

## Akt oversigt:

RE: Spørgsmål om undersøgelsen af en evt. produktionsfase mm. (1603970)

- RE Spørgsmål om undersøgelsen af en evt. produktionsfase mm. (MIM Id nr. 1603221)

RE: landskab og trafik (1604070)

- RE landskab og trafik (MIM Id nr. 1603426)
- 18 03 2015 UDKAST - BILAG 1 - Skifergas videnskabelig udredning

SV: skifergas-projektbeskrivelse (udkast) (1604190)

- SV skifergas-projektbeskrivelse (udkast) (MIM Id nr. 1603143)

SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (1605143)

- SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1603381)

SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (1606167)

- SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1604111)

SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (1606536)

- SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1606431)

SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (1606549)

- SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1606440)

RE: landskab og trafik (1606611)

- RE landskab og trafik (MIM Id nr. 1603426)

SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (1608244)

- SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1606541)

RE: Skifergasundersøgelse: tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (1658146)

- RE Skifergasundersøgelse tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (MIM Id nr. 1655893)

SV: SKifergasundersøgelsen (1666309)

- SV SKifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1665367)

Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen (1710631)

- RE Skifergasundersøgelse tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (MIM Id nr. 1655893)
- Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skiferg

RE: Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen (1710875)

- RE Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen (MIM Id nr. 1710631)

Skifergas videnskabelig udredning: Tilbud (1727300)

- Skifergas videnskabelig udredning Tilbud
- Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas
- BILAG 1 - Skifergas videnskabelig udredning
- BILAG 2 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas
- BILAG 3 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning.doc

- BILAG 4 - CV'er - Skifergas videnskabelig udredning
- Bilag 5 A - Kvalitetshåndbog\_GEUS
- Bilag 5 B - Kvalitetsstyring\_faglig\_raadgivning\_DCE\_130606

SV: Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc (1730429)

- SV Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc (MIM Id nr. 1729785)
- Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)

Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3) (1731378)

- Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)
- Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)

SV: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas (1735772)

- SV vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas (MIM Id nr. 1735709)

Vedr. skifergasundersøgelsen (1743306)

- Aktdokument

RE: Vedr. skifergasundersøgelsen (1743963)

- RE Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1743306)

Vs: skifergasundersøgelsen (1747569)

- SV skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1746975)
- Kontrakt - videnskabelig udredning om skifergas
- BILAG 4 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning.doc
- BILAG 1 - Tilbud\_og\_projektbeskrivelse
- BILAG 2 - Skifergas videnskabelig udredning(disposition for rapport)
- BILAG 3 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas

Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (1748834)

- Aktdokument
- BILAG 1 - Tilbud\_og\_projektbeskrivelse

Re: Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (1758553)

- Re Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1748834)

Sv: Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (1762792)

- Re Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1748834)

SV: Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (1765913)

- SV Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1762792)
- BILAG 1 - Tilbud og projektbeskrivelse (3) mtc

Sv: Vedr. skifergasundersøgelsen (1767426)

- RE Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1743306)

Sv: Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (1767660)

- SV Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1762792)

RE: Vedr. skifergasundersøgelsen (1768180)

- RE Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1767426)

OK til projektbeskrivelse om skifergas (1778247)

- OK til projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1767660)

Godkendelse af tilbud og projektbeskrivelse om skifergas! (1788934)

- Aktdokument
- BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse

Retursag - Aftale med DTU, DCE og GEUS om udarbejdelse af udredning om skifergas (1788997)

- Aktdokument
- Indgåelse af aftale med DTU om skifergasundersøgelse

**Brevdato** 18-03-2015  
**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** RE: Spørgsmål om undersøgelsen af en evt. produktionsfase mm.  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1603970  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** RE Spørgsmål om undersøgelsen af en evt. produktionsfase mm. (MIM Id nr. 1603221)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016



---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** RE: Spørgsmål om undersøgelsen af en evt. produktionsfase mm.  
**Sendt:** 18-03-2015 13:12:44

Kære Tone

Mange tak for i går.

Vi vender tilbage snarest med svar på dit spørgsmål og imødeser at høre fra jer om de øvrige ting nævnt nedenfor

Mvh.

Mads

---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sent:** 18. marts 2015 09:52  
**To:** Mads H Odgaard  
**Subject:** Spørgsmål om undersøgelsen af en evt. produktionsfase mm. (MIM Id nr.: 1603221)

Kære Mads

Hermed som vi talte om i går et spørgsmål om, hvordan konsortiet vælger at beskrive og vurdere en eventuel produktionsfase/kommerciel indvindingsfase: Beskrives denne fase med udgangspunkt i et lille/mellem/stort skifegasprojekt - altså med udgangspunkt i et konkret fiktivt eksempel, eller hvordan? Og bruges det samme udgangspunkt (fsva produktionsfasen) for beskrivelsen og vurderingen af hvert tema (påvirkning på grundvand, seismisk aktivitet, kemikaliers mulige påvirkning osv. osv.)?

Spørgsmålet 'skjuler' ikke et ønske fra vores side. Vi er kun interesserede i at høre, hvordan I har tænkt jer at gribe det an, så vi har et billede af produktet fsva en evt. 3. fase

Ring endelig hvis spørgsmålene ikke er tilstrækkeligt klare.

Vi vender tilbage til jer så hurtigt som muligt på de øvrige ting, der blev aftalt på mødet i går: 1) endelig tilbagemelding om økonomi og kontraktforhold, 2) hvilke opgaver vil vi evt. selv kunne løse/tage ud af projektet, 3) indhold i kapitel om landskab og trafik (skal afstemmes med jer) og 4) endelig afklaring vedr. kapitlet om emissioner. Vi vender også tilbage med navne deltagere i følgegruppen. Til orientering vil en repræsentant fra Sundhedsministeriet også deltage i følgegruppen.

Vi tales ved.

Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 18-03-2015  
**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** RE: landskab og trafik  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1604070  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** RE landskab og trafik (MIM Id nr. 1603426)  
18 03 2015 UDKAST - BILAG 1 - Skifergas videnskabelig udredning  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** RE: landskab og trafik  
**Sendt:** 18-03-2015 13:34:17  
**Bilag:** 18 03 2015 UDKAST - BILAG 1 - Skifergas videnskabelig udredning.doc;

Kære Tone

Hermed kapitlet integreret som kapitel 6 i Bilag 1.

Med venlig hilsen

**Mads H Odgaard**

Projektleder  
Afdeling for Innovation og Sektorudvikling

---

**Danmarks Tekniske Universitet**

Anker Engelundsvej 1, bygning 101A  
Bygning 101a  
2800 Kgs. Lyngby  
Direkte telefon 45251248  
Mobil 26258052  
[maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk)  
[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)



---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sent:** 18. marts 2015 10:22  
**To:** Mads H Odgaard  
**Subject:** landskab og trafik (MIM Id nr.: 1603426)

Kære Mads - vil du sende det udkast til kapitel om landskab og trafik, som I læste op fra i går? Så kan vi læse det lidt nøjere og kommentere  
Tak

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

## **UDKAST**

### **BILAG 1 – Skifergas videnskabelig udredning**

#### **Formål**

1. At afklare den eksisterende viden.
2. At afklare mulige afværgeforanstaltninger for at reducere negative miljøpåvirkninger.
3. At afklare om det er muligt at overføre dette til danske forhold.
4. At afklare hvor der mangler viden.

Disse punkter forventes at blive løst for hvert emne.

#### **Leverance**

Videnskabelig udredning baseret på studie af litteraturen.

## Oversigt over opgaveindhold

### Indhold

KAPITEL 1 Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger .....	3
1.1. Overordnet, kortere procesbeskrivelse af skifergasproduktion både i en efterforskningsfase og en indvindingsfase .....	3
1.2. Overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas .....	3
KAPITEL 2 Skifergas og regional geologisk karakterisering .....	4
2.1 Introduktion til skifergas .....	4
2.2. Regional geologisk karakterisering .....	4
KAPITEL 3 Boring og effekter af frakturering .....	4
3.1. Frakturering i skifer .....	4
3.2. Seismisk aktivitet .....	4
3.3. Brøndintegritet .....	4
KAPITEL 4 Påvirkninger på miljø og vandressourcer .....	5
4.1 Vandressourcer og vandforbrug .....	5
4.2 Kemikalier og forurening af vandressourcer .....	5
4.3 Spildevand og affald .....	5
4.4. Radioaktive stoffer .....	5
KAPITEL 5 Emissioner .....	6
5.1. Metan og andre klimagasser .....	6
KAPITEL 6 Effekter på landskab samt trafik, støj, lys, vibrationer .....	6
6.1. Landskab, trafik, støj, lys, vibrationer .....	6

## **KAPITEL 1 Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger**

Ansvarlig: Post. doc. Sidsel Marie Nielsen, DTU Kemiteknik. Medansvarlig: Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE og forsker Anders Johnsen, GEUS

Samlet fremstilling af de forskellige trin i skifergasindvinding fra efterforskning til produktion med det formål at understrege de kritiske aktiviteter, som kan føre til negative påvirkninger af miljøet. Herunder en beskrivelse af, hvad skifergas er, hvor den findes i Danmark, samt den geologiske karakterisering af den relevante danske skiferformation.

### **1.1. Overordnet, kortere procesbeskrivelse af skifergasproduktion både i en efterforskningsfase og en indvindingsfase**

- Hvad er skifergas i en dansk sammenhæng, og hvordan dannes den?
- Geologisk karakterisering af relevante danske skiferformationer
- Gennemgang af metoder til vurdering af størrelse og estimater af størrelse af skifergas ressourcer i danske områder
- Beskrivelse af brønde
- 
- Beskrivelse af fraktureringsprocessen i undergrunden
- Beskrivelse af de vigtigste mekanismer for transport af gas og væske i skiferens porerum ifm. skifergasproduktion
- Beskrivelse af fraktureringsvæsker og "proppants" (afstivningsmaterialer) og baggrunden for valget af disse
- Beskrivelse af vandbehov
- Beskrivelse af problematikkerne ved flowback-væske, produktionsvæske og andet affald og spildevand
- Beskrivelse af påvirkning af undergrunden
- Tidshorisonter for efterforskning og indvinding

### **1.2. Overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas**

Ansvarlig: Seniorforsker Igor Kozine, DTU Man Eng. og lektor Steffen F. Hansen, DTU Miljø

- Risikoscreening af:
  - o Lækage af gas fra brønden eller gas udslip ved blowout
  - o Lækage af væsker fra brønden
  - o Spild af flowback-væske og boremudder
  - o Spild under generel håndtering af væsker, kemikalier på borepladsen
  - o Påvirkning af vandressourcen herunder drikkevand, overfladevand og grundvandsafhængig natur
  - o Forurening af grundvand og overfladevand, herunder grundvandsforurening fra fraktureringen via uønsket videre frakturdannelse i undergrunden
  - o Påvirkning af miljøkvalitet i overfladevand og påvirkning af beskyttet natur
  - o Seismologisk aktivitet
  - o Miljøpåvirkning af radioaktive stoffer
  - o Emission af metan og andre klimagasser og luftforurening
  - o O.a.
- Overførsel af risikovurderinger fra andre lande til danske forhold?

- Hvilke afværgeforanstaltninger findes for de pågældende risikoområder og kan de overføres til danske forhold. Herunder forslag til monitorering før, under og efter skifergasproduktion og evt. forslag til yderligere forskning på disse områder.

## **KAPITEL 2 Skifergas og regional geologisk karakterisering**

Ansvarlig: Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS

### **2.1 Introduktion til skifergas**

- Hvad er skifergas (hvad består det af)? (GEUS)
- Hvad er skifergas i den danske sammenhæng? (GEUS)
- Hvordan dannes skifergas? (GEUS)

### **2.2. Regional geologisk karakterisering**

- Geologisk karakterisering af relevante danske skiferformationer, herunder udbredelse, stratigrafi, geokemi, thermal historie, prospektive områder med videre (GEUS)
- Gennemgang af metoder til vurdering af skifergas ressourcens størrelse og estimater heraf for danske områder (GEUS)

## **KAPITEL 3 Boring og effekter af frakturering**

Ansvarlig: Professor Ida L. Fabricius, DTU Byg

### **3.1. Frakturering i skifer**

- Beskrivelse af state-of-the-art fraktureringsprocessen for lerskifer (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
  - Beskrivelse af de vigtigste mekanismer for transport af gas og væske i skiferens porerum ifm. skifergasproduktion (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen i dialog med DTU Kemiteknik, Sidsel Marie Nielsen)
  - Overførsel af erfaringer fra frakturering i Nordsøen og resten af verden (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Geomekaniske egenskaber af den danske skifer (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Potentialet for at anvende forskellige typer af vand i fraktureringsvæsken (brakvand, saltvand, etc.) (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Udbredelse/forstørrelse af sprækker mod eksempelvis overfladen, til vandmagasiner, forkastninger, større naturlige sprækker eller til undergrund med større permeabilitet for gas og væske (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen i samarbejde med GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Beskrivelse af mulige afværgeforanstaltninger (GEUS, Trine Dahl-Jensen)

### **3.2. Seismisk aktivitet**

- Beskrivelse af seismologisk aktivitet i DK. Herunder en tabel over registrerede jordskælv i Danmark, deriblandt følte jordskælv (GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Induceret seismologisk aktivitet i forbindelse med frakturering og mulig injektion af spildevand til undergrunden (GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Beskrivelse af mulige afværgeforanstaltninger, herunder monitorering (GEUS, Trine Dahl-Jensen)

### **3.3. Brøndintegritet**

- Erfaringer fra Nordsøen for brønde (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Sikker konstruktion af brønde for at undgå lækage af gas og væsker både under produktion og efter dekommissionering (DTU Byg, Björn Johannesson)

- Eventuel påvirkning af brøndenenes integritet ifm. seismologisk aktivitet (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Beskrivelse af forebyggende foranstaltninger for brøndlækage, herunder monitorering (DTU Byg, Björn Johannesson, dialog med DTU Miljø, Charlotte Scheutz)

## **KAPITEL 4 Påvirkninger på miljø og vandressourcer**

Ansvarlig: Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø

### **4.1 Vandressourcer og vandforbrug**

- Kvantificering af vandforbrug til frakturering og gasproduktion sammenlignet med vandressourcen (GEUS, Jacob Kidmose)
- Effekt af vandindvinding på overfladevandsområder og grundvandsafhængig natur (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen og Jesper Fredshavn)
- Rumlig karakterisering af områder med særlige drikkevandsinteresser og potentielle skifergasområder for at identificere potentielle interessekonflikter (GEUS, forsker Jacob Kidmose)
- Fordele og ulemper ved anvendelse af andre typer vand så som genbrugt vand, brakvand eller havvand for at reducere vandforbruget (GEUS, forsker Jacob Kidmose)
- Forudgående og efterfølgende monitorering af grundvandsstand, vandføring mv. (GEUS, forsker Jacob Kidmose)

### **4.2 Kemikalier og forurening af vandressourcer**

- Beskrivelse af stofgrupper i fraktureringsvæske (DCE, Hans Sanderson, i samarbejde med DTU Miljø, Poul L. Bjerg, Steffen F. Hansen)
- Beskrivelse af transporten af (metan)gas og væske undergrunden for at afdække risikoen for forurening
  - Beskrivelse af transporten i skiferlaget efter frakturering (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
  - Beskrivelse af transporten i grundvandszonen (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
- Beskrivelse af forurenende stofgruppers skæbne i miljøet
  - Transport og skæbne af miljøfremmede stoffer (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
  - Transport og geokemiske processer for uorganiske stoffer (fra evt. tilført vand og uorganiske stoffer frigivet fra skiferformationen) (GEUS, Jakob B. Kidmose)
- Mulige påvirkninger af jord ved spild (DCE, Anne Winding)
- Mulige miljøpåvirkninger af gas og forurenende stoffer i grundvandsmagasiner (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
- Mulige påvirkninger af overfladevand , herunder udledte kemikalier, termisk påvirkning og hydraulisk effekt af udledning af procesvand (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen, NN)
- Beskrivelse af afværgeforanstaltninger for at undgå spild og negative påvirkninger af miljøet (DTU Miljø, Poul L. Bjerg, GEUS, Jakob B. Kidmose,, DCE, Poul Nordemann Jensen)
- Forudgående og efterfølgende monitorering af grund- og overfladevand (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen, GEUS, Jakob B. Kidmose, DTU Miljø, Poul L. Bjerg)

### **4.3 Spildevand og affald**

- Beskrivelse af udfordringer ved og strategier for oprensning af spildevand fra skifergasproduktion, evt. med afdækning af muligheden for deponering af spildevand i undergrunden og miljøpåvirkninger (DTU Miljø, Henrik Andersen)
- Håndtering af deponering af boremudder og borespåner (DTU Miljø, Peter Kjeldsen)

### **4.4. Radioaktive stoffer**

- Beskrivelse af radioaktive stoffer frigivet fra skiferformationen (GEUS, Peter Gravesen)



- *Best practice* for håndtering og deponering af radioaktive stoffer (GEUS, Peter Gravesen)
  - Borespåner
  - Opløst i spildevand
  - På gasform (radon)

## **KAPITEL 5 Emissioner**

Ansvarlig: Lektor Charlotte Scheutz, DTU Miljø

### **5.1. Metan og andre klimagasser**

- Beskrivelse af kilder til gas emission (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
- Håndtering af ikke-brændbare gasser som CO<sub>2</sub>, hvis relevant (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
- Kvantificering af diffus gas emission, herunder også i sammenligning med konventionel olie- og gasproduktion (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
- Beskrivelse af miljøpåvirkningen af gas emission (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
  - Metan i dansk grundvand (skal spille ind til kapitel 4) (GEUS, Troels Laier)
  - Metan fra skifergasproduktion i grundvand (skal spille ind til kapitel 4) (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
  - Andre forureningsstoffers udslip til atmosfæren (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
- Afværgemekanismer for at reducere emissionerne (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)

## **KAPITEL 6 Effekter på landskab samt trafik, støj, lys, vibrationer**

Ansvarlig: Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg

### **6.1. Landskab, trafik, støj, lys, vibrationer**

Ansvarlig: Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg

- Beskrivelse af borepladsen, dens infrastruktur, og rumlige udbredelse fra anlæggelse til dekommissionering, og det potentielle antal af borepladser ved kommerciel produktion, samt efterfølgende retablering af borepladsens areal (DTU Byg, Lotte Bjerregaard Jensen og DCE)
- Beskrivelse af påvirkning på landskab, herunder borepladsens (-ernes) størrelse i forhold til landskabets struktur, arealanvendelse, kulturlandskab, og øvrige beskyttelsesforhold, herunder særlige hensyn til beskyttede naturtyper – akvatiske og terrestriske, samt mulige afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DCE)
- Beskrivelse af visuel påvirkning og mulige afværgemekanismer, for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Byg, Lotte Bjerregaard Jensen )
- Beskrivelse af trafik og påvirkningen deraf samt afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Transport, Thomas Sick Nielsen)
- Beskrivelse af lys og påvirkningen deraf samt afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Byg, Toke Rammer Nielsen)
- Beskrivelse af støj og påvirkningen deraf samt afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Elektro, Cheol-Ho Jeong/Finn Agerkvist)
- Beskrivelse af mulige vibrationer, herunder varighed, og påvirkningen deraf samt afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Elektro, Cheol-ho Jeong, Finn Agerkvist)

**Brevdato** 18-03-2015  
**Afsender** Sandra Cecilie Husted Manata (shm@sum.dk)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** SV: skifergas-projektbeskrivelse (udkast)  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1604190  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** SV skifergas-projektbeskrivelse (udkast) (MIM Id nr. 1603143)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Sandra Cecilie Husted Manata (shm@sum.dk)  
**Titel:** SV: skifergas-projektbeskrivelse (udkast)  
**Sendt:** 18-03-2015 14:13:38

Kære Tone

Ok. Vi kan også godt sidde i en følgegruppe.

