

NOTAT

11. april 2013
J.nr. 1011/1024-0019
Ref. SF

Skifergas

Nogle hovedkonklusioner fra tre rapporter fra Europa-Kommissionen og fra IEA's Special Report on Unconventional Gas, samt oplysninger vedrørende skifergas i UK

Europa-Kommissionen offentliggjorde i september måned 2012 tre rapporter med relation til skifergas:

- A. Unconventional Gas: Potential Energy Market Impacts in the European Union, A Report by the Energy Security Unit of the European Commission's Joint Research Centre (dateret 2012)
- B. Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe (dateret 10. august 2012)
- C. Climate impact of potential shale gas production in the EU (dateret 30. juli 2012)

Det er tre omfangsrige rapporter (130-230 sider plus bilag), med en række faktuelle vurderinger og analyser. Rapport A er udarbejdet af Europa-Kommissionens Joint Research Center, mens rapporterne B og C er udarbejdet af to rådgiverkonsortier under ledelse af AEA Technology, der er et konsulentfirma baseret i UK.

Det Internationale Energy Agentur, IEA, udgav i maj 2012 en rapport om ukonventionel gas, herunder naturgas fra skiferlag:

- D. Golden Rules for a Golden Age of Gas, World Energy Outlook, Special Report on Unconventional Gas (dateret 2012)

I dette notat omtales en række hovedkonklusioner fra disse fire rapporter, og notatet er dermed ikke en udtømmende gengivelse af rapporternes indhold. Rapporterne er offentligt tilgængelige og kan findes på internettet.

Afslutningsvis omtales desuden i afsnit E den seneste udvikling omkring skifergas i UK, hvor regeringen i december 2012 har oplyst, at der igen vil kunne gennemføres frakturering i skifergasboringer.

A. Unconventional Gas: Potential Energy Market Impacts in the European Union

Fra et litteraturstudie sammenstilles oplysninger om ressourcer af naturgas fra ukonventionelle gaskilder (fra tætte lag af kalk eller sandlag, kul samt lag af skifer). Det konkluderes blandt andet, at der er meget stor usikkerhed knyttet til opgørelserne, da der mangler flere data. Det skønnes, at der i hele verden er teknisk indvindelige ressourcer af skifergas på mere end 200 Tcm (200.000 mia. kubikmeter). Det kan sammenlignes med en opgørelse af de teknisk indvindelige ressourcer af naturgas fra konventionelle gasfelter på 425 Tcm. Det skønnes i rap-

porten, at der i Vesteuropa er teknisk indvindelige ressourcer af naturgas fra skiferlag på 12 Tcm, og i Østeuropa 4 Tcm. Til sammenligning er det årlige forbrug af naturgas i hele verden omkring 3,2 Tcm. Der foretages IKKE en opgørelse over, hvor store de økonomisk indvindelige reserver af naturgas fra skiferlag kan være.

Udviklingen omkring udførelse af flere og længere boringer fra én boringsplads beskrives. Dette kan formentlig mindske forbruget af overfladeareal ved udnyttelse af skifergas. Behovet for at vurdere de samlede kumulative effekter fra udførelse af mange boringer i et afgrænset område påpeges. Rapporten omtaler kort teknikker til indvinding af skifergas, ligesom omkostninger i den forbindelse omtales.

Mulighederne for adgang til og salg af naturgas til transmissionsnet omtales, og der peges på, at der er behov for lige adgang for alle til transmissionsnet i et liberaliseret gasmarked i EU.

I rapporten opstilles et muligt fremtidigt scenarie med produktion af skifergas i Europa, og det vurderes også, hvordan en mulig fremtidig markant øget produktion af skifergas i verden vil kunne påvirke det globale energisystem. En fremtidig mulig produktion af skifergas i Europa vil medføre behov for fabrikation af et større antal nye borerigge, ligesom der vil være behov for uddannelse af kvalificeret personale.

I USA er skifergasproduktionen øget markant de seneste 10 år, og udgjorde i 2010 ca. 23 % af den indenlandske gasproduktion, og har påvirket prisen for naturgas i USA i nedadgående retning. Det konkluderes i rapporten, at skifergas har potentialet til også i Europa at påvirke de fremtidige priser for naturgas. Det vurderes, at skifergas alene ikke vil kunne gøre Europa selvforsynende med naturgas.

