 4) Analyse af borelandskabets betydning for landskabskarakteren.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Rapporten sonderer mellem påvirkning af landskabet og visuel påvirkning. "Landskabspåvirkning" omfatter dog altid en "visuel påvirkning". Det gælder såvel påvirkningen af et enkelt/konkret anlæg som påvirkningen fra flere anlæg set i en større skala.

Det er, som det fremgår af rapporten, afgørende nødvendigt at indhente mere generel viden om den teknificering af landskabet, herunder den visuelle påvirkning, som finder sted ved at indføre et nyt teknisk element i det danske landskab, herunder belyse konsekvenserne heraf på kort og længere sigt. Eksempelvis kan dette ske ved, at der på baggrund af eksisterende viden om det danske landskabs karakter og oplevelsesmulighed samt den eksisterende viden fra både indland og udland om anlæggenes udformning udarbejdes en række scenarier, som visualiseres. Scenarierne danner grundlag for en generalisering af landskabspåvirkningen fra skifergasanlæg.

Det gælder for alle faser i processen i forhold til konkrete lokaliteter og i større skala.

I scenarierne skal bl.a. indgå forskellige myndigheders krav til projekterne. Det kan fx. være beredskabets ønske om, at bevoksning minimeres af hensyn til sikre den optimale redningsvej og Arbejdstilsynets ønske om kraftig belysning om natten af hensyn til ansattes sikkerhed.

Et andet emne, der skal behandles, er Energistyrelsens bemærkning om, at højden af et boretårn er et udtryk for hvor mange borerør der kan samles i en stander. Generelt kan man sige, at jo højere boretårnet er des flere borerør kan der køres i hullet i en arbejds gang, hvilket kan bevirke at operationen kan afsluttes hurtigere.

#### **Hvornår kan denne viden indhentes?**

Generel viden indhentes på et tidspunkt så det kan indgå i sammenhæng med den samlede evalueringens øvrige resultater, herunder forud for en evt. ophævelse af det midlertidige stop for nye tilladelser, og forud for meddelelse af en ny (-e) tilladelse (-r) til efterforskning og indvinding af kulbrinter, hvor efterforskningsmålet er skifergas.

Konkret viden relateret til et projekts lokalitet indhentes som led i VVM-processen.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

Flere arkitekttegnestuer ligger inde med de fornødne kompetencer til at foretage landskabsvurderinger på baggrund af viden fra rapporten samt fra det ene danske og flere udenlandske projekter.



## Bilag 27 - Visuel påvirkning

Bidrag fra MFVM (09.09.16)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Visuel påvirkning

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Der kan ske en visuel påvirkning på grund af udbredelse og oprettelse af borepladsen. Et multihorizontalt brøndanlæg kræver et boretårn på 30-35 meter, hvor borepladser med et mindre antal brønde kan nøjes med et tårn på 17-18 meter. Højden er afgørende for den visuelle påvirkning, og fra hvor lang afstand boretårnet kan ses under selve boringsfasen. Udbygning af eksisterende infrastruktur og etablering af nye vejanlæg udgør ligeledes en stor visuel belastning.

Afværgeforanstaltninger: Kamouflering af borepladsen ved at udnytte landskabets terrænprofil og/eller visuel afskærmning.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Nej - Mere viden er afgørende nødvendig

Rapporten sonderer mellem påvirkning af landskabet og visuel påvirkning. "Landskabspåvirkning" omfatter dog altid en "visuel påvirkning". Det gælder såvel påvirkningen af et enkelt/konkret anlæg som påvirkningen fra flere anlæg set i en større skala.

Det er, som det fremgår af rapporten, afgørende nødvendigt at indhente mere generel viden om den teknificering af landskabet, herunder den visuelle påvirkning, som finder sted ved at indføre et nyt teknisk element i det danske landskab, herunder belyse konsekvenserne heraf på kort og længere sigt. Eksempelvis kan dette ske ved, at der på baggrund af eksisterende viden om det danske landskabs karakter og oplevelsesmulighed samt den eksisterende viden fra både indland og udland om anlæggenes udformning udarbejdes en række scenarier, som visualiseres. Scenarierne danner grundlag for en generalisering af landskabspåvirkningen fra skifergasanlæg.