Mvh. Sandra

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sendt:** 18. marts 2015 09:23  
**Til:** Sandra Cecilie Husted Manata  
**Emne:** Sv: skifergas-projektbeskrivelse (udkast) (MIM Id nr.: 1603143)

Kære Sandra

En af de ting, der skal ændres i DTUs projektbeskrivelse er sammensætningen af følgegruppen. Der kommer til at indgå en person her fra MIM-dep samt en fra KEBMIN-dep. Herudover repr fra Naturstyrelsen, Miljøstyrelsen og Energistyrelsen.

Det er så tilpas politisk, at vi følger det meget tæt her i dep.

Jeg sørger for, at du får den endelige projektbeskrivelse, når den ligger klar, og at de relevante hos jer får indkaldelse til følgegruppemøderne. Jf projektbeskrivelsen indgår to følgegruppemøder - det kommer til at blive flere (formentlig 4).

Som nævnt i går er I naturligvis velkomne til at vende tilbage med eventuelle kommentarer til projektbeskrivelsen. I så fald gerne inden fredag i denne uge. Ring hvis du/I har spørgsmål.

Mvh Tone

---

**Til:** Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk))  
**Fra:** Sandra Cecilie Husted Manata ([shm@sum.dk](mailto:shm@sum.dk))  
**Titel:** SV: skifergas-projektbeskrivelse (udkast)  
**Sendt:** 17-03-2015 16:09:23

Kære Tone

Vi vil gerne følge arbejdet.

I papiret kan jeg imidlertid se, at I lægger op til, at følgegruppen består af deltagere fra Miljøstyrelsen og Naturstyrelsen. I det lys, er det måske mest hensigtsmæssigt, at én fra Sundhedsstyrelsen deltager i følgegruppen - med mindre I også er repræsenteret på departement-niveau?

Mvh. Sandra

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sendt:** 17. marts 2015 14:35  
**Til:** Sandra Cecilie Husted Manata  
**Emne:** skifergas-projektbeskrivelse (udkast) (MIM Id nr.: 1601953)

Kære Sandra

Her som aftalt udkast til skifergas-undersøgelse, der af KEBMIN og MIM skal foretages af DTU, GEUS og DCE. Det er ikke endeligt, men tæt på.

Vi hører gerne jeres eventuelle kommentarer til projektet og inviterer jer til at deltage i følgegruppen for projektet. Lad os tales ved om det. Jeg kan uao holde dig underrettet hen ad vejen.

Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent

Mobil: (+45) 4139 2419

[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Børsgade 4

1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 19-03-2015

**Afsender** Korup, Yvonne (yvkor@mst.dk) Sendt af Yvonne Korup: yvkor@mst.dk

**Modtagere** anvra@nst.dk (anvra@nst.dk); Finn Pedersen (fiped@mst.dk); Karsten Borg Jensen (kabje@mst.dk); lobra@mst.dk (lobra@mst.dk); Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning); Energistyrelsen (ens@ens.dk) (Katja Scharmann: KSC@ENS.DK); Moltesen, Peter (pemol@nst.dk); nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)

**Akttitel** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1605143

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1603381)

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** anvra@nst.dk (anvra@nst.dk), Finn Pedersen (fiped@mst.dk), Karsten Borg Jensen (kabje@mst.dk), lobra@mst.dk (lobra@mst.dk), Tone Madsen (tomad@mim.dk), Energistyrelsen (ens@ens.dk), Moltesen, Peter (pemol@nst.dk), nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)  
**Cc:** lobra@mst.dk (lobra@mst.dk), Finn Pedersen (fiped@mst.dk), Karsten Borg Jensen (kabje@mst.dk)  
**Fra:** Korup, Yvonne (yvkor@mst.dk)  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 19-03-2015 07:15:59

Kære Tone

MST har flg. **generelle bemærkninger:**

Generelt mht. projektet er det klart, at med det meget store antal forskere, som skal arbejde på projektet (godt 20?), må det være et observationspunkt, at der sikres en tilstrækkelig koordinering, uden at for stor en del af budgettet anvendes hertil.

Til projektbeskrivelsens afsnit 2, nederst side 1, hvor der står, at viden om skifergasindvinding fra andre lande ikke umiddelbart kan overføres til danske forhold pga. geologiske forskelle. Er skifergasformationerne i Polen sammenlignelige med de danske (eller måske samme formation?), og har polakkerne derfor en viden, som vi kan anvende?

Under eksisterende litteratur, side 6-7, bør de også medtage:

Broderick, J. et al 2011: Shale gas: an updated assessment of environmental and climate change impacts. A report by researchers at the Tyndall Centre, University of Manchester.

[http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/broderick et al 2011 shale gas update exec summary.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/broderick_et_al_2011_shale_gas_update_exec_summary.pdf)

Vi har følgende **konkrete bemærkninger:**

Til afsnit 6 om landskab, trafik mv.:

Støj og vibrationer er der ret håndfaste grænseværdier for, så der er ingen grund til, at de skal lave større redegørelse om dette. Ansøger kommer alligevel til konkret at redegøre for dette senere.

Lys kunne være en del af landskabspåvirkningen (i de mørke perioder især), men det er nok svært at skrive noget særligt om, før man kender den konkrete indretning af borepladsen, og ansøgers behov for lys aften og nat.

Så på den baggrund er MST enige i dit forslag om, at lys, støj og vibrationer kan udgå.

Om trafik er emnet ret åbent med den anførte korte beskrivelse – men vi kan jo se senere, hvad DTU konkret kommer op med.

Til dine øvrige punkter:

Ad 2:

Der vil være nogle opgaver omkring emissioner, grundvandsbeskyttelse, spildevand og trafik, som MST (sammen med NST) har kompetencer omkring. Vi finder imidlertid, at formålet med den eksterne leverance fortsat må være at få en uvildig beskrivelse af de væsentligste emner, uanset om MIM selv har faglig mulighed for at byde ind på nogle af beskrivelserne.

Ad 4:

MST finder det vigtigt, at metan i grundvand beskrives, og at radon-problematikken indgår. Så vi er enige i, at emissionskapitlet udgår, mod at de to nævnte emner indgår andre steder i materialet.

Mvh Yvonne

Med venlig hilsen

**Yvonne Korup**

Kontorchef  
Virksomheder  
Dir tlf.: (+45) 72 54 41 05  
Mobil: (+45) 25 36 20 85  
[yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk)



Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

Strandgade 29  
DK - 1401 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 40 00  
[www.mst.dk](http://www.mst.dk)

Miljøstyrelsen er underlagt reglerne om aktindsigt i offentlighedsloven og i miljøoplysningsloven, og det er kun oplysninger omfattet af undtagelsesbestemmelserne i disse love, som kan undtages aktindsigt og dermed holdes fortrolige. Denne vurdering vil Miljøstyrelsen foretage i forbindelse med en konkret anmodning om aktindsigt.

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]

**Sendt:** 18. marts 2015 10:17

**Til:** Nina Hanne Holst; Peter Moltesen; Anne-Marie Vægter Rasmussen; Yvonne Korup; Finn Pedersen; Louise Baad Rasmussen; Karsten Borg Jensen; Katja Scharmann

**Emne:** Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1603381)

Kære alle

Det blev på mødet med DTU/GEUS/DCE i går aftalt, at MIM/KEBMIN snarest vender tilbage om følgende 1) endelig tilbagemelding om økonomi, herunder kontraktforhold, 2) hvilke opgaver vil vi evt. selv kunne løse/tage ud af projektet, 3) tilbagemelding vedr. indhold i kapitel om landskab og trafik (kan med fordel afstemmes med DTU inden endelige tilbagemelding til dem), 4) endelig afklaring vedr. kapitlet om emissioner. Herudover tænker jeg, at vi også vender tilbage til dem vedr. 5) deltagere i følgegruppen.

Ad 1: jeg har her fra MIM-dep mandat til at sige ja tak til DTUs tilbud om at levere undersøgelse for 1,7 mio. kr, og at der i dette beløb er indeholdt rådgivning til NST for 100.000 kr. Har I kommentarer til dette? Hvis ikke - Peter/Nina: vil I undersøge, hvordan en kontrakt kan skrues sammen?

Ad 2: DTU vil ikke sætte et internt arbejde i gang om at sætte timer på de enkelte underopgaver i hvert kapitel. Vores udgangspunkt for at vurdere, hvad vi selv kan løse (og dermed tage ud af projektbeskrivelsen) skal derfor tage udgangspunkt i DTUs bilag 1. ENS/NST/MST: vil I hver især vurdere samt i bilag 1 angive med en kommentarboks, hvilke opgaver I vil kunne påtage jer? Gerne i løbet af i morgen. Sig til hvis kommentarer til dette.

Ad 3: jeg har bedt DTU sende deres bud på, hvad et kapitel om landskab og trafik kan indeholde (det, de læste op i går). Jeg sender det rundt til kommentering

Ad 4: her i MIM-dep vil vi gerne fastholde det synspunkt, at et emissionskapitel udgår, og at et evt. afsnit om metan i grundvand indgår i kapitel 4 (afsnit 4.2), og at et afsnit om radon fx indgår i afsnit 4.4 om radioaktivitet. Vi hører gerne synspunkter på det - måske særligt MST, der har synspunkter?

Ad 5: jeg vender tilbage med et forslag. Til orientering vil en repræsentant fra Sundhedsministeriet også deltage i følgegruppen.

Jeg har aftalt med DTU, at Olufs spørgsmål vedr. beskrivelsen og vurderingen af en eventuel produktionsfase/kommerciel indvindingsfase skal adresseres, så vi inden kontraktunderskrivelse har et billede af produktet fsva beskrivelse/vurdering af en evt. 3. fase: Beskrives denne fase med udgangspunkt i et lille/mellem/stort skifergasprojekt - altså med udgangspunkt i et konkret fiktivt eksempel, eller hvordan? Og bruges det samme udgangspunkt (fsva produktionsfasen) for beskrivelsen og vurderingen af hvert tema (påvirkning på grundvand, seismisk aktivitet, kemikaliers mulige påvirkning osv. osv.)? Jeg har lagt vægt på, at spørgsmålet ikke 'skjuler' et ønske fra vores side, men at vi ønsker det præciseret, hvordan de har tænkt sig at gribe det an. Så kan vi kommentere på det efterfølgende.

Har jeg glemt noget? Ellers ring - også ved spørgsmål.

Bedste hilsner, Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)



**Brevdato** 19-03-2015

**Afsender** Energistyrelsen (ens@ens.dk) (Katja Scharmman: KSC@ENS.DK)

**Modtagere** anvra@nst.dk (anvra@nst.dk); Korup, Yvonne (yvkor@mst.dk); Karsten Borg Jensen (kabje@mst.dk); lobra@mst.dk (lobra@mst.dk); Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning); Finn Pedersen (fiped@mst.dk); Moltesen, Peter (pemol@nst.dk); nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)

**Akttitel** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1606167

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1604111)

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

**Til:** anvra@nst.dk (anvra@nst.dk), Korup, Yvonne (yvkor@mst.dk), Karsten Borg Jensen (kabje@mst.dk), lobra@mst.dk (lobra@mst.dk), Tone Madsen (tomad@mim.dk), Finn Pedersen (fiped@mst.dk), Moltesen, Peter (pemol@nst.dk), nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)  
**Cc:** Stig Uffe Pedersen (stufp@kebmin.dk), Grollov, Sune Tobias (SUNTG@kebmin.dk), Jens Skov-Spilling (jsk@ens.dk)  
**Fra:** Energistyrelsen (ens@ens.dk)  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 19-03-2015 13:29:56

Kære Tone

Hermed ENS' kommentarer:

Generelle bemærkninger:

Enige med MST i, at det skal sikres, at koordinering mellem alle forskerne ikke sluger for meget af det samlede budget.

Specifikt til punkter i nedenstående mail:

Ad 1. KEBMIN's andel af budgettet kan ikke overstige 700.000 kr.

Ad. 2: Der er enkelte emner under kapitel 3.1 Brøndintegritet, som Energistyrelsen vil kunne bidrage til, men som MST finder ENS, at formålet med den eksterne leverance er at få en uvildig beskrivelse af de væsentligste emner i forbindelse med skifergas efterforskning og indvinding, uanset om ENS har kompetencer in-house. Signalværdien i at nogle af emnerne beskrives af myndigheder, som senere vil skulle give godkendelser/tilladelser til evt. skifergas projekter, og anvende studiet til deres sagsbehandling, er uheldig.

Ad. 3.: Kapitel 6.1 'Effekter på landskab samt trafik, støj, lys og vibrationer'

Pind 1: "..., og det potentielle antal borepladser ved kommerciel produktion" – Det vil være relevant at opbygge beskrivelsen med et par scenarier som indeholder max casen, og kommerciel indvinding i mindre målestok. Antallet af borepladser afhænger af geologiske forhold (herunder skiferens egenskaber, dens frackability), dybden til skiferen etc. – dette påvirker, hvor mange borer der kan etableres fra hver lokalitet, hvor stort dræningsarealet er, og derved afstanden mellem de enkelte produktionsinstallationer (borepladser). Lys, støj og vibrationer kan udgå.

Ad. 4: ENS finder det vigtigt, at emissioner af metan fra brønden/installationerne beskrives, herunder hvordan de sikres, at udslip af metan til omgivelser reduceres/undgås, og hvad den eksisterende praksis for dette er i DK i dag - Herunder, at det ikke er tilladt, at udlede (engelsk: 'vent') gassen til omgivelserne, men at den skal afbrændes; at konstruktionerne (brønden, overfladeinstallationer) er tætte, og at evt. udslip overvåges. Denne del kan indgå kapitel 3.3.

Herudover er ENS enige i at emissionskapitlet kan udgå.

Ad. 5: Repræsentanter til følgegruppen fra KEBMIN: Stig Kjeldsen (KEBMIN) og Katja Scharmann (ENS)

Bliver der et møde på teknikker niveau, så tekstnære bemærkninger/spørgsmål kan afklares?

Med venlig hilsen / Best regards

**Katja Scharmann**

AC-medarbejder - Geolog / Advisor - Geologist  
Center for Energiressourcer / Centre for Energy Resources

Dir. +45 3392 6672  
E-mail [ksc@ens.dk](mailto:ksc@ens.dk)

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]

**Sendt:** 18. marts 2015 13:58

**Til:** Nina Hanne Holst; Peter Moltesen; Anne-Marie Vægter Rasmussen; Yvonne Korup; Finn Pedersen; Louise Baad Rasmussen; Karsten Borg Jensen; Katja Scharmann

**Emne:** Sv: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1604111)

Kære alle

Vedlagt afsnit om landskab og trafik mv. som en integreret del af projektbeskrivelse fra DTU, jf. pkt. 3 nedenfor. Min umiddelbare kommentar er - jf. vores drøftelser i går, at lys, støj og vibrationer kan udgå. Er I enige? Gerne kommentarer i løbet af i morgen. Ring evt

Mvh Tone

---

**Til:** [nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk) ([nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk)), Moltesen, Peter ([pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)), [anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk) ([anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk)), Korup, Yvonne ([yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk)), Finn Pedersen ([fiped@mst.dk](mailto:fiped@mst.dk)), Louise Baad Rasmussen ([lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk)), Karsten Borg Jensen ([kabje@mst.dk](mailto:kabje@mst.dk)), Katja Scharmann ([KSC@ENS.DK](mailto:KSC@ENS.DK))

**Fra:** Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk))

**Titel:** Opfølgning på skifergasmødet 17/3

**Sendt:** 18-03-2015 10:17:28

Kære alle

Det blev på mødet med DTU/GEUS/DCE i går aftalt, at MIM/KEBMIN snarest vender tilbage om følgende 1) endelig tilbagemelding om økonomi, herunder kontraktforhold, 2) hvilke opgaver vil vi evt. selv kunne løse/tage ud af projektet, 3) tilbagemelding vedr. indhold i kapitel om landskab og trafik (kan med fordel afstemmes med DTU inden endelige tilbagemelding til dem), 4) endelig afklaring vedr. kapitlet om emissioner. Herudover tænker jeg, at vi også vender tilbage til dem vedr. 5) deltagere i følgegruppen.

Ad 1: jeg har her fra MIM-dep mandat til at sige ja tak til DTUs tilbud om at levere undersøgelse for 1,7 mio. kr, og at der i dette beløb er indeholdt rådgivning til NST for 100.000 kr. Har I kommentarer til dette? Hvis ikke - Peter/Nina: vil I undersøge, hvordan en kontrakt kan skrues sammen?

Ad 2: DTU vil ikke sætte et internt arbejde i gang om at sætte timer på de enkelte underopgaver i hvert kapitel. Vores udgangspunkt for at vurdere, hvad vi selv kan løse (og dermed tage ud af projektbeskrivelsen) skal derfor tage udgangspunkt i DTUs bilag 1. ENS/NST/MST: vil I hver især vurdere samt i bilag 1 angive med en kommentarboks, hvilke opgaver I vil kunne påtage jer? Gerne i løbet af i morgen. Sig til hvis kommentarer til dette.

Ad 3: jeg har bedt DTU sende deres bud på, hvad et kapitel om landskab og trafik kan indeholde (det, de læste op i går). Jeg sender det rundt til kommentering

Ad 4: her i MIM-dep vil vi gerne fastholde det synspunkt, at et emissionskapitel udgår, og at et evt. afsnit om metan i grundvand indgår i kapitel 4 (afsnit 4.2), og at et afsnit om radon fx indgår i afsnit 4.4 om radioaktivitet. Vi hører gerne synspunkter på det - måske særligt MST, der har synspunkter?

Ad 5: jeg vender tilbage med et forslag. Til orientering vil en repræsentant fra Sundhedsministeriet også deltage i følgegruppen.