Afslutningsvist er der en meget omfattende litteraturliste om ukonventionelle gaskilder, herunder skifergas.

B. Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe

Rapporten bygger i høj grad på erfaringer og data fra USA. Ikke alle erfaringer fra USA kan overføres til europæiske forhold, idet lovgivningen er anderledes i Europa, og de geologiske forhold kan også være forskellige.

Rapporten har fokus på den række af mulige miljø- og sundhedsmæssige udfordringer, der er i forbindelse med den mulige udvikling i Europa omkring indvinding af skifergas ved brug af blandt andet frakturering. I rapporten opdeles processen fra indledning af efterforskning til afslutning af indvinding i seks trin, hvoraf de første tre trin vedrører efterforskning:

1. Lokalisering og forberedelse af borested.
2. Design af boring, udførelse af efterforskningsboring.
3. Frakturering i forbindelse med efterforskningsboring.
4. Etablering af produktionsbrønde med frakturering og produktionsanlæg.
5. Gasproduktion.
6. Afslutning og ophør af produktion.

Trin 4 til 6 gennemføres kun, hvis resultatet fra efterforskning er så positivt, at en egentlig indvinding kan komme på tale.

Der opstilles i rapporten en række mulige miljø- og sundhedsmæssige påvirkninger som vurderes indbyrdes i forhold til hinanden. Der foretages en kvalitativ analyse af de mulige påvirkninger baseret på ekspertvurderinger. For en række påvirkninger angives der ikke sandsynligheder for, at hændelserne/påvirkninger vil indtræffe, hvilket forfatterne gør opmærksom på er en begrænsende faktor for rapportens opstilling af og sammenligning af de mulige påvirkninger. Rapporten indeholder en række beskrivelser af muligheder for imødegåelse af de mulige påvirkninger.

Ved valg af lokalitet (trin 1) for udførelse af borer er det især arbejdsområdets størrelse og placering i landskabet, afstand til boliger, adgangsforhold i form af veje til tung trafik, biotoper og hensynet til beskyttelsen af drikkevandsressourcer, der vejer tungt ved afgørelse om, hvor boringen vil kunne placeres, og hvorledes de miljømæssige påvirkninger vil være.

For så vidt angår selve boringen eller borerne er det især risikoen for forurening af overfladevand - dvs. åer og vandløb samt støj og trafik, idet hensynet til grundvandet allerede er indgået i valget af lokalitet og desuden indgår ved udformning af boringen. Til en vis grad og så hensynet til landskabspåvirkningen og dermed den visuelle påvirkning, der vil være udslagsgivende for de miljømæssige påvirkninger.

På et senere tidspunkt kan frakturering – punkt 3 - blive aktuel. Ved frakturering af skiferlagene angiver rapporten, at der for en korrekt udført boring er en meget lille risiko for, at de væsker, der anvendes til frakturering, vil kunne nå op til grundvand og overfladevand, hvis skiferlagene er beliggende mere end 600 m under grundvandet. Typisk vil grundvandsressourcer være knyttet til lag ned til få hundrede meters dybde fra overfladen. Eksisterende naturlige sprækker skal i forbindelse med frakturering nøje kortlægges, og det skal vurderes, om disse kan fungere som naturlige strømningsveje for injicerede væsker. I rapporten gøres dog også opmærksom på, at der ikke findes eksempler på, at der er sket forurening af grundvand via eksisterende naturlige sprækker i undergrunden.

Vurdering af miljøpåvirkninger i forbindelse med frakturering vil især skulle fokusere på påvirkninger af naboer, natur, vandmiljø, grundvand og landskab som følge af vandforbrug, håndtering af spildevand og kemikalier, støj og trafik. Påvirkninger fra jordrystelser skal også vurderes. Det angives i rapporten, at de jordrystelser, der kendes til i forbindelse med frakturering, er så små, at de ikke kan mærkes på overfladen (omkring jordrystelser se desuden nedenfor i afsnit E).