Det gælder for alle faser i processen i forhold til konkrete lokaliteter og i større skala.

I scenarierne skal bl.a. indgå forskellige myndigheders krav til projekterne. Det kan fx være beredskabets ønske om, at bevoksning minimeres af hensyn til optimale redningsvej og Arbejdstilsynets ønske om kraftig belysning om natten af hensyn til ansattes sikkerhed.

Et andet emne, der skal behandles, er Energistyrelsens bemærkning om, at højden af et boretårn er et udtryk for hvor mange borerør der kan samles i en stander. Generelt kan man sige, at jo højere boretårnet er des flere borerør kan der køres i hullet i en arbejdsgang, hvilket kan bevirke at operationen kan afsluttes hurtigere.

#### **Hvornår kan denne viden indhentes?**

Generel viden indhentes på et tidspunkt så det kan indgå i sammenhæng med den samlede evalueringens øvrige resultater, herunder forud for en evt. ophævelse af det midlertidige stop for nye tilladelser, og forud for meddelelse af en ny (-e) tilladelse (-r) til efterforskning og indvinding af kulbrinter, hvor efterforskningsmålet er skifergas.

Konkret viden relateret til et projekts lokalitet indhentes som led i VVM-processen.

#### **Hvor kan denne viden indhentes?**

Flere arkitekttegnestuer ligger inde med de fornødne kompetencer til at foretage landskabsvurderinger på baggrund af viden fra rapporten samt fra den ene danske og flere udenlandske projekter.

## Bilag 28 - Lys og støj

Bidrag fra MFVM (23.09.20)

### Område, hvor der mangler viden inden en evt. skifergasproduktion kan igangsættes, jf. tabel 2 i den videnskabelige udredning om skifergas i Danmark, hvor vidensniveauet er klassificeret som B eller C

#### Lys og støj

*Fra den videnskabelige udredning:*

Klassifikation af vidensniveau:

B = Mere viden ønskværdigt

Beskrivelse: Borepladsen belyses under prøveboringen og under etableringen af de lodrette og horisontale brøndboringer, og en lang række dyrs livscyklus forstyrres af kraftigt lys om natten såsom frøer, flagermus, salamandere m.m. Landskabets rekreative værdi vil også nedsættes. Støjgenerne er knyttet til øget trafik og maskinstøj under etableringen af borepladsen (planering, jordvolde, vandbassiner, bundopbygning og asfaltering samt opsætning af hegn og vejopbygning og/eller udvidelse). Man har estimeret, at en boreplads med ti brønde vil have 800 til 2.500 dage med støjaktivitet, inden produktionen går i gang ifm. anlægning af borepladsen og konstruktion af veje.

Afværgeforanstaltninger: 1) Lavtryksnatriumlamper, retning nedad, højden begrænses til 8 meter; 2) Opsætning af støjskærme.

### Er ressortmyndigheden enig i udredningens vurdering vedr. klassificering af vidensniveauet for området?

Delvis. Der nævnes kun støjskærme. Det er væsentligt element ved forebyggelse af unødigt støj at minimere antallet af støjkluder og effektivisere støjende maskineri m.v., så der er mindst muligt støj ved kilden. Hertil kommer, at placeringen af anlægget i landskabet (udnyttelse af naturlig afskærmning) samt udnyttelse af afstandsdæmpning, dvs. placering længst muligt fra støjfølsom arealanvendelse er ligeledes relevant. Dette gælder også for lyspåvirkningen.

### Hvornår kan denne viden indhentes?

Mere viden i forhold til støj og lys er således først relevant at indhente, når det konkrete projekt og placering er kendt. Den specifikke viden vil herefter på sædvanlig vis indgå i VVM-processen og i givet fald (fsva. støj) i grundlaget for miljøgodkendelsen. Ressortmyndighederne ligger selv inde med stor viden og erfaring.

### Hvor kan denne viden indhentes?

Når det foreligger et konkret projekt og den konkrete lokalitet og anvendt teknologi samt indretning er kendt.