Jeg har aftalt med DTU, at Olufs spørgsmål vedr. beskrivelsen og vurderingen af en eventuel produktionsfase/kommerciel indvindingsfase skal adresseres, så vi inden kontraktunderskrivelse har et billede af produktet fsva beskrivelse/vurdering af en evt. 3. fase: Beskrives denne fase med udgangspunkt i et lille/mellem/stort skifergasprojekt - altså med udgangspunkt i et konkret fiktivt eksempel, eller hvordan? Og bruges det samme udgangspunkt (fsva produktionsfasen) for beskrivelsen og vurderingen af hvert tema (påvirkning på grundvand, seismisk aktivitet, kemikaliers mulige påvirkning osv. osv.)? Jeg har lagt vægt på, at spørgsmålet ikke 'skjuler' et ønske fra vores side, men at vi ønsker det præciseret, hvordan de har tænkt sig at gribe det an. Så kan vi kommentere på det efterfølgende.

Har jeg glemt noget? Ellers ring - også ved spørgsmål.

Bedste hilsner, Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent

Mobil: (+45) 4139 2419

[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4

1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 19-03-2015  
**Afsender** Energistyrelsen (ens@ens.dk) (Katja Scharmman: KSC@ENS.DK)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1606536  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1606431)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Energistyrelsen (ens@ens.dk)  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 19-03-2015 15:11:00

Vedr. MST's litteraturvurdering har jeg kun nået at læse resuméet, og det virker ret politisk, og går på hvilket energimiks man skal have, og at man skal gå væk fra fossile kilder og hen mod VE-kilder. Det skal vi vel ikke ind på i studiet. Så umiddelbart ikke enig i MST's litteraturforslag.

Det omkring Polen får du et noget uldent svar: På den ene side kan der være forhold nogle steder i Polen, som man kan overføre til danske forhold, samme teknik, boremetode etc., mens andre afhænger af lokale forhold, og ikke kan anvendes i DK (dybden ned til skiferen, skiferens egenskaber). Jeg vil mene at du skal sende spørgsmålet videre til DTU, som kan få GEUS til at svare sidstnævnte er eksperter lige netop på dette område.  
Med venlig hilsen / Best regards

### Katja Scharmann

AC-medarbejder - Geolog / Advisor - Geologist  
Center for Energiressourcer / Centre for Energy Resources

Dir. +45 3392 6672  
E-mail [ksc@ens.dk](mailto:ksc@ens.dk)



Danish Energy Agency - [www.ens.dk](http://www.ens.dk)  
- part of the Danish Ministry of Climate, Energy and Building

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sendt:** 19. marts 2015 14:43  
**Til:** Katja Scharmann  
**Emne:** Sv: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1606431)

Kære Katja

Du kan måske svare på Yvones (MST) spørgsmål om, hvorvidt skifergasformationerne i Polen sammenlignelige med de danske (eller måske samme formation?), og har polakkerne derfor en viden, som vi kan anvende? (nedenfor)

I så fald vil jeg undlade at sende spørgsmålet videre til DTU men i stedet evt. sende dit svar til dem?

Og er du enig i MSTs litteraturvurdering?

Mvh Tone

---

**Til:** [anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk) ([anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk)), Finn Pedersen ([fiped@mst.dk](mailto:fiped@mst.dk)), Karsten Borg Jensen ([kabje@mst.dk](mailto:kabje@mst.dk)), [lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk) ([lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk)), Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)), Energistyrelsen ([ens@ens.dk](mailto:ens@ens.dk)), Moltesen, Peter ([pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)), [nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk) ([nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk))  
**Cc:** [lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk) ([lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk)), Finn Pedersen ([fiped@mst.dk](mailto:fiped@mst.dk)), Karsten Borg Jensen ([kabje@mst.dk](mailto:kabje@mst.dk))  
**Fra:** Yvonne Korup ([yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk))  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 19-03-2015 07:15:59

Kære Tone

MST har flg. **generelle bemærkninger:**

Generelt mht. projektet er det klart, at med det meget store antal forskere, som skal arbejde på projektet (godt 20?), må det være et observationspunkt, at der sikres en tilstrækkelig koordinering, uden at for stor en del af budgettet anvendes hertil.

Til projektbeskrivelsens afsnit 2, nederst side 1, hvor der står, at viden om skifergasindvinding fra andre lande ikke umiddelbart kan overføres til danske forhold pga. geologiske forskelle. Er skifergasformationerne i Polen sammenlignelige med de danske (eller måske samme formation?), og har polakkerne derfor en viden, som vi kan anvende?

Under eksisterende litteratur, side 6-7, bør de også medtage:

Broderick, J. et al 2011: Shale gas: an updated assessment of environmental and climate change impacts. A report by researchers at the Tyndall Centre, University of Manchester.

[http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/broderick\\_et\\_al\\_2011\\_shale\\_gas\\_update\\_exec\\_summary.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/broderick_et_al_2011_shale_gas_update_exec_summary.pdf)

Vi har følgende **konkrete bemærkninger**:

Til afsnit 6 om landskab, trafik mv.:

Støj og vibrationer er der ret håndfaste grænseværdier for, så der er ingen grund til, at de skal lave st O ørre redegørelse om dette. Ansøger kommer alligevel til konkret at redegøre for dette senere.

Lys kunne være en del af landskabspåvirkningen (i de mørke perioder især), men det er nok svært at skrive noget særligt om, før man kender den konkrete indretning af borepladsen, og ansøgers behov for lys aften og nat.

Så på den baggrund er MST enige i dit forslag om, at lys, støj og vibrationer kan udgå.

Om trafik er emnet ret åbent med den anførte korte beskrivelse – men vi kan jo se senere, hvad DTU konkret kommer op med.

Til dine øvrige punkter:

Ad 2:

Der vil være nogle opgaver omkring emissioner, grundvandsbeskyttelse, spildevand og trafik, som MST (sammen med NST) har kompetencer omkring. Vi finder imidlertid, at formålet med den eksterne leverance fortsat må være at få en uvildig beskrivelse af de væsentligste emner, uanset om MIM selv har faglig mulighed for at byde ind på nogle af beskrivelserne.

Ad 4:

MST finder det vigtigt, at metan i grundvand beskrives, og at radon-problematikken indgår. Så vi er enige i, at emissionskapitlet udgår, mod at de to nævnte emner indgår andre steder i materialet.

Mvh Yvonne

Med venlig hilsen

**Yvonne Korup**

Kontorchef

Virksomheder

Dir tlf.: (+45) 72 54 41 05

Mobil: (+45) 25 36 20 85

[yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk)

Strandgade 29  
DK – 1401 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)

Miljøstyrelsen er underlagt reglerne om aktindsigt i offentlighedsloven og i miljøoplysningsloven, og det er kun oplysninger omfattet af undtagelsesbestemmelserne i disse love, som kan undtages aktindsigt og dermed holdes fortrolige. Denne vurdering vil Miljøstyrelsen foretage i forbindelse med en konkret anmodning om aktindsigt.

---

**Fra:** Tone Madsen [<mailto:tomad@mim.dk>]

**Sendt:** 18. marts 2015 10:17

**Til:** Nina Hanne Holst; Peter Moltesen; Anne-Marie Vægter Rasmussen; Yvonne Korup; Finn Pedersen; Louise Baad Rasmussen; Karsten Borg Jensen; Katja Scharmann

**Emne:** Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1603381)

Kære alle

Det blev på mødet med DTU/GEUS/DCE i går aftalt, at MIM/KEBMIN snarest vender tilbage om følgende 1) endelig tilbagemelding om økonomi, herunder kontraktforhold, 2) hvilke opgaver vil vi evt. selv kunne løse/tage ud af projektet, 3) tilbagemelding vedr. indhold i kapitel om landskab og trafik (kan med fordel afstemmes med DTU inden endelige tilbagemelding til dem), 4) endelig afklaring vedr. kapitlet om emissioner. Herudover tænker jeg, at vi også vender tilbage til dem vedr. 5) deltagere i følgegruppen.

Ad 1: jeg har her fra MIM-dep mandat til at sige ja tak til DTUs tilbud om at levere undersøgelse for 1,7 mio. kr, og at der i dette beløb er indeholdt rådgivning til NST for 100.000 kr. Har I kommentarer til dette? Hvis ikke - Peter/Nina: vil I undersøge, hvordan en kontrakt kan skrues sammen?

Ad 2: DTU vil ikke sætte et internt arbejde i gang om at sætte timer på de enkelte underopgaver i hvert kapitel. Vores udgangspunkt for at vurdere, hvad vi selv kan løse (og dermed tage ud af projektbeskrivelsen) skal derfor tage udgangspunkt i DTUs bilag 1. ENS/NST/MST: vil I hver især vurdere samt i bilag 1 angive med en kommentarboks, hvilke opgaver I vil kunne påtage jer? Gerne i løbet af i morgen. Sig til hvis kommentarer til dette.

Ad 3: jeg har bedt DTU sende deres bud på, hvad et kapitel om landskab og trafik kan indeholde (det, de læste op i går). Jeg sender det rundt til kommentering

Ad 4: her i MIM-dep vil vi gerne fastholde det synspunkt, at et emissionskapitel udgår, og at et evt. afsnit om metan i grundvand indgår i kapitel 4 (afsnit 4.2), og at et afsnit om radon fx indgår i afsnit 4.4 om radioaktivitet. Vi hører gerne synspunkter på det - måske særligt MST, der har synspunkter?

Ad 5: jeg vender tilbage med et forslag. Til orientering vil en repræsentant fra Sundhedsministeriet også deltage i følgegruppen.

Jeg har aftalt med DTU, at Olufs spørgsmål vedr. beskrivelsen og vurderingen af en eventuel produktionsfase/kommerciel indvindingsfase skal adresseres, så vi inden kontraktunderskrivelse har et billede af produktet fsva beskrivelse/vurdering af en evt. 3. fase: Beskrives denne fase med udgangspunkt i et lille/mellem/stort skifergasprojekt - altså med udgangspunkt i et konkret fiktivt eksempel, eller hvordan? Og bruges det samme udgangspunkt (fsva produktionsfasen) for beskrivelsen og vurderingen af hvert tema (påvirkning på grundvand, seismisk aktivitet, kemikaliers mulige påvirkning osv. osv.)? Jeg har lagt vægt på, at spørgsmålet ikke 'skjuler' et ønske fra vores side, men at vi ønsker det præciseret, hvordan de har tænkt sig at gribe det an. Så kan vi kommentere på det efterfølgende.

Har jeg glemt noget? Ellers ring - også ved spørgsmål.

Bedste hilsner, Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet



Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 19-03-2015  
**Afsender** Energistyrelsen (ens@ens.dk) (Katja Scharmman: KSC@ENS.DK)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1606549  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1606440)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Energistyrelsen (ens@ens.dk)  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 19-03-2015 15:13:05

Er enig i at vi afventer DTU's tilbagemelding.

Med venlig hilsen / Best regards

**Katja Scharmman**

AC-medarbejder - Geolog / Advisor - Geologist  
Center for Energiressourcer / Centre for Energy Resources

Dir. +45 3392 6672  
E-mail [ksc@ens.dk](mailto:ksc@ens.dk)



Danish Energy Agency - [www.ens.dk](http://www.ens.dk)  
- part of the Danish Ministry of Climate, Energy and Building

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sendt:** 19. marts 2015 14:47  
**Til:** Katja Scharmman  
**Emne:** Sv: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1606440)

Og lige et andet spørgsmål vedr. dit spørgsmål/kommentar ad 3 nedenfor: opbyggelsen af antal og type af scenarier el lign er vel det, vi afventer DTUs tilbagemelding på, jf. Olufs spørgsmål (nederst i min mail til DTU) - eller tænker du på noget andet? Jeg tænker, at vi afventer, hvordan DTU mfl vil gribe beskrivelsen af særligt produktionsfasen an - og så kan vi kommentere på det?

Det kan godt være, der opstår behov for at mødes på teknikerniveau. Men jeg vil gerne lige se tiden an - måske kan meget løses pr mail eller ved, at du ringer til den relevante forsker el lign. Lad os tales ved om det

Mvh Tone

---

**Til:** [anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk) ([anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk)), Korup, Yvonne ([yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk)), Karsten Borg Jensen ([kabje@mst.dk](mailto:kabje@mst.dk)), [lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk) ([lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk)), Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)), Finn Pedersen ([fiped@mst.dk](mailto:fiped@mst.dk)), Moltesen, Peter ([pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)), [nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk) ([nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk))  
**Cc:** Stig Uffe Pedersen ([stufp@kebmin.dk](mailto:stufp@kebmin.dk)), Grollov, Sune Tobias ([SUNTG@kebmin.dk](mailto:SUNTG@kebmin.dk)), Jens Skov-Spilling ([jsk@ens.dk](mailto:jsk@ens.dk))  
**Fra:** Katja Scharmman ([ksc@ens.dk](mailto:ksc@ens.dk))  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 19-03-2015 13:29:56

Kære Tone

Hermed ENS' kommentarer:

Generelle bemærkninger:

Enige med MST i, at det skal sikres, at koordinering mellem alle forskerne ikke sluger for meget af det samlede budget.

Specifikt til punkter i nedenstående mail:

Ad 1. KEBMIN's andel af budgettet kan ikke overstige 700.000 kr.

Ad. 2: Der er enkelte emner under kapitel 3.1 Brøndintegritet, som Energistyrelsen vil kunne bidrage til, men som MST finder ENS, at formålet med den eksterne leverance er at få en uvildig beskrivelse af de væsentligste emner i forbindelse med skifergas efterforskning og indvinding, uanset om ENS har kompetencer in-house. Signalværdien i at nogle af emnerne beskrives af myndigheder, som senere vil skulle give godkendelser/tilladelser til evt. skifergas projekter, og anvende studiet til deres sagsbehandling, er uheldig.

Ad. 3.: Kapitel 6.1 'Effekter på landskab samt trafik, støj, lys og vibrationer'

Pind 1: "..., og det potentielle antal borepladser ved kommerciel produktion" – Det vil være relevant at opbygge beskrivelsen med et par scenarier som indeholder max casen, og kommerciel indvinding i mindre målestok. Antallet af borepladser afhænger af geologiske forhold (herunder skiferens egenskaber, dens frackability), dybden til skiferen etc. – dette påvirker, hvor mange borer der kan etableres fra hver lokalitet, hvor stort dræningsarealet er, og derved afstanden mellem de enkelte produktionsinstallationer (borepladser). Lys, støj og vibrationer kan udgå.

Ad. 4: ENS finder det vigtigt, at emissioner af metan fra brønden/installationerne beskrives, herunder hvordan de sikres, at udslip af metan til omgivelser reduceres/undgås, og hvad den eksisterende praksis for dette er i DK i dag - Herunder, at det ikke er tilladt, at udlede (engelsk: 'vent') gassen til omgivelserne, men at den skal afbrændes; at konstruktionerne (brønden, overfladeinstallationer) er tætte, og at evt. udslip overvåges. Denne del kan indg. kapitel 3.3.

Herudover er ENS enige i at emissionskapitlet kan udgå.

Ad. 5: Repræsentanter til følgegruppen fra KEBMIN: Stig Kjeldsen (KEBMIN) og Katja Scharmann (ENS)

Bliver der et møde på teknisk niveau, så tekstmæssige bemærkninger/spørgsmål kan afklares?

Med venlig hilsen / Best regards

**Katja Scharmann**

AC-medarbejder - Geolog / Advisor - Geologist  
Center for Energiressourcer / Centre for Energy Resources

Dir. +45 3392 6672  
E-mail [ksc@ens.dk](mailto:ksc@ens.dk)



Danish Energy Agency - [www.ens.dk](http://www.ens.dk)  
- part of the Danish Ministry of Climate, Energy and Building

---

**Fra:** Tone Madsen [<mailto:tomad@mim.dk>]

**Sendt:** 18. marts 2015 13:58

**Til:** Nina Hanne Holst; Peter Moltesen; Anne-Marie Vægter Rasmussen; Yvonne Korup; Finn Pedersen; Louise Baad Rasmussen; Karsten Borg Jensen; Katja Scharmann

**Emne:** Sv: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1604111)

Kære alle

Vedlagt afsnit om landskab og trafik mv. som en integreret del af projektbeskrivelse fra DTU, jf. pkt. 3 nedenfor. Min umiddelbare kommentar er - jf. vores drøftelser i går, at lys, støj og vibrationer kan udgå. Er I enige? Gerne kommentarer i løbet af i morgen. Ring evt

Mvh Tone

---

**Til:** [nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk) ([nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk)), Moltesen, Peter ([pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)), [anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk) ([anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk)), Korup, Yvonne ([yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk)), Finn Pedersen ([fiped@mst.dk](mailto:fiped@mst.dk)), Louise Baad Rasmussen ([lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk)), Karsten Borg Jensen ([kabje@mst.dk](mailto:kabje@mst.dk)), Katja Scharmann ([KSC@ENS.DK](mailto:KSC@ENS.DK))

**Fra:** Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk))

**Titel:** Opfølgning på skifergasmødet 17/3

**Sendt:** 18-03-2015 10:17:28

Kære alle

Det blev på mødet med DTU/GEUS/DCE i går aftalt, at MIM/KEBMIN snarest vender tilbage om følgende 1) endelig tilbagemelding om økonomi, herunder kontraktforhold, 2) hvilke opgaver vil vi evt. selv kunne løse/tage ud af projektet, 3) tilbagemelding vedr. indhold i kapitel om landskab og trafik (kan med fordel afstemmes med DTU inden endelige tilbagemelding til dem), 4) endelig afklaring vedr. kapitlet om emissioner. Herudover tænker jeg, at vi også vender tilbage til dem vedr. 5) deltagere i følgegruppen.

Ad 1: jeg har her fra MIM-dep mandat til at sige ja tak til DTUs tilbud om at levere undersøgelse for 1,7 mio. kr, og at der i dette beløb er indeholdt rådgivning til NST for 100.000 kr. Har I kommentarer til dette? Hvis ikke - Peter/Nina: vil I undersøge, hvordan en kontrakt kan skrues sammen?

Ad 2: DTU vil ikke sætte et internt arbejde i gang om at sætte timer på de enkelte underopgaver i hvert kapitel. Vores udgangspunkt for at vurdere, hvad vi selv kan løse (og dermed tage ud af projektbeskrivelsen) skal derfor tage udgangspunkt i DTUs bilag 1. ENS/NST/MST: vil I hver især vurdere samt i bilag 1 angive med en kommentarboks, hvilke opgaver I vil kunne påtage jer? Gerne i løbet af i morgen. Sig til hvis kommentarer til dette.

Ad 3: jeg har bedt DTU sende deres bud på, hvad et kapitel om landskab og trafik kan indeholde (det, de læste op i går). Jeg sender det rundt til kommentering

Ad 4: her i MIM-dep vil vi gerne fastholde det synspunkt, at et emissionskapitel udgår, og at et evt. afsnit om metan i grundvand indgår i kapitel 4 (afsnit 4.2), og at et afsnit om radon fx indgår i afsnit 4.4 om radioaktivitet. Vi hører gerne synspunkter på det - måske særligt MST, der har synspunkter?

Ad 5: jeg vender tilbage med et forslag. Til orientering vil en repræsentant fra Sundhedsministeriet også deltage i følgegruppen.