Hvis resultatet af efterforskningen med frakturering giver grundlag for en egentlig gasproduktion, må det forventes, at der vil skulle etableres et større antal borer - punkt 4. Afstanden mellem borerne afhænger af skiferlagenes egenskaber, hvor dybt skiferen ligger, og om der anvendes brøndpladser, hvor flere borer (op til 10) udføres fra samme lokalitet. Det sidste vil minimere påvirkningen af landskabet, da afstanden mellem brøndpladser vil være mange kilometer.

Etableringen af produktionsbrønde og produktionsanlæg giver anledning til de samme miljømæssige konsekvenser som efterforskningsboringer blot i væsentlig større skala. Ikke mindst tætheden og antallet af boringer kan være et tydeligt indgreb i landskabet (dette afhænger af, om der anvendes brøndpladser med flere boringer fra samme lokalitet) og kan give anledning til væsentlige miljøpåvirkninger af både natur og mennesker i området. Hertil kommer den kumulative effekt af de mange boringer, fraktureringer samt risikoen for ”blow-outs” (som dog er mindre end i konventionelle boringer, da skiferlagene er meget tætte, og derfor ikke så let kan afgive gas i store mængder i sammenligning med konventionelle olie-/gasboringer). Desuden skal borespånere (materiale fra de lag som gennembøres) deponeres, og deres mulige naturlige indhold af radioaktivt materiale skal overvåges og risici i den forbindelse skal håndteres forsvarligt.

Når produktionsanlægget først er etableret, vil anlæggene gå over i driftsformen – punkt 5.

Miljøpåvirkningerne i form af støj og trafik mindskes væsentligt i produktionsfasen, hvorimod håndteringen af spildevand fortsat kan være en væsentlig parameter.

Re-fraktureringer – typisk op til 4 gange for en brønd i USA med 5-10 års intervaller – vil give anledning til samme påvirkninger som den indledende frakturering.

Når den kommercielle gasproduktion ophører, vil brønde og produktionsanlæg gå over i afviklingsfasen – punkt 6. I denne fase skal boringerne forsegles og lukkes, således at der ikke kan strømme vand og gas fra boringerne. Dette sker på samme måde som for konventionelle olie/gasboringer.

En fuldstændig tilbageførsel af brøndarealerne til den tidligere naturtilstand vil i nogle tilfælde ikke være mulig, ligesom der i nogle tilfælde må forventes fortsat at være permanente synlige spor i landskabet efter, at indvindingsaktiviteten er ophørt.

Rapporten gennemgår 19 eksisterende europæiske direktiver, der alle regulerer en række forskellige forhold i forbindelse med efterforskning og indvinding af naturgas. Der omtales i den forbindelse nogle forhold, som ifølge rapporten ikke til fulde er dækket af eksisterende direktiver. Rapporten gennemgår dog ikke national og anden relevant lovgivning på området.

Der peges i rapporten på en række forslag i forhold til at overvåge og nedbringe påvirkninger på miljø og sundhed i forbindelse med aktiviteter vedrørende skifergas. Eksempelvis forslag til afstande til drikkevandsressourcer, anvendelse af boreudstyr som drives af elmotorer med strømforsyning fra el-nettet, genbrug af fraktureringsvæske og andre forhold som i et vist omfang allerede anvendes af industrien. Endelig peges der i rapporten på områder, hvor der kan være behov for mere forskning og udvikling af nye teknikker som eksempelvis udvikling af mere miljøvenlige bore- og fraktureringsvæsker, udvikling af en europæisk database om sammensætning af fraktureringsvæsker og forskning om risici og årsager til metangas i grundvand i forbindelse med skifergasaktiviteter.

C. Climate impact of potential shale gas production in the EU

Rapporten koncentrerer sig om at beskrive og vurdere mulige udledninger af drivhusgasser i forbindelse med efterforskning, indvinding og anvendelse af naturgas fra skiferlag i EU. Der

foretages en sammenligning med udledning af drivhusgasser fra andre energikilder som kul og konventionel naturgas. Rapporten beskriver teknologier til reduktion af udledning af drivhusgasser, og beskriver de europæiske direktiver vedrørende udledninger af drivhusgasser. Endelig gennemgås reglerne omkring rapportering af udledninger af drivhusgasser.