Jeg har aftalt med DTU, at Olufs spørgsmål vedr. beskrivelsen og vurderingen af en eventuel produktionsfase/kommerciel indvindingsfase skal adresseres, så vi inden kontraktunderskrivelse har et billede af produktet fsva beskrivelse/vurdering af en evt. 3. fase: Beskrives denne fase med udgangspunkt i et lille/mellem/stort skifergasprojekt - altså med udgangspunkt i et konkret fiktivt eksempel, eller hvordan? Og bruges det samme udgangspunkt (fsva produktionsfasen) for beskrivelsen og vurderingen af hvert tema (påvirkning på grundvand, seismisk aktivitet, kemikaliers mulige påvirkning osv. osv.)? Jeg har lagt vægt på, at spørgsmålet ikke 'skjuler' et ønske fra vores side, men at vi ønsker det præciseret, hvordan de har tænkt sig at gribe det an. Så kan vi kommentere på det efterfølgende.

Har jeg glemt noget? Ellers ring - også ved spørgsmål.

Bedste hilsner, Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 19-03-2015  
**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** RE: landskab og trafik  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1606611  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** RE landskab og trafik (MIM Id nr. 1603426)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** RE: landskab og trafik  
**Sendt:** 19-03-2015 15:37:41

Kære Tone

Tak for et fint og fremadrettet møde i tirsdags.

Hermed for god ordens skyld en kort orientering om, at vores faglige koordinator Sidsel Marie Nielsen har fået tilbud et nyt job som seniorforsker på DTU med start her den 1. maj. På den baggrund har hun efter samråd med sin nye arbejdsgiver valgt at slippe tøjlerne på opgaven som faglig projektkoordinator på den videnskabelige udredning om skifergas. Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø har takket ja til at overtage rollen som faglig projektkoordinator. Han vil kunne kombinere sin ekspertise i risikovurdering og miljø med almindelig erfaring i projektledelse, hvilket vi vurderer vil være til glæde for udredningsarbejdet.

Du er velkommen til at ringe til mig for en mundtlig orientering om dette.

Vi ser frem til at modtage videre korrespondance om opgaveindhold, budget mv. og komme videre i processen.

Med venlig hilsen

**Mads H Odgaard**

Projektleder

Afdeling for Innovation og Sektorudvikling

---

**Danmarks Tekniske Universitet**

Anker Engelundsvej 1, bygning 101A

Bygning 101a

2800 Kgs. Lyngby

Direkte telefon 45251248

Mobil 26258052

[maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk)

[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)



---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]

**Sent:** 18. marts 2015 10:22

**To:** Mads H Odgaard

**Subject:** landskab og trafik (MIM Id nr.: 1603426)

Kære Mads - vil du sende det udkast til kapitel om landskab og trafik, som I læste op fra i går? Så kan vi læse det lidt nøjere og kommentere

Tak

**Tone Madsen**

Chefkonsulent

Mobil: (+45) 4139 2419

[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4

1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 20-03-2015

**Afsender** Korup, Yvonne (yvkor@mst.dk) Sendt af Yvonne Korup: yvkor@mst.dk

**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Akttitel** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1608244

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** SV Opfølgning på skifergasmødet 173 (MIM Id nr. 1606541)

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016



---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Korup, Yvonne (yvkor@mst.dk)  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 20-03-2015 14:13:26

Kære Tone

- 1) Ja, en besvarelse i undersøgelsen er fint.
- 2) Hvis ENS har vurderet sådan, kan artiklen udelades.
- 3) Jeg vil gerne selv deltage sammen med Karsten Borg. Vil dog gerne høre din mening om det er overkill ( hvis der ønskes begrænset antal meldes alene Karsten ind)

Mvh og god weekend

Yvonne

Med venlig hilsen

**Yvonne Korup**

Kontorchef  
Virksomheder  
Dir tlf.: (+45) 72 54 41 05  
Mobil: (+45) 25 36 20 85  
[yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk)



Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

Strandgade 29  
DK - 1401 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 40 00  
[www.mst.dk](http://www.mst.dk)

Miljøstyrelsen er underlagt reglerne om aktindsigt i offentlighedsloven og i miljøoplysningsloven, og det er kun oplysninger omfattet af undtagelsesbestemmelserne i disse love, som kan undtages aktindsigt og dermed holdes fortrolige. Denne vurdering vil Miljøstyrelsen foretage i forbindelse med en konkret anmodning om aktindsigt.

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sendt:** 19. marts 2015 15:20  
**Til:** Yvonne Korup  
**Emne:** Sv: Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1606541)

Kære Yvonne

Mange tak for dine/jeres kommentarer. Blot et par ting: 1) ENS kan ikke svare på dit spørgsmål vedr. Polen, så det sender jeg videre til GEUS via DTU - men jeg forstår dig ret, når du 'blot' ønsker dine spørgsmål reflekteret i undersøgelsen og ikke besvaret nu *up front*, ikke? 2) ENS er ikke enige i dit litteraturvalg. De mener, at den pågældende rapport er for politisk og har et energipolitisk sigte frem for et forskningssigte. Vil det være ok med dig, hvis jeg undlader at sende litteraturhenvisningen videre? Alternativt må I gerne begrunde litteraturvalget. Og 3) vil du sende mig navne på dem, som MST sender til følgegruppen? Fra KEBMIN/ENS er det en sagsbehandler fra dep og Katja Scharmann (geolog/tekniker) fra ENS. Fra NST bliver det formentlig funktionsleder Nina Holst (plan) og kc Anne-Marie Vægter Rasmussen (jura). Her fra dep blir det mig ;) Fra SUM blir det en sagsbehandler fra dep og en fagperson fra SST.

Håber vi ses til revyen?

Alt godt, Tone

---

**Til:** [anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk) ([anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk)), Finn Pedersen ([fiped@mst.dk](mailto:fiped@mst.dk)), Karsten Borg Jensen ([kabje@mst.dk](mailto:kabje@mst.dk)), [lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk) ([lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk)), Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)), Energistyrelsen ([ens@ens.dk](mailto:ens@ens.dk)), Moltesen, Peter ([pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)), [nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk) ([nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk))  
**Cc:** [lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk) ([lobra@mst.dk](mailto:lobra@mst.dk)), Finn Pedersen ([fiped@mst.dk](mailto:fiped@mst.dk)), Karsten Borg Jensen ([kabje@mst.dk](mailto:kabje@mst.dk))

**Fra:** Yvonne Korup ([yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk))  
**Titel:** SV: Opfølgning på skifergasmødet 17/3  
**Sendt:** 19-03-2015 07:15:59

Kære Tone

MST har flg. **generelle bemærkninger:**

Generelt mht. projektet er det klart, at med det meget store antal forskere, som skal arbejde på projektet (godt 20?), må det være et observationspunkt, at der sikres en tilstrækkelig koordinering, uden at for stor en del af budgettet anvendes hertil.

Til projektbeskrivelsens afsnit 2, nederst side 1, hvor der står, at viden om skifergasindvinding fra andre lande ikke umiddelbart kan overføres til danske forhold pga. geologiske forskelle. Er skifergasformationerne i Polen sammenlignelige med de danske (eller måske samme formation?), og har polakkerne derfor en viden, som vi kan anvende?

Under eksisterende litteratur, side 6-7, bør de også medtage:

Broderick, J. et al 2011: Shale gas: an updated assessment of environmental and climate change impacts. A report by researchers at the Tyndall Centre, University of Manchester.

[http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/broderick et al 2011 shale gas update exec summary.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/broderick_et_al_2011_shale_gas_update_exec_summary.pdf)

Vi har følgende **konkrete bemærkninger:**

Til afsnit 6 om landskab, trafik mv.:

Støj og vibrationer er der ret håndfaste grænseværdier for, så der er ingen grund til, at de skal lave større redegørelse om dette. Ansøger kommer alligevel til konkret at redegøre for dette senere.

Lys kunne være en del af landskabspåvirkningen (i de mørke perioder især), men det er nok svært at skrive noget særligt om, før man kender den konkrete indretning af borepladsen, og ansøgers behov for lys aften og nat.

Så på den baggrund er MST enige i dit forslag om, at lys, støj og vibrationer kan udgå.

Om trafik er emnet ret åbent med den anførte korte beskrivelse – men vi kan jo se senere, hvad DTU konkret kommer op med.

Til dine øvrige punkter:

Ad 2:

Der vil være nogle opgaver omkring emissioner, grundvandsbeskyttelse, spildevand og trafik, som MST (sammen med NST) har kompetencer omkring. Vi finder imidlertid, at formålet med den eksterne leverance fortsat må være at få en uvildig beskrivelse af de væsentligste emner, uanset om MIM selv har faglig mulighed for at byde ind på nogle af beskrivelserne.

Ad 4:

MST finder det vigtigt, at metan i grundvand beskrives, og at radon-problematikken indgår. Så vi er enige i, at emissionskapitlet udgår, mod at de to nævnte emner indgår andre steder i materialet.

Mvh Yvonne

Med venlig hilsen


**Yvonne Korup**

Kontorchef

Virksomheder

Dir tf.: (+45) 72 54 41 05

Mobil: (+45) 25 36 20 85

[yvkor@mst.dk](mailto:yvkor@mst.dk) cid:776315511@040  
62013-0C58Strandgade 29  
DK – 1401 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 40 00  
[www.mst.dk](http://www.mst.dk)

Miljøstyrelsen er underlagt reglerne om aktindsigt i offentlighedsloven og i miljøoplysningsloven, og det er kun oplysninger omfattet af undtagelsesbestemmelserne i disse love, som kan undtages aktindsigt og dermed holdes fortrolige. Denne vurdering vil Miljøstyrelsen foretage i forbindelse med en konkret anmodning om aktindsigt.

---

**Fra:** Tone Madsen [<mailto:tomad@mim.dk>]**Sendt:** 18. marts 2015 10:17**Til:** Nina Hanne Holst; Peter Moltesen; Anne-Marie Vægter Rasmussen; Yvonne Korup; Finn Pedersen; Louise Baad Rasmussen; Karsten Borg Jensen; Katja Scharmann**Emne:** Opfølgning på skifergasmødet 17/3 (MIM Id nr.: 1603381)

Kære alle

Det blev på mødet med DTU/GEUS/DCE i går aftalt, at MIM/KEBMIN snarest vender tilbage om følgende 1) endelig tilbagemelding om økonomi, herunder kontraktforhold, 2) hvilke opgaver vil vi evt. selv kunne løse/tage ud af projektet, 3) tilbagemelding vedr. indhold i kapitel om landskab og trafik (kan med fordel afstemmes med DTU inden endelige tilbagemelding til dem), 4) endelig afklaring vedr. kapitlet om emissioner. Herudover tænker jeg, at vi også vender tilbage til dem vedr. 5) deltagere i følgegruppen.

Ad 1: jeg har her fra MIM-dep mandat til at sige ja tak til DTUs tilbud om at levere undersøgelse for 1,7 mio. kr, og at der i dette beløb er indeholdt rådgivning til NST for 100.000 kr. Har I kommentarer til dette? Hvis ikke - Peter/Nina: vil I undersøge, hvordan en kontrakt kan skrues sammen?

Ad 2: DTU vil ikke sætte et internt arbejde i gang om at sætte timer på de enkelte underopgaver i hvert kapitel. Vores udgangspunkt for at vurdere, hvad vi selv kan løse (og dermed tage ud af projektbeskrivelsen) skal derfor tage udgangspunkt i DTUs bilag 1. ENS/NST/MST: vil I hver især vurdere samt i bilag 1 angive med en kommentarboks, hvilke opgaver I vil kunne påtage jer? Gerne i løbet af i morgen. Sig til hvis kommentarer til dette.

Ad 3: jeg har bedt DTU sende deres bud på, hvad et kapitel om landskab og trafik kan indeholde (det, de læste op i går). Jeg sender det rundt til kommentering

Ad 4: her i MIM-dep vil vi gerne fastholde det synspunkt, at et emissionskapitel udgår, og at et evt. afsnit om metan i grundvand indgår i kapitel 4 (afsnit 4.2), og at et afsnit om radon fx indgår i afsnit 4.4 om radioaktivitet. Vi hører gerne synspunkter på det - måske særligt MST, der har synspunkter?

Ad 5: jeg vender tilbage med et forslag. Til orientering vil en repræsentant fra Sundhedsministeriet også deltage i følgegruppen.

Jeg har aftalt med DTU, at Olufs spørgsmål vedr. beskrivelsen og vurderingen af en eventuel produktionsfase/kommerciel indvindingsfase skal adresseres, så vi inden kontraktunderskrivelse har et billede af produktet fsva beskrivelse/vurdering af en evt. 3. fase: Beskrives denne fase med udgangspunkt i et lille/mellem/stort skifergasprojekt - altså med udgangspunkt i et konkret fiktivt eksempel, eller hvordan? Og bruges det samme udgangspunkt (fsva produktionsfasen) for beskrivelsen og vurderingen af hvert tema (påvirkning på grundvand, seismisk aktivitet, kemikaliers mulige påvirkning osv. osv.)? Jeg har lagt vægt på, at spørgsmålet ikke 'skjuler' et ønske fra vores side, men at vi ønsker det præciseret, hvordan de har tænkt sig at gribe det an. Så kan vi kommentere på det efterfølgende.

Har jeg glemt noget? Ellers ring - også ved spørgsmål.

Bedste hilsner, Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 13-04-2015  
**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** RE: Skifergasundersøgelse: tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1658146  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** RE Skifergasundersøgelse tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (MIM Id nr. 1655893)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Cc:** Katja Scharmman (KSC@ENS.DK), anvra@nst.dk (anvra@nst.dk), Korup, Yvonne (yvkor@mst.dk), Moltesen, Peter (pemol@nst.dk), nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** RE: Skifergasundersøgelse: tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015  
**Sendt:** 13-04-2015 10:47:50

Kære Tone

Hermed modtaget.

Vi kigger på det og vender tilbage inden længe.

Mvh.

Mads

---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sent:** 10. april 2015 12:07  
**To:** Mads H Odgaard  
**Cc:** anvra@nst.dk; Moltesen, Peter; nihho@nst.dk; Korup, Yvonne; Katja Scharmman  
**Subject:** Skifergasundersøgelse: tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (MIM Id nr.: 1655893)

Kære Mads

Hermed som lovet en samlet tilbagemelding fra os ovenpå mødet om skifergasudredningen d. 17. marts 2015.

- Vi accepterer, at udredningen koster 1,7 mio. kr. Herudover har vi fundet 100.000 kr., som vi ønsker at skrive ind som en option i kontrakten - dvs en mulighed for Naturstyrelsen til at trække på jeres faglighed/rådgivning for op til 100.000 kr. i 2016.
- Vi mener, at kapitlet om emissioner skal udgå - med følgende undtagelser: 1) radon-problematikken beskrives (fx i afsnit 4.4), 2) afsnit om metan i grundvand indgår (fx i afsnit 4.2) og 3) emissioner af metan fra brønden/installationerne beskrives, herunder hvordan det sikres, at udslip af metan til omgivelser reduceres/undgås, og hvad den eksisterende praksis for dette er i Danmark i dag, idet det ikke er tilladt at udlede gassen til omgivelserne; den skal afbrændes. Det ønskes også beskrevet, hvordan det sikres, at konstruktionerne (brønden, overfladeinstallationer) er tætte, og at evt. udslip overvåges. Denne del kan fx indgå i kapitel 3.3.
- Vi ønsker kapitlet om landskab og trafik integreret i undersøgelsen. Men støj, lys og vibrationer skal udgå.
- Deltagere i følgegruppen bliver følgende: Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen), Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet), Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen), Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen), Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen), Karsten Borg (civilingeniør, Miljøstyrelsen), NN (Sundhedsstyrelsen), NN (Sundhedsministeriet) samt undertegnede.

Desuden vil vi gerne gentage de 'små' punkter, som vi fremsendte sidst men som af gode grunde ikke blev taget op på mødet d. 17. marts:

- Flere følgegruppemøder
- Ønske om, at der i projektbeskrivelsen skrives ind, at første del af de 1,7 mio. kr. udbetales efter en leverance (fx udkast til samlet fremstilling og de første kapitler) - ikke efter et følgegruppemøde.
- Ønske om først at garantere offentliggørelse af rapporten senest fire måneder efter leverance af godkendt rapport.
- Præcisering af, hvor mange sider I regner med den endelige rapport bliver (angivelse af et spænd er fint)
- Fokus på teknologivurdering af *best practise* for selve bore-arbejdet
- Fokus på både beskrivende og vurderende/perspektiverende tilgang samt helhedsvurderinger af processen

Herudover er der et konkret ønske om at det hvor relevant reflekteres, hvorvidt skifergasformationerne i Polen er sammenlignelige med de danske, og om polakkerne derfor har viden, som vi/I kan anvende.

Kan I acceptere ovenstående? I så fald må I gerne sende et revideret, endeligt udkast til projektbeskrivelse inkl. bilag om udspecificeret budget inkl. timeantal og timesatser, mv. samt svar på tidligere fremsendt spørgsmål om jeres tilgang til beskrivelsen/vurderingen af en evt. produktionsfase.  
Ring hvis I har spørgsmål. Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 16-04-2015

**Afsender** nihho@nst.dk (nihho@nst.dk) Sendt af Nina Hanne Holst: nihho@nst.dk

**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Akttitel** SV: SKifergasundersøgelsen

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1666309

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** SV SKifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1665367)

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016



---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Cc:** Moltesen, Peter (pemol@nst.dk), anvra@nst.dk (anvra@nst.dk)  
**Fra:** nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)  
**Titel:** SV: SKifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 16-04-2015 14:40:19

Kære Tone

Så har jeg snakket med MIU, og de mener ikke nr. 2 skulle være noget problem for os. Så længe det ikke bliver et argument for at hæve den samlede pris for undersøgelsen, er vi ligeglade med hvor meget de enkelte forskere får i timen.

Mvh. Nina

---

**Fra:** Nina Hanne Holst  
**Sendt:** 16. april 2015 12:30  
**Til:** 'Tone Madsen'  
**Cc:** Anne-Marie Vægter Rasmussen; Peter Moltesen  
**Emne:** SV: SKifergasundersøgelsen (MIM Id nr.: 1665367)

Kære Tone

- 1) Det tænker jeg umiddelbart heller ikke er problematisk. (Og heller ikke overraskende)
- 2) Jeg snakker med MIU om spørgsmål 2.

Mvh. Nina

---

**Fra:** Tone Madsen [<mailto:tomad@mim.dk>]  
**Sendt:** 16. april 2015 11:31  
**Til:** Nina Hanne Holst  
**Emne:** SKifergasundersøgelsen (MIM Id nr.: 1665367)

Kære Nina

DTU spørger om to ting: 1) kan undersøgelsen udskydes til 1/11 2015? (Umiddelbart kan KEBMIN fra deres stol ikke se det store problem i det), 2) kan man bruge en enhedspris/sammen timesats for de involverede forskere fra DTU/GEUS/DCE uanset deres anciennitet/faglige tyngde, eftersom det vil give dem lidt fleksibilitet? Det er nok Peter, der er den rette til at svar på spm 2, men han har ferie... Kan du hjælpe med at afklare i hans fravær? På forhånd mange tak. Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 07-05-2015

**Afsender** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Modtagere** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)

**Akttitel** Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen

**Aktnummer** 28

**Identifikationsnummer** 1710631

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig** Tone Madsen

**Vedlagte dokumenter** RE Skifergasundersøgelse tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (MIM Id nr. 1655893)  
Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skiferg

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Fra:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Titel:** Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen  
**Sendt:** 07-05-2015 13:29:43  
**Bilag:** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skiferg.doc;

Kære Mads

Hermed vores sidste bemærkninger til jeres seneste bud på projektbeskrivelse. Med disse ændringer anser vi projektbeskrivelsen for at være færdig. Jeg vil dog gerne ha den til et sidste gennemsyn inden der skrives under (en ren version, hvor I har været vores kommentarer igennem). Derefter kan NST sætte ind i deres skabelon.

Vi har ingen kommentarer til de øvrige bilag.

Mvh Tone

---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sent:** 10. april 2015 12:07  
**To:** Mads H Odgaard  
**Cc:** anvra@nst.dk; Moltesen, Peter; nihho@nst.dk; Korup, Yvonne; Katja Scharmman  
**Subject:** Skifergasundersøgelse: tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (MIM Id nr.: 1655893)

Kære Mads

Hermed som lovet en samlet tilbagemelding fra os ovenpå mødet om skifergasudredningen d. 17. marts 2015.

- Vi accepterer, at udredningen koster 1,7 mio. kr. Herudover har vi fundet 100.000 kr., som vi ønsker at skrive ind som en option i kontrakten - dvs en mulighed for Naturstyrelsen til at trække på jeres faglighed/rådgivning for op til 100.000 kr. i 2016.
- Vi mener, at kapitlet om emissioner skal udgå - med følgende undtagelser: 1) radon-problematikken beskrives (fx i afsnit 4.4), 2) afsnit om metan i grundvand indgår (fx i afsnit 4.2) og 3) emissioner af metan fra brønden/installationerne beskrives, herunder hvordan det sikres, at udslip af metan til omgivelser reduceres/undgås, og hvad den eksisterende praksis for dette er i Danmark i dag, idet det ikke er tilladt at udlede gassen til omgivelserne; den skal afbrændes. Det ønskes også beskrevet, hvordan det sikres, at konstruktionerne (brønden, overfladeinstallationer) er tætte, og at evt. udslip overvåges. Denne del kan fx indgå i kapitel 3.3.
- Vi ønsker kapitlet om landskab og trafik integreret i undersøgelsen. Men støj, lys og vibrationer skal udgå.
- Deltagere i følgegruppen bliver følgende: Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen), Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet), Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen), Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen), Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen), Karsten Borg (civilingeniør, Miljøstyrelsen), NN (Sundhedsstyrelsen), NN (Sundhedsministeriet) samt undertegnede.

Desuden vil vi gerne gentage de 'små' punkter, som vi fremsendte sidst men som af gode grunde ikke blev taget op på mødet d. 17. marts:

- Flere følgegruppemøder
- Ønske om, at der i projektbeskrivelsen skrives ind, at første del af de 1,7 mio. kr. udbetales efter en leverance (fx udkast til samlet fremstilling og de første kapitler) - ikke efter et følgegruppemøde.
- Ønske om først at garantere offentliggørelse af rapporten senest fire måneder efter leverance af godkendt rapport.
- Præcisering af, hvor mange sider I regner med den endelige rapport bliver (angivelse af et spænd er fint)
- Fokus på teknologivurdering af *best practise* for selve bore-arbejdet
- Fokus på både beskrivende og vurderende/perspektiverende tilgang samt helhedsvurderinger af processen

Herudover er der et konkret ønske om at det hvor relevant reflekteres, hvorvidt skifergasformationerne i Polen er sammenlignelige med de danske, og om polakkerne derfor har viden, som vi/I kan anvende.

Kan I acceptere ovenstående? I så fald må I gerne sende et revideret, endeligt udkast til projektbeskrivelse inkl. bilag om

udspecificeret budget inkl. timeantal og timesatser, mv. samt svar på tidligere fremsendt spørgsmål om jeres tilgang til beskrivelsen/vurderingen af en evt. produktionsfase.  
Ring hvis I har spørgsmål. Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

Danmarks Tekniske Universitet



## UDKAST

### Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

[29. april 2017. maj 2015](#)

#### 1. Kort beskrivelse

Projekttitle: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.

Kontaktperson: Peter Moltesen/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. november 2015

#### 2. Baggrund

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas. Der ~~forventes~~ kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. Der skal derfor udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.



Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet [vedrørende en eventuel VVM-sagsbehandling af det konkrete projekt i Frederikshavns Kommune](#).

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det [pt.](#) sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets [eventuelt kommende](#) VVM-sagsbehandling. Udredningen kan eventuelt indgå i Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden [i forbindelse med konkrete spørgsmål, som udredningen eller ministeriets eventuelle arbejde med en VVM-sagsbehandlingen/ redegørelsen giver anledning til \(i relation til den konkrete sag i Frederikshavns Kommune\)](#).

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke [i af-skifergaslag](#). Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations invol-*

ving hydraulic fracturing in Europe” og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav ”Fracking for Shale Gas Production”.

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand, håndtering af affald fra boringerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af boringer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, ene

anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange boringer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktioner som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer.

Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det belyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign.

Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### Metan og andre klimagasser

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af borerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke:

- En human sundhedsrisikoanalyse, eller en generel folkesundsanalyse af mulige berørte naboer til skifergasanlæg. Det er dog klart, at en fremtidig vurdering af eventuelle konkrete anlæg skal inddrage sundhedsanalyser og risikovurdering.
- En vurdering af befolkningens opfattelse og acceptabilitet af indvinding og efterforskning af skifergas og miljøpåvirkninger forbundet hermed.
- En vurdering af miljøværgeforanstaltninger forbundet med landskab, trafik, støj, lys og vibrationer
- En risikovurdering. I stedet gennemføres en risikoscreening (heri inkluderet en kvantitativ "impact screening" ift. risici). I øvrigt er det nødvendigt at understrege, at mangelfuld information

**Kommentar [TOMAD1]:** • Dette afsnit ændres i lyset af tilbagemeldinger givet i mail d. 13/4 til DTU:

"Vi mener, at kapitlet om emissioner skal udgå - med følgende undtagelser: 1) radon-problematikken beskrives (fx i afsnit 4.4), 2) afsnit om metan i grundvand indgår (fx i afsnit 4.2) og 3) emissioner af metan fra brønden/installationerne beskrives, herunder hvordan det sikres, at udslip af metan til omgivelser reduceres/undgås, og hvad den eksisterende praksis for dette er i Danmark i dag, idet det ikke er tilladt at udlede gassen til omgivelserne; den skal afbrændes. Det ønskes også beskrevet, hvordan det sikres, at konstruktionerne (brønden, overfladeinstallationer) er tætte, og at evt. udslip overvåges. Denne del kan fx indgå i kapitel 3.3."

OG

"Vi ønsker kapitlet om landskab og trafik integreret i undersøgelsen."



om, hvilke kemikalier der bliver anvendt ifm. indvindingen, indebærer stor usikkerhed om, hvad der kan formodes at komme op fra undergrunden ifm. indvindingen af skifergas. Dette har betydning for kvaliteten af den risikoscreening, der beskrives i den videnskabelige udredning og dermed for de miljøværgesforanstaltninger der beskrives i den videnskabelige udredning.

- Vurdering af de drivhusgasser, som produceres af maskiner, lastbiler, eller ved afbrænding af skifergas frem for de nuværende brændstoffer, der anvendes til energiproduktion.

**Kommentar [TOMAD2]:** Der er vel flere emissioner, der udelades, jf. ovenfor?

Vurderingen af miljøafværgesforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgesforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### 4. Fremgangsmåde og metode

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgesforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og forurening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. ~~en~~ fremlæggelse, drøftelse og beslut-

ninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i projektgruppen og styregruppen og følgegruppen.

**Kommentar [SK3]:** Er dette lig "kernegruppen"? I givet fald nok bedst kun at bruge den ene betegnelse.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

**Kommentar [SK4]:** Følgegruppen skal vel egentlig ikke nævnes i dette afsnit (specielt ift. træffe at "beslutninger om ændringer af udkast")? Følgegruppens rolle er vel blot som beskrevet i afsnittet om organisering: "Følgegruppen orienteres om fremdriften og opmærksomhedspunkter fremadrettet".

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. Aht.For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af borer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Clima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013

- "Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada", maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 borer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af borer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske borer med frakturering. [Klima-, Energi- og Bygningsministeriets Energistyrelsen](#) bidrager til [kortlægning af grænsning](#) af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

## 5. Tidsplan og ressourcer

**Tidsplan:** Projektet færdiggøres senest den 1. november 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj					Juni					August					September				Oktober				
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																								
Kick-off møde	■																							
Mlepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5	■	■	■																					
Kernegruppemøde 1				■																				
Mlepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5				■	■	■	■	■																
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																								
Kernegruppemøde 2								■																
Styregruppemøde 1								■																
Mlepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5								■	■	■	■	■	■											
Følgegruppemøde 1													■											
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																								
Kernegruppemøde 3													■											
Mlepæl 4: Første udkast til samlet rapport													■	■										
Kernegruppemøde 4																				■				
Mlepæl 5: Færdigt udkast til samlet rapport																				■	■			
Styregruppemøde 2																				■				
Følgegruppemøde 2																				■	■			
Kernegruppemøde 5																					■			
Mlepæl 6: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																				■	■			
Styregruppemøde 3																					■			
Følgegruppemøde 3																					■	■		
Kernegruppemøde 6																						■		
Mlepæl 7: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																						■	■	■

**Bemandingsplan:** Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere [\[er under udarbejdelse\]](#). Bilag 3 [\[er under udarbejdelse\]](#) indeholder en beskrivelse af faglige



kompetencer og relevante erfaringer hos de medarbejdere, som er ansvarlige for løsningen af de(n) specifikke opgave(r), med særlig vægt på projektlederen. Bilag 4 er en oversigt over CV'er **er under udarbejdelse** som dokumentation for medarbejdernes kompetencer.

Projektbudget: 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte følgegruppemøde skriftlige del-leverance og 50 % efter endelig godkendt afrapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt afrapportering.

**Kommentar [TOMAD5]**: Jf. mail af 13/4

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmann (geolog, Energistyrelsen)
- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Karsten Borg (civilingeniør, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Tone Madsen (chefkonsulent, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

**Kommentar [SK6]**: Man kunne overveje at flytte beskrivelsen af følgegruppen ned til sidst, således at de centrale processer for studiet, dvs. styregruppen, kernegruppen og DTUs ansvar mm gennemgås som det første.

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber (DTU Byg)
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen (DTU Miljø)
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.

- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning [vedrørende VVM-sagsbehandling af det konkrete projekt i Frederikshavns Kommune.](#)

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analysen af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemer. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

**Brevdato** 07-05-2015  
**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** RE: Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1710875  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** RE Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen (MIM Id nr. 1710631)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** RE: Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen  
**Sendt:** 07-05-2015 14:23:25

Kære Tone

Meget fint. Vi er i fuld gang med at samle de sidste bilag sammen og vender meget snart tilbage, så I kan få alle dokumenter til et sidste gennemsyn.

Mvh.

Mads

---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sent:** 7. maj 2015 13:30  
**To:** Mads H Odgaard  
**Subject:** Sidste kommentarer til projektbeskrivelsen (MIM Id nr.: 1710631)

Kære Mads

Hermed vores sidste bemærkninger til jeres seneste bud på projektbeskrivelse. Med disse ændringer anser vi projektbeskrivelsen for at være færdig. Jeg vil dog gerne ha den til et sidste gennemsyn inden der skrives under (en ren version, hvor I har været vores kommentarer igennem). Derefter kan NST sætte ind i deres skabelon.

Vi har ingen kommentarer til de øvrige bilag.

Mvh Tone

---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sent:** 10. april 2015 12:07  
**To:** Mads H Odgaard  
**Cc:** [anvra@nst.dk](mailto:anvra@nst.dk); Moltesen, Peter; [nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk); Korup, Yvonne; Katja Scharmann  
**Subject:** Skifergasundersøgelse: tilbagemelding på mødet d. 17. marts 2015 (MIM Id nr.: 1655893)

Kære Mads

Hermed som lovet en samlet tilbagemelding fra os ovenpå mødet om skifergasudredningen d. 17. marts 2015.

- Vi accepterer, at udredningen koster 1,7 mio. kr. Herudover har vi fundet 100.000 kr., som vi ønsker at skrive ind som en option i kontrakten - dvs en mulighed for Naturstyrelsen til at trække på jeres faglighed/rådgivning for op til 100.000 kr. i 2016.
- Vi mener, at kapitlet om emissioner skal udgå - med følgende undtagelser: 1) radon-problematikken beskrives (fx i afsnit 4.4), 2) afsnit om metan i grundvand indgår (fx i afsnit 4.2) og 3) emissioner af metan fra brønden/installationerne beskrives, herunder hvordan det sikres, at udslip af metan til omgivelser reduceres/undgås, og hvad den eksisterende praksis for dette er i Danmark i dag, idet det ikke er tilladt at udlede gassen til omgivelserne; den skal afbrændes. Det ønskes også beskrevet, hvordan det sikres, at konstruktionerne (brønden, overfladeinstallationer) er tætte, og at evt. udslip overvåges. Denne del kan fx indgå i kapitel 3.3.
- Vi ønsker kapitlet om landskab og trafik integreret i undersøgelsen. Men støj, lys og vibrationer skal udgå.
- Deltagere i følgegruppen bliver følgende: Katja Scharmann (geolog, Energistyrelsen), Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet), Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen), Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen), Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen), Karsten Borg (civilingeniør, Miljøstyrelsen), NN (Sundhedsstyrelsen), NN (Sundhedsministeriet) samt undertegnede.



Desuden vil vi gerne gentage de 'små' punkter, som vi fremsendte sidst men som af gode grunde ikke blev taget op på mødet d. 17. marts:

- Flere følgegruppemøder
- Ønske om, at der i projektbeskrivelsen skrives ind, at første del af de 1,7 mio. kr. udbetales efter en leverance (fx udkast til samlet fremstilling og de første kapitler) - ikke efter et følgegruppemøde.
- Ønske om først at garantere offentliggørelse af rapporten senest fire måneder efter leverance af godkendt rapport.
- Præcisering af, hvor mange sider I regner med den endelige rapport bliver (angivelse af et spænd er fint)
- Fokus på teknologivurdering af *best practise* for selve bore-arbejdet
- Fokus på både beskrivende og vurderende/perspektiverende tilgang samt helhedsvurderinger af processen

Herudover er der et konkret ønske om at det hvor relevant reflekteres, hvorvidt skifegasformationerne i Polen er sammenlignelige med de danske, og om polakkerne derfor har viden, som vi/I kan anvende.

Kan I acceptere ovenstående? I så fald må I gerne sende et revideret, endeligt udkast til projektbeskrivelse inkl. bilag om udspecificeret budget inkl. timeantal og timesatser, mv. samt svar på tidligere fremsendt spørgsmål om jeres tilgang til beskrivelsen/vurderingen af en evt. produktionsfase.

Ring hvis I har spørgsmål. Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent

Mobil: (+45) 4139 2419

[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4

1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 20-05-2015

**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)

**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Akttitel** Skifergas videnskabelig udredning: Tilbud

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1727300

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** Skifergas videnskabelig udredning Tilbud  
Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas  
BILAG 1 - Skifergas videnskabelig udredning  
BILAG 2 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas  
BILAG 3 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning.doc  
BILAG 4 - CV'er - Skifergas videnskabelig udredning  
Bilag 5 A - Kvalitetshåndbog\_GEUS  
Bilag 5 B - Kvalitetsstyring\_faglig\_raadgivning\_DCE\_130606

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** Skifergas videnskabelig udredning: Tilbud  
**Sendt:** 20-05-2015 11:07:34  
**Bilag:** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas.doc; BILAG 1 - Skifergas videnskabelig udredning.doc; BILAG 2 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas.xls; BILAG 3 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning.doc.xlsx; BILAG 4 - CV'er - Skifergas videnskabelig udredning.pdf; Bilag 5 A - Kvalitetshåndbog\_GEUS.pdf; Bilag 5 B - Kvalitetsstyring\_faglig\_raadgivning\_DCE\_130606.pdf;

Kære Tone Madsen

Hermed vedhæftet det samlede tilbud på en videnskabelig udredning om skifergas.

Vi imødeser at modtage kontrakten og ser frem til at komme i gang med opgaven.

Med venlig hilsen

**Mads H Odgaard**

Projektleder

Afdeling for Innovation og Sektorudvikling

---

**Danmarks Tekniske Universitet**

Anker Engelundsvej 1, bygning 101A

Bygning 101a

2800 Kgs. Lyngby

Direkte telefon 45251248

Mobil 26258052

[maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk)

[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)



## Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

20. maj 2015

---

### 1. Kort beskrivelse

Projekttitel: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.  
Kontaktperson: Peter Moltesen/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

### 2. Baggrund

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. Der skal derfor udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det pt. sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling. Udredningen kan eventuelt indgå i Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skifergaslag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand, håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktioner som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer. Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det belyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingsstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign.

Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke:

- En human sundhedsrisikoanalyse, eller en generel folkesundsanalyse af mulige berørte naboer til skifergasanlæg. Det er dog klart, at en fremtidig vurdering af eventuelle konkrete anlæg skal inddrage sundhedsanalyser og risikovurdering.
- En vurdering af befolkningens opfattelse og acceptabilitet af indvinding og efterforskning af skifergas og miljøpåvirkninger forbundet hermed.
- En vurdering af miljøværgeforanstaltninger forbundet med, støj, lys og vibrationer
- En risikovurdering. I stedet gennemføres en risikoscreening (heri inkluderet en kvantitativ "impact screening" ift. risici). I øvrigt er det nødvendigt at understrege, at mangelfuld information om, hvilke kemikalier der bliver anvendt ifm. indvindingen, indebærer stor usikkerhed om, hvad der kan formodes at komme op fra undergrunden ifm. indvindingen af skifergas. Dette har betydning for kvaliteten af den risikoscreening, der beskrives i den videnskabelige udredning og dermed for de miljøværgeforanstaltninger der beskrives i den videnskabelige udredning.
- Vurdering af de drivhusgasser, som for eksempel (men ikke udelukkende) de drivhusgasser som produceres af maskiner, lastbiler, eller ved afbrænding af skifergas frem for de nuværende brændstoffer, der anvendes til energiproduktion.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og foru-



rening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af boringer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og production af kulbringer (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014

- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Clima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013
- "Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada", maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

#### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 borer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af borer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske borer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

#### **5. Tidsplan og ressourcer**

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj		Juni					August					September				Oktober				November				
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																									
Kick-off møde																									
Kernegruppemøde 1																									
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																									
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																									
Kernegruppemøde 2																									
Styregruppemøde 1																									
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																									
Følgegruppemøde 1																									
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																									
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																									
Kernegruppemøde 4																									
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																									
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																									
Styregruppemøde 2																									
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																									
Følgegruppemøde 1																									
Kernegruppemøde 5																									
Styregruppemøde 3																									
Følgegruppemøde 3																									
Kernegruppemøde 6 + 7																									
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																									

**Bemandingsplan:** Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.

**Projektbudget:** 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt afrapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen)

- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Tone Madsen (chefkonsulent, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

## **BILAG 1 – Skifergas videnskabelig udredning**

### **Formål**

1. At afklare den eksisterende viden.
2. At afklare mulige afværgeforanstaltninger for at reducere negative miljøpåvirkninger.
3. At afklare om det er muligt at overføre dette til danske forhold.
4. At afklare hvor der mangler viden.