En del aktiviteter og processer omkring anvendelse af naturgas fra skiferlag svarer til aktiviteter og processer ved anvendelse af konventionel naturgas. Ved anvendelse af naturgas fra skiferlag er der dog behov for et større antal borer, og der anvendes også større mængder vand end ved konventionel naturgas. Når først produktion af naturgas fra skiferlag er etableret vil aktiviteter og processer i det store hele svare til forholdene omkring konventionel naturgas.

Udledninger af drivhusgasser fra produktion af skifergas har været vurderet i flere studier siden 2010. I studierne har der været stor spredning i vurderingerne af størrelsen af udledningerne. Nogle studier har vist, at der udledes flere drivhusgasser fra brugen af skifergas til varmeproduktion end fra brug af konventionel gas, olie og kul over en 20 års tidshorisont. De fleste studier viser dog, at udledninger af drivhusgasser fra brugen af skifergas er mindre end fra kul, men højere end fra brugen af konventionel naturgas. Disse forhold gennemgås detaljeret i rapporten. Baseret på de gennemgåede studier konkluderes det i rapporten, at udledning af drivhusgasser fra fremstilling af el ved brug af skifergas er 4 til 8 procent højere end ved brug af konventionel naturgas. Denne sammenligning gælder for skifergas produceret i Europa og transporteret i rørledninger. Såfremt udledninger af drivhusgasser fra udførelse af skifergasboringer mindskes gennem opsamling og afbrænding/nyttiggørelse af naturgas fra boreprocesserne, kan forskellene reduceres til 1 til 5 procent. Disse vurderinger er i tråd med studier fra USA, som viser, at udledning af drivhusgasser ved fremstilling af el er 2 til 3 procent højere ved brug af skifergas end ved brug af konventionel naturgas som transporteres i rørledninger.

I rapporten sammenlignes udledninger af drivhusgasser fra brug af skifergas produceret i Europa med brug af konventionel naturgas produceret uden for Europa og transporteret enten i rørledninger eller i flydende form med skib (LNG). Her viser studier, at udledninger af drivhusgasser fra skifergas produceret i Europa anvendt til fremstilling af el er 2 til 10 procent mindre end ved anvendelse af naturgas importeret gennem rørledninger fra Algeriet og Rusland og 7 til 10 procent mindre end ved anvendelse af importeret LNG. Studierne viser dog også, at hvis ikke der sker opsamling og afbrænding af naturgas fra skifergasboringerne udførelse (ved oprensning af borerne efter frakturering), vil udledning af drivhusgasser fra anvendelse af skifergas produceret i Europa til fremstilling af el være sammenlignelig med udledninger ved brug af importeret naturgas fra Rusland eller anvendelse af importeret LNG.

Ifølge rapporten er sammenligningerne med anvendelse af kul mere klar. Det angives, at udledninger af drivhusgasser ved fremstilling af el med anvendelse af skifergas er 41 til 49 procent lavere end ved anvendelse af kul. Disse vurderinger er i overensstemmelse med de fleste andre studier om emnet.

Det bemærkes i rapporten, at studierne i høj grad bygger på erfaringer fra anvendelse af skifergas i USA, og såfremt anvendelse af skifergas vinder frem i Europa, skal informationer herfra benyttes til opdatering af vurderingerne.

Der oplyses i rapporten om anvendelse af nyere teknologier til nedbringelse af udledninger af drivhusgasser i forbindelse med færdiggørelse af borerne, som i stigende omfang anvendes i USA.

Endelig peges der i rapporten på et muligt behov for opdatering af flere europæiske direktiver (bla. VVM- og Kvotedirektiverne) således, at disse får klarere fokus mod beskrivelser af og begrænsninger i udledninger af drivhusgasser fra produktion af skifergas samt større klarhed om, at projekter med produktion af skifergas omfattes af disse direktiver. Desuden understreges det i rapporten, at udledninger af drivhusgasser i forbindelse med alle faser i skifergasprojekter bør omfattes af regler om rapportering af de konkrete udledninger af drivhusgasser, og at der kan være behov for klargøring af regler og metoder herom.