Disse punkter forventes at blive løst for hvert emne.

### **Leverance**

Videnskabelig udredning baseret på studie af litteraturen.

## Oversigt over opgaveindhold

### Indhold

KAPITEL 1 Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger .....	3
1.1. Overordnet, kortere procesbeskrivelse af skifergasproduktion både i en efterforskningsfase og en indvindingsfase .....	3
1.2. Overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas .....	3
KAPITEL 2 Skifergas og regional geologisk karakterisering .....	4
2.1 Introduktion til skifergas .....	4
2.2. Regional geologisk karakterisering .....	4
KAPITEL 3 Boring og effekter af frakturering .....	4
3.1. Frakturering i skifer .....	4
3.2. Seismisk aktivitet .....	4
3.3. Brøndintegritet .....	5
KAPITEL 4 Påvirkninger på miljø og vandressourcer .....	5
4.1 Vandressourcer og vandforbrug .....	5
4.2 Kemikalier og forurening af vandressourcer .....	5
4.3 Spildevand og affald .....	6
4.4. Radioaktive stoffer .....	6
KAPITEL 5 Effekter på landskab og trafik .....	6
5.1. Landskab og trafik .....	6



## **KAPITEL 1 Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger**

Ansvarlig: Lektor Steffen Foss Pedersen DTU Miljø. Medansvarlig: Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE og seniorforsker Anders Johnsen, GEUS

Samlet fremstilling af de forskellige trin i skifergasindvinding fra efterforskning til produktion med det formål at understrege de kritiske aktiviteter, som kan føre til negative påvirkninger af miljøet. Herunder en beskrivelse af, hvad skifergas er, hvor den findes i Danmark, samt den geologiske karakterisering af den relevante danske skiferformation.

### **1.1. Overordnet, kortere procesbeskrivelse af skifergasproduktion både i en efterforskningsfase og en indvindingsfase**

- Hvad er skifergas i en dansk sammenhæng, og hvordan dannes den?
- Geologisk karakterisering af relevante danske skiferformationer
- Gennemgang af metoder til vurdering af størrelse og estimater af størrelse af skifergas ressourcer i danske områder
- Beskrivelse af brønde
- 
- Beskrivelse af fraktureringsprocessen i undergrunden
- Beskrivelse af de vigtigste mekanismer for transport af gas og væske i skiferens porerum ifm. skifergasproduktion
- Beskrivelse af fraktureringsvæsker og "proppants" (afstivningsmaterialer) og baggrunden for valget af disse
- Beskrivelse af vandbehov
- Beskrivelse af problematikkerne ved flowback-væske, produktionsvæske og andet affald og spildevand
- Beskrivelse af påvirkning af undergrunden
- Beskrivelse af hvad man kan kalde et lille, mellem og stor indvindingsplads samt hvad man kan kalde sporadiske, udbredt og meget udbredt udvindingsaktivitet set med Danske forhold og i lyset af internationale erfaringer
- Tidshorisonter for efterforskning og indvinding

### **1.2. Overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas**

Ansvarlig: Seniorforsker Igor Kozine, DTU Man Eng. og lektor Steffen F. Hansen, DTU Miljø

- Risikoscreening af:
  - Lækage af gas fra brønden eller gas udslip ved blowout
  - Lækage af væsker fra brønden
  - Spild af flowback-væske og boremudder
  - Spild under generel håndtering af væsker, kemikalier på borepladsen
  - Påvirkning af vandressourcen herunder drikkevand, overfladevand og grundvandsafhængig natur
  - Forurening af grundvand og overfladevand, herunder grundvandsforurening fra fraktureringen via uønsket videre frakturdannelse i undergrunden
  - Påvirkning af miljøkvalitet i overfladevand og påvirkning af beskyttet natur
  - Seismologisk aktivitet
  - Miljøpåvirkning af radioaktive stoffer
  - Emission af metan og andre klimagasser og luftforurening

- O.a.
- Overførsel af risikovurderinger fra andre lande til danske forhold?
- Hvilke afværgeforanstaltninger findes for de pågældende risikoområder og kan de overføres til danske forhold. Herunder forslag til monitorering før, under og efter skifergasproduktion og evt. forslag til yderligere forskning på disse områder.

## **KAPITEL 2 Skifergas og regional geologisk karakterisering**

Ansvarlig: Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS

### **2.1 Introduktion til skifergas**

- Hvad er skifergas (hvad består det af)? (GEUS)
- Hvad er skifergas i den danske sammenhæng? (GEUS)
- Hvordan dannes skifergas? (GEUS)

### **2.2. Regional geologisk karakterisering**

- Geologisk karakterisering af relevante danske skiferformationer, herunder udbredelse, stratigrafi, geokemi, thermal historie, prospektive områder med videre (GEUS)
- Gennemgang af metoder til vurdering af skifergas ressourcens størrelse og estimater heraf for danske områder (GEUS)

## **KAPITEL 3 Boring og effekter af frakturering**

Ansvarlig: Professor Ida L. Fabricius, DTU Byg

### **3.1. Frakturering i skifer**

- Beskrivelse af state-of-the-art fraktureringsprocessen for lerskifer (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
  - Beskrivelse af de vigtigste mekanismer for transport af gas og væske i skiferens porerum ifm. skifergasproduktion (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen i dialog med DTU Miljø, Steffen Foss Pedersen)
  - Overførsel af erfaringer fra frakturering i Nordsøen og resten af verden (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Geomekaniske egenskaber af den danske skifer (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Potentialet for at anvende forskellige typer af vand i fraktureringsvæsken (brakvand, saltvand, etc.) (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Udbredelse/forstørrelse af sprækker mod eksempelvis overfladen, til vandmagasiner, forkastninger, større naturlige sprækker eller til undergrund med større permeabilitet for gas og væske (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen i samarbejde med GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Beskrivelse af mulige afværgeforanstaltninger (GEUS, Trine Dahl-Jensen)

### **3.2. Seismisk aktivitet**

- Beskrivelse af seismologisk aktivitet i DK. Herunder en tabel over registrerede jordskælv i Danmark, deriblandt følte jordskælv (GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Induceret seismologisk aktivitet i forbindelse med frakturering og mulig injektion af spildevand til undergrunden (GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Beskrivelse af mulige afværgeforanstaltninger, herunder monitorering (GEUS, Trine Dahl-Jensen)

### 3.3. Brøndintegritet

- Erfaringer fra Nordsøen for brønde (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Sikker konstruktion af brønde for at undgå lækage af gas og væsker både under produktion og efter dekommissionering (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Eventuel påvirkning af brøndenes integritet ifm. seismologisk aktivitet (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Beskrivelse af forebyggende foranstaltninger for brøndlækage og for overfladeinstallationer, herunder monitorering, særligt mhp. at forebygge og overvåge udslip af metan (DTU Byg, Björn Johannesson, dialog med DTU Miljø, Charlotte Scheutz)

## KAPITEL 4 Påvirkninger på miljø og vandressourcer

Ansvarlig: Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø

### 4.1 Vandressourcer og vandforbrug

- Kvantificering af vandforbrug til frakturering og gasproduktion sammenlignet med vandressourcen (GEUS, Jacob Kidmose)
- Effekt af vandindvinding på overfladevandsområder og grundvandsafhængig natur (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen og Jesper Fredshavn)
- Rumlig karakterisering af områder med særlige drikkevandsinteresser og potentielle skifergasområder for at identificere potentielle interessekonflikter (GEUS, forsker Jacob Kidmose)
- Fordele og ulemper ved anvendelse af andre typer vand så som genbrugt vand, brakvand eller havvand for at reducere vandforbruget (GEUS, forsker Jacob Kidmose)
- Forudgående og efterfølgende monitorering af grundvandsstand, vandføring mv. (GEUS, forsker Jacob Kidmose)

### 4.2 Kemikalier og forurening af vandressourcer

- Beskrivelse af stofgrupper i fraktureringsvæske (DCE, Hans Sanderson, i samarbejde med DTU Miljø, Poul L. Bjerg, Steffen F. Hansen)
- Beskrivelse af transporten af (metan)gas og væske undergrunden for at afdække risikoen for forurening
  - Beskrivelse af transporten i skiferlaget efter frakturering (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
  - Beskrivelse af transporten i grundvandszonen (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
- Beskrivelse af forurenende stofgruppers skæbne i miljøet
  - Transport og skæbne af miljøfremmede stoffer (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
  - Transport og geokemiske processer for uorganiske stoffer (fra evt. tilført vand og uorganiske stoffer frigivet fra skiferformationen) (GEUS, Jakob B. Kidmose)
- Beskrivelse af miljøpåvirkningen af metan emission (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
  - Metan i dansk grundvand (GEUS, Troels Laier)
  - Metan fra skifergasproduktion i grundvand (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
- Mulige påvirkninger af jord ved spild (DCE, Anne Winding)
- Mulige miljøpåvirkninger af gas og forurenende stoffer i grundvandsmagasiner (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
- Mulige påvirkninger af overfladevand, herunder udledte kemikalier, termisk påvirkning og hydraulisk effekt af udledning af procesvand (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen, Martin Mørk, Jakob Strand)
- Afværgemekanismer for at reducere metan emissioner fra brønden/installationer (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)

- Beskrivelse af afværgeforanstaltninger for at undgå spild og negative påvirkninger af miljøet (DTU Miljø, Poul L. Bjerg, GEUS, Jakob B. Kidmose,, DCE, Poul Nordemann Jensen)
- Forudgående og efterfølgende monitoring af grund- og overfladevand (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen, GEUS, Jakob B. Kidmose, DTU Miljø, Poul L. Bjerg)

#### **4.3 Spildevand og affald**

- Beskrivelse af udfordringer ved og strategier for håndtering af og oprensning af spildevand fra skifergasproduktion (DTU Miljø, Henrik Andersen)
- Håndtering af deponering af boremudder og borespåner (DTU Miljø, Peter Kjeldsen)

#### **4.4. Radioaktive stoffer**

- Beskrivelse af radioaktive stoffer frigivet fra skiferformationen (GEUS, Peter Gravesen)
- *Best practice* for håndtering og deponering af radioaktive stoffer (GEUS, Peter Gravesen)
  - Borespåner
  - Opløst i spildevand
  - På gasform (radon)

### **KAPITEL 5 Effekter på landskab og trafik**

Ansvarlig: Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg

#### **5.1. Landskab og trafik**

Ansvarlig: Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg

- Beskrivelse af borepladsen, dens infrastruktur, og rumlige udbredelse fra anlæggelse til dekommissionering, og det potentielle antal af borepladser ved kommerciel produktion, samt efterfølgende retablering af borepladsens areal (DTU Byg, Lotte Bjerregaard Jensen, Maja Nikolajew)
- Beskrivelse af påvirkning på landskab, herunder borepladsens (-ernes) størrelse i forhold til landskabets struktur, arealanvendelse, kulturlandskab, og øvrige beskyttelsesforhold, herunder særlige hensyn til beskyttede naturtyper – akvatiske og terrestriske, samt mulige afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DCE, Pia Frederiksen)
- Beskrivelse af visuel påvirkning og mulige afværgemekanismer, for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Byg, Lotte Bjerregaard Jensen, Maja Nikolajew)
- Beskrivelse af trafik og påvirkningen deraf samt afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Transport, Thomas Sick Nielsen)

**BILAG 2 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas**

**Budget for videnskabelig udredning om skifergas baseret på BILAG 1**

Timebudget **1.700.000,00**

				DTU Miljø	DTU Byg	DTU Trans- port	DTU Man Eng	DTU i alt	GEUS	DCE									
8,8%	148.950,00	Overordnet projektkoordination		69%				69%	16%	16%	1	102.500,00	-	-	-	102.500,00	23.225,00	23.225,00	
3,3%	56.500,00	Projektmøder	100%	38%	8%		8%	54%	23%	23%	1	21.500,00	4.500,00		4.500,00	30.500,00	13.000,00	13.000,00	
0,9%	16.100,00	Styregruppemøde	100%	50%				50%	25%	25%	1	8.000,00	-	-	-	8.000,00	4.050,00	4.050,00	
5,7%	97.000,00	Overordnet kvalitetssikring (QA)	100%	71%				71%	14%	14%	1	69.000,00	-	-	-	69.000,00	14.000,00	14.000,00	
												-	-	-	-	-	-	-	
<b>Kapitel 1 andel Beløb</b>	<b>Kapitel andel</b>	<b>Kapitel</b>	<b>Andel</b>	<b>Beløb</b>															
		<b>1</b>																	
12,1%	206.200,00	Overordnet procesbeskrivelse af skifergasproduktion	1.1	111.200,00	46%	0%		0%	46%	27%	27%	1	51.000,00	-	-	-	51.000,00	30.100,00	30.100,00
		Overordnet beskrivelse af risici	1.2	95.000,00	50%	0%		50%	100%	0%	0%	1	47.500,00	-	-	47.500,00	95.000,00	-	-
												-	-	-	-	-	-	-	
<b>Kapitel 2-4 andel</b>	<b>76.000,00</b>	<b>2</b>																	
		Introduktion til skifergas	2.1	31.200,00						100%		1	-	-	-	-	31.200,00	-	
		Regional geologisk karakterisering	2.2	41.000,00						100%		1	-	-	-	-	41.000,00	-	
		Kvalitetssikring		3.800,00		35%			35%	65%	1	-	1.330,00	-	-	1.330,00	-	2.470,00	
62,4%	1.060.300,00			317.250,00															
		<b>3</b>																	
		Frakturering i skifer	3.1	178.250,00		86%			86%	14%	1	-	153.000,00	-	-	153.000,00	25.250,00	-	
		Seismisk aktivitet	3.2	63.500,00						100%	1	-	-	-	-	-	63.500,00	-	
		Brøndintegritet	3.3	60.500,00	15%	85%			100%		1	9.000,00	51.500,00	-	-	60.500,00	-	-	
		Kvalitetssikring		15.000,00		50%			50%	50%	1	-	7.500,00	-	-	7.500,00	7.500,00	-	
				667.050,00															
		<b>4</b>																	
		Vandressourcer og vandforbrug	4.1	96.000,00						69%	31%	1	-	-	-	-	66.500,00	29.500,00	
		Kemikalier og forurening af vandressourcer	4.2	438.800,00	47%	3%			51%	13%	36%	1	208.400,00	15.000,00	-	-	223.400,00	59.000,00	156.400,00
		Spildevand og affald	4.3	53.000,00	100%				100%		1	53.000,00	-	-	-	53.000,00	-	-	
		Radioaktive stoffer	4.4	47.500,00						100%	1	-	-	-	-	-	47.500,00	-	
<b>Kapitel 5 andel</b>	<b>114.950,00</b>	<b>Kvalitetssikring</b>		31.750,00	30%				30%	30%	40%	1	9.500,00	-	-	9.500,00	9.500,00	12.750,00	
6,8%		<b>5</b>																	
		Landskab og trafik	5.1	109.202,50		49%	18%		67%	33%	1	-	53.000,00	19.000,00	-	-	72.000,00	-	37.202,50
		Kvalitetssikring		5.747,50		67%				33%	1	-	3.850,83	-	-	3.850,83	-	1.896,68	
<b>Procent</b>	<b>Total</b>																		
100,0%	1.700.000,00	579.400,00	289.680,83	19.000,00	52.000,00	<b>940.080,83</b>	<b>435.325,00</b>	<b>324.594,18</b>					<b>1.700.000,00</b>						
										<b>Total andel til kvalitetssikring</b>			91.180,83	31.000,00	31.116,68				

### Bilag 3 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning

#### DTU

##### DTU Miljø

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Steffen Foss Hansen	309000	744	415,32
Charlotte Scheutz	62000	864	71,76
Poul Løgstrup Bjerg	155400	1140	136,32
Henrik Rasmus Andersen	26500	834	31,77
Peter Kjeldsen	26500	898	29,51

##### DTU Man Eng

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Igor Korzine	52.000	857	60,68

##### DTU Byg

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Ida Lykke Fabricius	13330	1008,88	13,21
Morten Kanne Sørensen	209500	623,18	336,18
Björn Johannesson	10000	875,2	11,43
Lotte Bjerregaard Jensen	8851	883,5	10,02
Maja Nikolajew	48000	623,18	77,02

##### DTU Transport

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Thomas Sick Nielsen	19.000	882	21,5

##### DCE

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Hans Sanderson	41590	978	42,5
Pia Frederiksen	39100	1077	36,3
Jes Rasmussen	45040	801	56,2
Martin Mørk	19220	961	20
Jakob Strand	19000	950	20
Jesper Fredshavn	16500	1043	15,8
Poul Nordemann	121785	1049	116,1
Anne Winding	22360	1118	20

##### GEUS

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Jacob Kidmose	99786	979	101,93

Niels Schovsbo	74158	979	75,75
Anders R Johnsen	69905	979	71,41
Troels Laier	29630	979	30,27
Trine Dahl-Jensen	90708	979	92,65
Peter Gravesen	50088	1294	38,71
Flemming Larsen	21050	1294	16,27

**Fordeling i kr. pr. opgave**

1.1      1.2      2.1      2.2      Kvalitetssikring 3.1      3.2

51000      47500

47.500

1330

153000

2470

30100



30100

31200

41000

25250

63500

3.3	Kvalitetssikring 4.1	4.2	4.3	4.4	Kvalitetssikring 5.1
					9500
9000		53000			
		155400			
			26500		
			26500		
	7500				
41500		15000			
10000					
					5000
					48000
					19.000
			39120		
					37203
	13000	32040			
		19220			
		19000			
	16500				
		24660			12750
		22360			
	66500	31.328			

27672

47500

7500

9500

**Kvalitetssikring Overordnet projektkoordination Projektmøder Styregruppemøder Overordnet kva**

102500

21500

8000

69000

4500

4500

3851

1897

23225

13000

4050

14000

1958

23225

1958

2580

1958

1958

2588

14000

4050

litetssikring (QA)

I alt

309000

62000

155400

26500

26500

52000

13330

209500

10000

8851

48000

19000

41590

39100

45040

19220

19000

16500

121785

22360

99786

74158

69905

29630

90708

50088

21050

## Curriculum vitae

Steffen Foss Hansen currently is Associate Professor in Regulatory Engineering at the Technical University of Denmark, Department of Environmental Engineering and NanoDTU. He conducts research into 1) how science and engineering can best be used in regulatory settings in situations pervaded by scientific uncertainty and complexity and 2) risk analysis, regulation and governance of nanotechnologies, and the applicability of decision-making tools under uncertainty. He has several scientific publications including four publications in Nature Nanotechnology and 30 ISI publications and his H-index is 11 and 15 according to Web of Science and Google Scholar, respectively. He is furthermore actively involved in the expert advisory group on nanotechnology of the World Health Organization and he is a Member of the ECHA Nanomaterial Working Group representing the European Environment Bureau on Scientific and Technical issues. He has organized and taught continued courses on Risk assessment of nanomaterials for staff of the European Chemical Agency and since 2004 he has taught courses at Master level in 1) Nanotechnology and the Environment and 2) Environmental Management and Ethics. He has been an invited speaker at 10 international conferences and has guest-lectured at Roskilde University, University of Massachusetts, Lowell, Northeastern University, and Harvard University. He has recently completed continued education courses in 1) Leadership and management, 2) Project management, 3) University teaching and 4) PhD-supervision at DTU. He is the main supervisor of one PhD-student and co-supervises three PhD-students in Denmark and Norway.

## PERSONAL INFORMATION

Name: Steffen Foss Hansen

Researcher ID: D-1366-2014

Profile URL : <http://www.researcherid.com/rid/D-1366-2014>

Date of birth: March 5, 1979

URL for web site:<http://www.dtu.dk/english/Service/Phonebook/Person?id=28028&tab=1>

Google scholar: <http://scholar.google.dk/citations?user=csFCBXkAAAAJ&hl=en>

## • EDUCATION

- |      |   |
|------|---|
| 2009 | PhD Environmental Engineering<br>DTU Environment, Technical University of Denmark |
| 2004 | M. Tech. Soc.<br>Technical, Environment and Social Studies, Roskilde University   |

## • CURRENT POSITION(S)

- |        |   |
|--------|---|
| 2013 – | Associate Professor<br>DTU Environment, Technical University of Denmark |
|--------|---|

## • PREVIOUS POSITIONS

- |             |   |
|-------------|---|
| 2012 – 2013 | Senior Researcher<br>DTU Environment, Technical University of Denmark |
| 2011 – 2012 | Guest researcher<br>European Environment Agency, Copenhagen, Denmark  |
| 2011 – 2012 | Expert consultant<br>Millieu Ltd, Brussels, Belgium                   |
| 2010 – 2011 | Part-time consultant  |



- 2008-2011 Institute of Occupational Medicine, Edinburgh, Scotland  
Post Doc  
DTU Environment, Technical University of Denmark
- 2007 Intern  
Project for Emerging Nanotechnologies at the Woodrow Wilson Center for International Scholars, Washington, D.C. U.S.A
- 2007 Visiting research scholar  
Nanomanufacturing Center of Excellence and the Work Department, University of Massachusetts, Lowell, U.S.A.

• **FELLOWSHIPS AND AWARDS**

- 2013 Best course of the year 2012/2013 chosen by the students - Chemicals in the Environment, DTU Environment, Technical University of Denmark
- 2009 The Director Gorm-Petersen memorial grant to young scientist in promising development, Technical University of Denmark
- 2005 Best course of the year 2004/2005 chosen by the students - Environmental Management and Ethics, DTU Environment, Technical University of Denmark

• **SUPERVISION OF GRADUATE STUDENTS AND POSTDOCTORAL FELLOWS**

- 2012– Main supervisor of one PhD-student and co-supervisor of 4 PhD-students at DTU Environment, Technical University of Denmark and Department of Public and International Law, University of Oslo

• **TEACHING ACTIVITIES (if applicable)**

- 2011- Course coordinator, Environmental Management and Ethics, DTU Environment, Technical University of Denmark
- 2011- Course coordinator, Nanotechnology and the Environment, DTU Environment, Technical University of Denmark

• **COMMISSIONS OF TRUST (if applicable)**

- 2009-10 Expert in the RIP-oN 1 project on Substance identification of Nanomaterials, European Commission
- 2011- Expert advisory group on nanotechnology of the World Health Organization, WHO, Bonn, Germany
- 2012– Member to the Nanomaterial Working Group representing the European Environment Bureau on Scientific and Technical issues, European Chemical Agency, Helsinki, Finland
- 2013– Assessor of Grant Applications related to NANO2021  
Innovasjonsprosjekter i næringslivet innen nanoteknologi og avanserte materialer, Norway research council
- 2013– Ph.D-Examiner, Technical University of Denmark
- 2013– Examiner, Environmental Regulation and History, International Master of Science in Environmental Risk

## CV for Charlotte Scheutz



### Positions and degrees

- 2006- Associate Professor, DTU Environment
- 2002-2006 Assistant Professor, DTU Environment
- 2001-2002 Research Assistant, DTU Environment
- 1998-2002 Ph.D. Student, DTU Environment
- 1998 M.Sc. in Environmental Science and Engineering, Technical University of Denmark

### Research area

The research field is waste management covering waste characterization (with emphasis on household, garden/park, shredder, and foam insulation wastes), waste management technologies (landfilling and composting), and life cycle assessment of waste management technologies and systems. An expert field is quantification of gaseous emissions from facilities treating organic residues. Leader and participant in several research projects in collaboration with waste management companies, leading consulting companies, administrative bodies (Danish EPA, Danish Regions/former counties) and universities (international and national).

### ISI Journal publications

>48 ISI publications, > 380 citations, H-index=12 (Web of Science)

### Projects, selected

- 2013- Optimisation of value chains for biogas production in Denmark (Bio Chain). The Danish Council for Strategic Research.
- 2013- LaGas: Diagnostics, Monitoring and Mitigation of N<sub>2</sub>O (Laughing Gas) Emissions from Wastewater Treatment Operations: Towards Climate Compatible Wastewater Technology. The Danish Council for Strategic Research.
- 2012- IRMAR, Integrated Resource Management & Recovery. The Danish Council for Strategic Research.
- 2012- Biowaste. A cross border collaboration project on biowaste management. INTERREG 4 A Southern Denmark-Schleswig-K.E.R.N.
- 2011- Quantification of gas emissions from Danish landfills. Collaboration contract with COWI.
- 2011- AV Miljø Landfill: Pilot scale study on removal of methane emission from AV Miljø landfill by a biological methane oxidizing filter.
- 2008-2012 REMTEC, Innovative Remediation and assessment Technologies for contaminated soil and groundwater. The Danish Agency for Science Technology and Innovation under the Programme commission on sustainable energy and environment
- 2008-2011 Klintholm I/S/DEPA: Mitigation of the methane emission from Klintholm Landfill using a biocover system
- 2005-2008 EU Life III/DEPA: BIOCOVER - Reduction of Greenhouse Gas Emission from European Landfills by use of Engineered Biocovers".

### Leadership experiences and boards/committees, selected

- 2011- Head of PhD Program at DTU Environment
- 2011-2013 Head of Residual Resource Engineering Section at DTU Environment
- 2011-2013 Member of Research committee at DTU Environment
- 2009-2010 Coordinator of the Solid Waste Research Group at DTU Environment
- 2007- Member of Research Group Solid Waste at DTU Environment

### Teaching

Has taught classes in solid waste management, soil and groundwater pollution and remediation, environmental processes, air pollution and environmental effects, climate change, mass flow analysis and resource engineering. Courses have been taught at all levels; bachelor, master, PhD, and continued education. Teaching activities have included forming of learning objective, development of course schedule, teaching materials, lectures, exercises (calculatory, field and lab), examination, and evaluation. Graduated more than 14 master students and bachelor students. Graduated 6 PhD students and is currently main supervisor or co-supervisor for 10 PhD-students.

**Supervision of Ph.D. Students**

Supervisor/co-supervisor for 10 PhD-projects. On-going 2014:

- Morten B. Jensen (from 2012): Environmental assessment of biowaste management in the Danish/German border region
- Manfred Klinglmair (from 2012): Quantification and critical analysis of resource flows in Denmark
- Irina Naroznova (from 2012): Municipal organic waste management - Assessing existing and new approaches and technologies in a changing framework
- Vincent Maklawe (from 2012): Composition of municipal solid waste in Denmark
- Ramona Götze (from 2012): Composition of waste materials and recyclables
- Temesgen Fitamo (2013): Systematic quantification of biogas potential in urban organic waste
- Antonio Delre (2013): Develop, implement, and validate a novel whole-plant quantification tool to estimate GHG emissions based on gas plume measurement.
- Julie Dam Larsen (2013): Environmental assessment of sewage sludge management – focusing on red bed mineralisation
- Lotte Fjelsted (2014): Development of innovative landfill gas management technologies
- Nynne Nørup (2015): Environmental Assessment of collection, recycling and disposal of textile waste.

**Selected ISI Publications including 2015, published, in press, submitted**

- Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Rella, C. W., Scheutz, C. (2014). Quantifying methane emission from fugitive sources by combining tracer release and downwind measurements – a sensitivity analysis based on multiple field surveys. *Waste Management*, 34, 1416–28.
- Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Scheutz, C. (2015). Quantification of methane emission from 15 Danish landfills using mobile tracer dispersion method. *Waste Management*, 35, 177–186.
- Mou, Z.S., Scheutz, C., Kjeldsen, P., 2014. Evaluating the biochemical methane potential (BMP) of low-organic waste at Danish landfills. *Waste Management*, 34, 11, 2251-2259.
- Mou, Z.S., Scheutz, C., Kjeldsen, P., 2015. Evaluating the methane generation rate constant (k value) of low-organic waste at Danish landfills. *Waste Management*, 35, 170-176.
- Mou, Z.S., Scheutz, C., Kjeldsen, P., 2015. Evaluation and application of site-specific data to revise the first order decay model to estimate landfill gas generation and emissions at Danish landfills. *Accepted for publication in Journal of the Air & Waste Management Association*.
- Scheutz, C., Pedersen R. B., Petersen, P. H., Jørgensen J. H. B., Ucendo, I. M. B., Mønster, J. G., Samuelsson, J. Kjeldsen, P. 2014. Mitigation of methane emission from an old unlined landfill in Klintholm, Denmark using a passive biocover system. *Waste Management*. *In press*.
- Bigum, M., Petersen, C., Christensen, T.H., Scheutz, C. 2013. WEEE and portable batteries in residual household waste: Quantification and characterisation of misplaced waste. *Waste Management*, 33 (11), 2372-2380.
- Yoshida, H., Mønster, J., Scheutz, C., 2014 A plant integrated measurement of methane and nitrous gas from a municipal wastewater treatment plant. *Water Research* 61, 108-118.
- C. E. Yver-Kwok, D. Müller, C. Caldow, B. Lebegue, J. G. Mønster, C. W. Rella, C. Scheutz, M. Schmidt, M. Ramonet, T. Warncke, G. Broquet, and P. Ciais (2013). Estimation of waste water treatment plant methane emissions: methodology and results from a short campaign. *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 6, 9181-9224, 2013.
- Yoshida, H., Christensen, T.H., Scheutz, C., 2013. Life cycle Assessment of Sewage Sludge Management – a review. *Waste Management and Research* 31(11), 1083-1101.
- Yoshida, H., T.H. Christensen, and C. Scheutz (2013): A comprehensive substance flow analysis of a municipal wastewater and sludge treatment plant. *Chemosphere*. *In press*.
- Yoshida, H., Clavreul, J., Christensen T.H., Scheutz, C., 2014. Influence of data collection schemes on the Life cycle Assessment of a municipal wastewater treatment plant. *Water Research* 56, 292-303.
- Yoshida, H., Nielsen, M.P., Scheutz, C., Jensen, L.S., Bruun, S., Christensen, T.H., *Submitted*. Long-term nitrogen emission factors for land application of treated organic waste as organic fertiliser.
- Scheutz, C., Fredenslund, A. M., Chanton, J., Pedersen, G. B., and Kjeldsen, P. (2011): Mitigation of methane emission from Fakse

- landfill using a biowindow system. *Waste Management*, 31(5), 1018-1028.
- Scheutz, C., Samuelsson, J., Fredenslund, A. M., and Kjeldsen, P. (2011): Quantification of multiple methane emission sources at landfills using a double tracer technique. *Waste Management*, 31(5), 1009-1017.
- Scheutz, C., Pedicone, A., Pedersen, G. B., and Kjeldsen, P. (2011): Evaluation of respiration in compost landfill biocovers intended for methane oxidation. *Waste Management*, 31(5), 895-902.
- Scheutz, C., Fredenslund, A. M., Nedenskov, J., Samuelsson, J., and Kjeldsen, P. (2011): Gas production, composition and emission at a modern disposal site receiving waste with a low-organic content. *Waste Management*, 31(5), 946-955.
- Pedersen, G. B., Scheutz, C., and Kjeldsen, P. (2011): Availability and properties of materials for the Fakse Landfill biocover. *Waste Management*, 31(5), 884-894.
- Fredenslund, A.M., Scheutz, C., Kjeldsen, P., (2010): Tracer method to measure landfill gas emissions from leachate collection systems. *Waste Management*, 30, 2146-2152.
- Scheutz, C., Fredenslund, A.M., Nedenskov, J. and Kjeldsen, P. (2010): Release and fate of fluorocarbons in a shredder residue landfill cell: 1. Laboratory experiments. *Waste Management*, 30, 2153-2162.
- Scheutz, C., Fredenslund, A.M., Nedenskov, J. and Kjeldsen, P. (2010): Release and fate of fluorocarbons in a shredder residue landfill cell: 2. Field investigations. *Waste Management*, 30, 2163-2169.
- Scheutz, C., Durant, N.D., Broholm, M.M. 2014. Effects of bioaugmentation on enhanced reductive dechlorination of 1,1,1-trichloroethane in groundwater: a comparison of three sites. *Biodegradation*. 25, 459-478.
- Scheutz, C., Durant, N.D., Hansen, M.H., Bjerg, P. L., 2011. Natural and enhanced anaerobic degradation of 1,1,1-trichloroethane and its degradation products in the subsurface – a critical review. *Water Research* 45 (90), 2701-2723.
- Scheutz, C., Broholm, M.M., Durant, N.D., Weeth, E.B., Jørgensen, T., Dennis, P., Jacobsen, C.S., Cox, E. E., Chambon, J.C., Bjerg, P. L., 2010. A field evaluation of biological enhanced reductive dechlorination of chloroethenes in clayey till. *Environ. Sci. Technol.* 44(13), 5134-5141.
- Andersen, J.K., Boldrin, A., Christensen, T.H., Scheutz, C., 2010. Home composting as an alternative treatment option for organic household waste in Denmark: An environmental assessment using life cycle assessment-modelling. *Waste Management*. 32 (11), 31-40.
- Andersen, J.K., Boldrin, A., Christensen, T.H., Scheutz, C., 2010. Mass balances and life-cycle inventory of home composting of organic household waste. *Waste Management*. 31 (9-10), 1934-1942.
- Andersen, J.K., Christensen, T.H., Scheutz, C. 2010. Substitution of peat, fertiliser, and manure with compost in hobby gardening: User surveys and cases. *Waste Management* 30, 2483-2489.
- Andersen, J.K., Boldrin, A., Christensen, T.H., Scheutz, C. 2010. Greenhouse Gas emissions from home composting of organic household Waste. *Waste Management* 30, 2475-2482.
- Andersen, J.K., Boldrin, A., Christensen, T.H., Scheutz, C. 2009. Mass balances and life cycle inventory for a garden waste windrow composting plant (Aarhus, Denmark). *Waste Management & Research*. 28, 1010-1020.
- Andersen, J.K., Boldrin, A., Samuelsson, J., Christensen, T.H., and Scheutz, C. 2010. Quantification of GHG emissions from windrow composting of garden waste. *Journal of Environmental Quality*. 39, 713-724.
- Scheutz, C., Kjeldsen, P., Gentil, E. 2009. Greenhouse gases, radiative forcing, global warming potential and waste management – an introduction. *Waste Management & Research*, 27, 716-724.
- Scheutz, C., Kjeldsen, P., Bogner, J., De Visscher, A., Gebert, J., Hilger, H., Huber-Humer, M., Spokas, K. 2009. Microbial methane oxidation processes and technologies for mitigation of landfill gas emissions. *Waste Management & Research*. 27, 409-455.
- Scheutz, C., Pedersen, G.B., Kjeldsen, P. 2009. Biodegradation of methane and halocarbons in simulated landfill biocover systems containing compost materials. *J. Environmental Quality*, 38 (4), 1363-1371.
- Scheutz, C., Durant, N., Dennis, P., Heisterberg, M., Jørgensen, T., Jacobsen, R., Cox, E., Bjerg, P.L. 2008. Concurrent Ethene Generation and Growth of *Dehalococcoides* Containing Vinyl Chloride Reductive Dehalogenase Genes During a Stimulated Reductive Dechlorination Field Demonstration. *Environmental Science and Technology*, 42 (24), 9302-9309.
- Molins, S; Mayer, KU; Scheutz, C, et al. (2008) Transport and reaction processes affecting the attenuation of landfill gas in cover soils. *J. Environmental Quality*, 37 (2), 459-468.
- Scheutz, C., Bogner, J., Chanton, J.P., Blake, D., Morcet, M., Aran, C. & Kjeldsen, P. 2008. Atmospheric emissions and attenuation of non-methane organic compounds in cover soils at

a French landfill. *Waste Management*, 28, 1892-1908.

Scheutz, C., Dote, Y., Fredenslund, A.M., Mosbæk, H. & Kjeldsen, P. 2007. Attenuation of fluorocarbons released from foam insulation in landfills. *Environmental Science and Technology*, 41, 7714-7722.

Scheutz, C., Fredenslund, A.M. Tant, M. & Kjeldsen, P. 2007. Release of fluorocarbons from insulation foam in home appliances during shredding. *Journal of Air and Waste Management Association*, 57, 1452-1460.