D. Golden Rules for a Golden Age of Gas, World Energy Outlook, Special Report on Unconventional Gas

I forbindelse med udarbejdelsen af World Energy Outlook udarbejder det Internationale Energiagentur, IEA, hvert år en række særkapitler, hvor man går dybere ind i en problemstilling og offentliggør kapitlet som en særreport forud for den samlede World Energy Outlook. I 2012 blev der udarbejdet et kapitel om "ikke-konventionel" gas, hvilket er den brede betegnelse for det, der i praksis hovedsagelig er skifergas.

Med udgangspunkt i det (især amerikanske) boom i indvindingen af ikke-konventionel gas, der har fundet sted i de senere år, undersøger rapporten de globale perspektiver for ikke-konventionel gas, og foreslår en række regler, som bør overholdes, hvis potentialerne skal realiseres.

Konklusionen er, at ikke-konventionel gas kun har en fremtid, såfremt forekomster indvindes på en økonomisk rentabel og miljømæssig acceptabel måde, så der tages de nødvendige hensyn i forhold til luftforurening, forurening af overflade- og grundvand, og andre lokale hensyn. Rapporten konkluderer samtidig, at den fornødne teknologi og viden rent faktisk eksisterer, men at den ikke kan forventes anvendt uden en betydelig indsats fra regeringer og industrien.

IEA fremsætter en række 'gyldne regler' i forbindelse med udbygning af skifergas forekomster på verdensplan. Reglerne eller anbefalingerne skal håndtere de miljømæssige påvirkninger, der måtte være i forbindelse med skifergas relaterede aktiviteter, og sikre at skifergas kan udvindes på en miljø- og sikkerhedsforsvarlig måde:

1. Undersøg, offentliggør og involver:

- a) Kommuniker med og involver lokalbefolkningen og andre interessenter i hver enkel fase af en udbygning, også før efterforskningsfasen.
- b) Udfør 'baseline' studier inden aktiviteter påbegyndes (af f.eks. grundvandskvaliteten) og fortsæt monitorering mens aktiviteterne udføres.
- c) Offentliggør og indhent data omkring vandforbrug, sammensætningen af tilbageproduceret vand, mængden af metangasemissioner og andre emissioner til luften, sammen med en fuldstændig liste over kemikalier og mængden heraf, der anvendes i fraktureringsvæsken.

- d) Ved at selskaber påtager sig et større socialt og miljømæssigt ansvar kan afbrydelse og forsinkelse af aktiviteter minimeres. Lokalsamfundet skal også mærke de økonomiske gevinster ved indvinding af skifergas i området.
2. *Gennemtænk hvor boringen placeres:*
- a) Placering af boreplads skal vælges ud fra hensyn til lokalbefolkningen, kulturarv, eksisterende arealanvendelse og miljø.
 - b) Udfør grundige geologiske forundersøgelser inden der bores og fraktureres for at sikre, at store eksisterende forkastninger ikke reaktiveres (jordrustelser) eller at væske fra boreoperationen ikke bevæger sig til andre geologiske lag.
 - c) Monitorer de hydrauliske frakturer for at sikre, at de ikke bevæger sig udenfor de gasproducerende formationer.
3. *Trykintegritet af boringer og forebyggelse af lækager*
- a) Det skal sikres, at der er robuste retningslinjer for brønddesign, konstruktion, cementering og integritetstest af brønden for at beskytte eksempelvis grundvandszonen.
 - b) Overvej en minimumsdybde, hvor frakturering tillades.
 - c) Sørg for, at der er beredskab på plads til at forhindre og håndtere overfladespild og lækager fra boringer og beholdere til opbevaring på borepladsen.
4. *Brug vand med omtanke*
- a) Reducer ferskvandsforbruget (genbrug).
 - b) Opbevar og bortskaf produceret vand og spildevand på en sikker måde.
 - c) Minimer brugen af kemikalier og understøt udviklingen i brugen af mere miljøvenlige alternativer.
5. *Undgå afblæsning, minimer afbrænding (flaring) og andre emissioner*
- a) Indfør mål om, at al naturgas fra boringen under færdiggørelse afbrændes, og at udledninger af naturgas i produktionsfasen minimeres mest muligt.
 - b) Minimer luftforurening fra køretøjer, boreudstyr og pumper.
6. *Vær klar til at tænke stort*
- a) Koordiner med andre operatører i området og anvend den lokale infrastruktur således, at de miljømæssige påvirkninger minimeres
 - b) Tag de kumulative og regionale påvirkninger i betragtning af mange boreoperationer, produktionsaktiviteter og andre aktiviteter affødt af skifergas indvinding.
7. *Der skal sikres en konstant høj miljøstandard*
- a) Sørg for en robust lovgivning med politisk opbakning og troværdig offentlig information
 - b) Indret lovgivningen med en passende blanding af detaljerede tekniske krav og funktionskrav for at sikre høje tekniske standarder samtidigt med at fremme nye tekniske løsninger.
 - c) Sørg for, at beredskabsplaner er dækkende for de relevante risici
 - d) Forfølg muligheden for løbende forbedring af lovgivning/regulering og tekniske standarder

- e) Vær opmærksom på mulighederne for uafhængige vurderinger og verifikation af forhold omkring miljøpåvirkninger.

I rapporten opgøres de teknisk indvindelige gasressourcer i forskellige dele af verden, såvel konventionelle som ikke-konventionelle (fra tætte lag af kalk eller sandlag, kul samt lag af skifer). Rapporten når i store træk frem til samme resultater som rapport A beskrevet ovenfor.

Rapporten beskriver regulering af og mulighederne for fremtidig produktion af skifergas i forskellige dele af verden.

Ved et 'Golden Rules' scenarie forventer IEA, at produktionen af skifergas i hele verden mere end tredobles frem mod 2035 til 1,6 Tcm (1.600 milliarder kubikmeter), mens hvis disse regler ikke følges, vil scenariet være et helt andet og markant lavere (lige over nuværende produktionsniveau), da manglende accept fra befolkningen vil forhindre storskala udbygning af skifergasforekomster flere steder i verden.

I 2010 udgjorde den ukonventionelle gasproduktion ca. 14 procent af den samlede gasproduktion. Ved "Golden Rules" scenariet forventer IEA, at den ukonventionelle gasproduktion i 2035 kan udgøre 32 procent af den samlede gasproduktion. I EU kan billedet ændres mere markant fra 1 procent ukonventionel gasproduktion i 2010 til 47 procent i 2035.

E. Skifergas i UK – accept af frakturering i skifergasboringer

I området omkring Blackpool i det nordlige England blev der i april 2011 kort tid efter frakturering i en efterforskningsboring efter skifergas, registreret jordrustelser med en styrke på 2,3 M_L (Richter skalaen). Frakturering i samme boring den 27. maj 2011 medførte jordrustelser med en styrke på 1,5 M_L. I denne sammenhæng kan det oplyses, at jordrustelser med en styrke på 2,5 M_L svarer til almindelig trafik, og jordrustelser svarende til 1,5 M_L ikke kan registreres af mennesker. Herefter blev frakturering i skifergasboringer i UK suspenderet. Selskabet bag boringen (Cuadrilla Resources) og de britiske myndigheder iværksatte begge analyser af de beskrevne hændelser. Begge analyser pegede på en klar sammenhæng mellem frakturering i efterforskningsboringen og jordrustelserne. Analyserne pegede på, at der var tale om jordrustelser fra påvirkninger af en allerede eksisterende men tidligere ikke kortlagt forkastning i undergrunden.

I juni 2012 udgav "The Royal Society" og "Royal Academy of Engineering" i UK rapporten "Shale gas extraction in the UK: A review of hydraulic fracturing". Rapporten gennemgår en række tekniske forhold omkring udførelse af skifergasboringer, og har stor fokus på mulighederne for jordrustelser fra frakturering i skifergasboringer og beskyttelse af grundvandsressourcer blandt andet gennem fokus på sikkerhed for udførelse af tætte boringer. Rapporten indeholder en lang række anbefalinger til fremtidige aktiviteter vedrørende skifergas.

Blandt andet på baggrund af denne rapport har den britiske regering medio december 2012 besluttet, at det igen kan accepteres, at der gennemføres frakturering i skifergasboringer på land i UK på baggrund af ny regulering omkring imødegåelse af risici for jordrustelser. Samtidigt har den britiske regering besluttet at etablere en særlig statslig myndighed (Office of Unconventional Gas and Oil), som skal koordinere aktiviteter omkring skifergas.