## Curriculum Vitae: Poul L. Bjerg

### Personal information:

Born August, 24, 1961 in Krusbjerg, Denmark

### Address work:

Department of Environmental Engineering  
Building 115, room 153, Bygningstorvet  
Technical University of Denmark  
DK-2800 Lyngby  
Denmark



Phone: +45 45 25 16 15 Fax: +45 45 93 28 50 e-mail: plbj@env.dtu.dk

### Employment and degrees

- 2002- Professor, 1-8-2002, Institute of Environment & Resources
- 2000 Sabbatical at CSIRO, Land and Water, Perth, Australia (12-9-2000 to 10-2-2001)
- 1992 Associate professor 1-8-1996, Department of Environmental Science and Engineering (IMT), Technical University of Denmark
- 1994 Associate research professor 1-1-94, IMT, Technical University of Denmark
- 1992 Post doc, IMT, Technical University of Denmark
- 1992 Ph.D., IMT, Technical University of Denmark
- 1987 M.Sc. in Environmental Engineering, Technical University of Denmark

### General

The research field is risk assessment and remediation technologies for contaminated soil, groundwater and surface water. This involves use of life cycle assessment tools and focus on holistic management of contaminated sites and water resources. Leader or participant in several research projects under different programmes (EU FP6 and FP7, The Danish Agency for Science Technology and Innovation, Strategic Environmental Research Programme 1996/Pesticides, Danish Research Council /Groundwater Research Centre/Technical University of Denmark). Significant experience with collaboration projects with leading consulting companies (GeoSyntec, Cowi, Orbicon, NIRAS, Rambøll) and administrative bodies (Danish EPA, regions/former counties). 100 ISI publications, several with national and international co-authors, more than 3400 citations, H-index=30 - Web of Science core collection. Supervisor/co-supervisor for 20 PhD-projects and more than 100 master thesis students.

### Awards

- 2012: Academy of Technical Sciences, Soil and groundwater foundation, Poul Harremoés Award
- 2011: Ejnar og Aase Danielsens Foundation: Environmental prize
- 1993: Direktør Peter Gorm Petersen's Award for the Ph.D. thesis

### Projects, selected

- 2014- Project leader, GEOCON – Advancing GEOlogical, geophysical and CONTaminant monitoring technologies for contaminated site investigation. The Danish Council for Strategic Research under the Programme commission on sustainable energy and environment.
- 2014- Project leader, Groundwater risk assessment (Grundrisk), Research based consultancy, Danish EPA. Project in collaboration with Gitte Lemming and Philip Binning.

Poul L. Bjerg, Professor, Department of Environmental Engineering

- 2013- Project leader, Collaboration contract on risk assessment and remediation of chalk aquifers. Capital Region of Denmark. Project in collaboration with Mette Broholm and Philip Binning.
- 2012-2014 Project leader, Risk assessment of contaminated sites towards surface water, Technology development projects, Danish EPA and Region of Southern Denmark.
- 2011- Region of Central Denmark, Collaboration project, A concept for sustainable remediation of soil and groundwater.
- 2011-2013 Capital Region of Denmark, Collaboration contract on site characterization and Sustainable remediation. Project in collaboration with Mette Broholm.
- 2009-2012 Project leader. Danish EPA /Region of Southern Denmark/Capital Region of Denmark, Risk assessment of contaminated sites at various scales. Projects in collaboration with Philip Binning
- 2008-2012 Project leader, REMTEC, Innovative Remediation and assessment Technologies for contaminated soil and groundwater. The Danish Agency for Science Technology and Innovation under the Programme commission on sustainable energy and environment
- 2008-2012 Participant, GOODWATER, Marie Curie ITN, an integrated project of the Marie Curie Actions Peoples Programme, embedded in the 7th EU Framework.
- 2008-2012 Participant, RISKPOINT, Assessing the risks posed by point source contamination to groundwater and surface water resources. The Danish Agency for Science Technology and Innovation under the Programme commission on sustainable energy and environment
- 2008-2009 Modelling the consequences of source reduction in clayey till, Danish EPA/Capital Region of Denmark, Collaboration contract.
- 2008-2010 Capital Region of Copenhagen, Collaboration contract.
- 2007-2010 Region of Southern Jutland, Sortebrovej, Anaerobic dechlorination.
- 2007-2008 Project leader of the collaboration project, "Treatability studies for chloroethanes" funded by the Capital Region of Denmark.
- 2005-2006 Project leader of the collaboration project "Remediation of chlorinated solvents in groundwater and risk assessment at contaminated sites", funded by County of Copenhagen.
- 2004 Project leader of the technology development project "Risk assessment of pesticides from point sources" funded by Danish EPA.
- 2003-2005 Project leader of the technology development project "Chemical oxidation of chlorinated solvents in groundwater" funded by Danish EPA.
- 2003-2006 Project leader of the technology development project "Anaerobic dechlorination of chlorinated solvents in groundwater" funded by Danish EPA.
- 2003-2006 Project leader of the collaboration project "Remediation of chlorinated solvents in groundwater", funded by County of Funen.
- 2002-2005 Project leader of the EU-project, CORONA
- 2001 Project leader, "Natural and enhanced remediation of contaminant plumes in groundwater" at the Groundwater Research Centre, DTU
- 2000-2003 Technical advisor for the Danish EPA on "Enhanced Bioremediation"
- 1998-2000 Technical advisor for the Danish EPA on "Natural Attenuation"
- 1996-1999 Project leader of the research project "Field Investigation on transport and fate of pesticides in aquifers" funded by the Strategic Environmental Research Programme
- 1996-1997 Manager of the research project "Inorganic compound fluxes in watersheds hosting old landfills" at the Groundwater Research Centre, Technical University of Denmark funded by the Danish Research Council
- 1992-1997 Manager of the research project "Attenuation of specific organic com-



Poul L. Bjerg, Professor, Department of Environmental Engineering

- pounds in landfill leachate affected aquifers" at the Groundwater Research Centre, Technical University of Denmark funded by the Danish Research Council
- 1993-1994 Manager of the research project "Methods for determining degradation rates of organic chemicals in landfilled waste and groundwater" funded by EU
- 1991-1994 Manager of the research project "Factors controlling the migration and attenuation of priority pollutants in landfill pollution plumes" funded by EU

### **Leadership experiences and boards/committees, selected**

- 2011- Head of Water Resources Engineering Section at DTU Environment
- 2011-2013 Head of Research committee at DTU Environment
- 2009- Member of organising committee for AQUACONSOIL
- 2008-2011 Member of Phd-programme committee, DTU, Life Science
- 2005-2007 Member of Phd-programme committee, DTU, KPBMT-sector
- 2005-2008 Member of the Editor-in-chief group "Journal of Contaminant Hydrology"
- 2005-2011 Head of DTU Environment PhD-programme
- 2004- Member of the editorial board for "Journal of Contaminant Hydrology"
- 2004- Member of the organising committee for Groundwater Quality conference series
- 2004-2008 Chairman of the ATV-committee for soil and groundwater
- 2001-2005 Vice head of Institute of Environment & Resources
- 2000 Co-chairing, Groundwater 2000, International conference of groundwater research, 6-8 June, Copenhagen
- 1999-2008 Member of the ATV-committee for soil and groundwater
- 1998-2000 Vice head of Department of Environmental Science and Engineering
- 1998-2000 Member of the board, Department of Environmental Science and Engineering
- 1989-1991 Member of the board, Department of Environmental Engineering

### **Supervision of PhD. students**

#### *Main supervisor*

- Vinni K. Rønde (from 2014): Interdisciplinary tools for identification and quantification of groundwater contamination arising from point sources.
- Anne Sonne (from 2013.): Risk assessment of stream water: linking mass discharge from contaminated sites, in-stream fate and water health.
- Bentje Brauns (from 2011-): Occurrence and degradation of contaminants at the groundwater surface water interface.
- Nemanja Milosevic (from 2009-2012): Attenuation of organic pollutants at a groundwater - surface water interface.
- Timo Kessler (from 2008-2012): Hydro-geological characterisation of contaminated sites in clayey till.
- Gitte Lemming (2010): Strategies for in-situ remediation of chlorinated solvents - integration of life cycle assessments and cost-effectiveness analyses
- Camilla Christiansen (2010): Quantification of governing processes and development of methods for remediation of clayey till
- Aikaterini Tsitonaki (2008): Treatment trains for the remediation of aquifers polluted with chlorinated solvents and other contaminants
- Jirij Hønning (2007): Chemical oxidation of organic contaminants in heterogeneous aquifers
- Anne Kirketerp Friis (2006): Microbial degradation following a steam injection of polluted soil and groundwater
- Lotte Ask (2005): Quantification of natural attenuation in groundwater using analytical-chemical tools



Poul L. Bjerg, Professor, Department of Environmental Engineering

Nina Tuxen (2002): Remediation technologies for ground water polluted with pesticides from point sources

*Co supervisor*

Ryle Nørskov Gejl (2014-): Water Foot print

Nicola Balbarini (2014-): Modeling of contaminant mass discharge

Suzi Levi (from 2009-2013): Enhanced degradation of pesticides in transition zones around water abstraction fields.

Ida Damgaard (from 2008-2012): Enhanced Remediation of Low Permeability Clayey till Deposits Contaminated with Chlorinated Solvents.

Julie Chambon (from 2008-2012): Development of Modelling Tools to Assess Design and Performance of Bioremediation of Chlorinated Ethenes in Low Permeability Media.

Mads Troldborg (2010) Quantification of uncertainties in risk assessment of groundwater contamination from point sources.

Anker Laier Højbjerg (2001): Modelling of reactive transport of pesticides in aquifers

Michael Juul Petersen (1999): Modeling of groundwater flow and reactive transport in a landfill leachate plume.

Anders Baun (1998): Application of biotests for characterization of water samples contaminated with organic chemicals

Jesper Skovdahl Christiansen (1998): Reactive transport in a physically and chemically heterogenous aquifer.

## CV for Henrik R. Andersen (\*1972)



### Positions and degrees

- 2006 - Associated professor. Institute of Environmental Engineering, Technical University of Denmark.
- 2005-2006 Post Doc. Institute of Environmental Engineering, Technical University of Denmark.
- 2004-2005 Assistant professor. Inst. Analytical Chemistry. Danish University of Pharmaceutical Sciences.
- 2004 Ph. D. (Pharm.) Inst. Analytical Chemistry. Danish University of Pharmaceutical Sciences.
- 1999-2003 Ph.D. stipendiate. Danish Uni. Pharmaceutical Sciences/Johannes Gutenberg Uni. Mainz.
- 1999-1998 Research assistant. Faculty of Engineering, University of Dar-Es-Salaam, Tanzania; Faculty of Biology, Universidade de Coimbra, Portugal; Danish University of Pharmaceutical Sciences.
- 1998 M. Sc. (Environmental Chemistry). Institute of Chemistry. Copenhagen University.

### Research area

My research field is micropollutants in the technical water cycle. I work with chemical analysis, fate studies and ecotoxicology of chemicals as well as studies focusing on targeted treatment methods to remove chemicals and pathogens: Optimized bioreactors, UV based reactions and chemical oxidation methods. Participant, WP-leader or leader in research projects under different programmes (FP5, FP6, The Danish Agency for Science Technology and Innovation. R&D collaboration projects with water technology companies (Scan Research, Siemens, Veolia), water utility companies (HOFOR, Århus Vand, Nordvand), Technical institutes (DHI, TI), consultants (Cowi) and the Danish EPA.

### ISI Journal publications

49 ISI publications, books= 0, patents=2, 1927 citations, H-index=17 (Web of Science).

### Projects, selected

- 2013-4+14-7 Mermiss, Mermiss 2.MUDP, Ecoinnovation.dk. (PI for DTU part of both phases.)
- 2012-2017 Nanomaterials for water treatment. DTU, KAIST collaboration funding with 2 PhD+1PD. (PI)
- 2012-2013 FRODO. Demonstration of full scale CSO disinfection. VTU Foundation. (PI)
- 2011-2013 DesiCSO. Chemical possibilities for CSO disinfection. Vand-I-byer. Innovation network.(PI)
- 2009-2010 Siemens AOP. Contract research for Siemens WT on UV, AOP, ozone and byproducts. (PI)
- 2008-2011 MistraPharma. MISTRA foundation, Sweden. (PI for DTU part.)
- <2007 Poseidon (FP5), EraPharm(FP6), SOUND, DAN-ED (Danish Res. council), APOP(EU LIFE).

### Leadership experience and boards/committees, selected

- 2009-2010 Research group leader, Environmental Analytical Chemistry.
- 2008-2009 Chairman for the Danish Society for Environmental Chemistry.
- 2009- Evaluation of research proposals for research councils: Belgium, Qatar, UEA, Canada, EU.
- I have supervised 7 research assistants and 4 postdocs.

### Supervision of Ph.D. Students (Supervisor/co-supervisor of 11 PhD-projects, 8 ongoing)

- Paul D. Mines, (2012-): Reactive nanomaterials for water purification.
- Ravi Chhetri (2014-). Chemical disinfection of combined sewer overflows.
- Waqas Cheema (2014-). Swimming pool disinfection by-products.
- Kai Tang (2015-). Micropollutants removal for hospital wastewater.
- DongAh Ko (2015-). Functional nanostructured materials to real water treatment applications

### Selected Publications

- Antoniou et al. (2013). Required ozone doses for removing pharmaceuticals from wastewater effluents. *Science of the Total Environment*, 456-457, 42-49.
- Chhetri et al. (2015). Full scale evaluation of combined sewer overflows disinfection using performic acid in a sea-outfall pipe. *Chemical Engineering Journal*, 270, 133-139.
- Falås et al. (2012). Suspended biofilm carrier and activated sludge removal of acidic pharmaceuticals. *Water Research*, 46(4), 1167-1175.
- Souissi, Y., Bouchonnet, S., Bourcier, S., Kusk, K. O., Sablier, M., & Andersen, H. R. (2013). Identification and ecotoxicity of degradation products of chloroacetamide herbicides from UV-treatment of water. *Science of the Total Environment*, 458-460, 527-534.



## CV for Peter Kjeldsen (\*1957)

### Positions and degrees

- 2008- Employed as Professor at Department of Environmental Engineering, DTU  
 1999-2000 Sabbatical at Department of Civil Engineering, North Carolina State University for collaboration within the field of landfills and groundwater remediation  
 1994-2008 Associate Professor, Department of Environmental Science and Engineering (IMT)/DTU Environment, Technical University of Denmark  
 1986-1994 Post Doc/ Assistant Professor, IMT, Technical University of Denmark  
 1986 Ph.D., IMT, Technical University of Denmark  
 1982 MSCE, Technical University of Denmark

### Research area

The research field is mainly characterization of waste, environmental effects of waste treatment and disposal facilities, and mitigation of landfill gas emissions.

### ISI Journal publications

>90 ISI publications, books= 1, patents=none; > 2600 citations, H-index=24 (Web of Science)

### Distinctions and awards

- 2012: Colding Award (best course - "Contaminated Sites", coordinator)  
 2010: "Best Paper Award" - Global Waste Management Symposium  
 2008: "Best Practice-Oriented Paper Award" – "The Environmental Council"  
 2008: Colding Award (best course - "Soil and Groundwater Pollution", coordinator)  
 2007: "Samuel Arnold Greeley Award" for best paper in Journal of Environmental Engineering  
 2007: Nobel Peace Prize as part of the IPCC author group for the Fourth Assessment Report  
 2006: Danish award "Rendan prisen 2006" of 10.000DKK from DAKOFA  
 2004: Colding Award (best course - "Solid waste Technology and Management, teacher)  
 2002: "The Environmental Prize 2002" of 250.000DKK from the Aase og Ejnar Danielsens Fond

### Projects, selected

- 2011- AV Miljø Landfill: Pilot scale study on removal of methane emission from AV Miljø landfill by a biological methane oxidizing filter. Project in collaboration with Charlotte Scheutz.  
 2008-2010 Capital Region of Denmark, Treatment of sources containing chlorinated solvents by the ZVI-Clay technology  
 2008-2011 Klintholm I/S/DEPA: Mitigation of the methane emission from Klintholm Landfill using a biocover system  
 2005-2008 EU Life III/DEPA: BIOCOVER - Reduction of Greenhouse Gas Emission from European Landfills by use of Engineered Biocovers".

### Leadership experiences and boards/committees, selected

- 2011-2013 Deputy Head of Residual Resources Engineering Section at DTU Environment  
 2010- Member of Executive Programme Committee for Sardinia Symposium  
 2007-2012 Head of Education /Head of Study Board at DTU Environment  
 2007- Member of Executive Board at DTU Environment  
 2006-2011 Associate Editor for the journal "Waste Management"  
 2004-2007 Coordinator of the International Masters Programme in Environmental Engineering at DTU

### Supervision of Ph.D. Students

Supervisor/co-supervisor for 10 PhD-projects. Ongoing 2015:

- Ehsan Faghdam (from 2015): Optimization of greenhouse gas mitigation at landfills
- Lotte Fjelsted (from 2014): Development of innovative landfill gas management technologies

**Recent ISI Publications including 2015, published, in press, submitted**

- Yang, N., Damgaard, A., Kjeldsen, P., Shao, L.-M., He, P.-J. (2015). Quantification of regional leachate variance from municipal solid waste landfills in China. Submitted.
- Mou, Z.S., Scheutz, C., Kjeldsen, P. (2015). Evaluation and application of site-specific data to revise the first order decay model to estimate landfill gas generation and emissions at Danish landfills. Accepted for publication in *Journal of the Air & Waste Management Association*.
- Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P. & Scheutz, C. (2015). Quantification of methane emission from 15 Danish landfills using mobile tracer dispersion method. *Waste Management*, 35, 177–186.
- Mou, Z.S., Scheutz, C., Kjeldsen, P. (2015). Evaluating the methane generation rate constant (k value) of low-organic waste at Danish landfills. *Waste Management*, 35, 170–176.
- Mou, Z., Scheutz, C. & Kjeldsen, P. (2014). Evaluating the biochemical methane potential (BMP) of low-organic waste at Danish landfills. *Waste Management*, 34, 2251–2259.
- Scheutz, C., Pedersen, R.B., Petersen, P.H., Jørgensen, J.H.B., Ucendo, I.M.B., Mønster, J.G., Samuelsson, J. & Kjeldsen, P. (2014). Mitigation of methane emission from an old unlined landfill in Klintholm, Denmark using a passive biocover system, *Waste Management*, 34, 1179–1190.
- Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Scheutz, C. (2014): Quantifying methane emission from fugitive sources by combining tracer release and downwind measurements – test, verification and documentation of the method. *Waste Management* 34, 1416–1428.
- Nielsen, S. S., P. Kjeldsen, H. C. B. Hansen and R. Jakobsen (2014): Transformation of natural ferrihydrite aged in As, Cr and Cu contaminated soil studied by reduction kinetics. *Applied Geochemistry*, 51, 293–302.
- Fjordbøge, A. S., Baun, A., Vastrup, T., & Kjeldsen, P. (2013). Zero valent iron reduces toxicity and concentrations of organophosphate pesticides in contaminated groundwater. *Chemosphere*, 90(2), 627-633. 10.1016/j.chemosphere.2012.08.058.
- Fjordbøge, A.S., Lange, I.V., Bjerg, P.L., Binning, P.J., Riis, C., Kjeldsen, P. (2012). ZVI Clay remediation of a chlorinated solvent source zone, Skuldelev, Denmark: 1. Site description and contaminant source mass reduction, *Journal of Contaminant Hydrology*, 140-141, 56-66.
- Fjordbøge, A.S., Lange, I.V., Bjerg, P.L., Binning, P.J., Riis, C., Kjeldsen, P. (2012). ZVI Clay remediation of a chlorinated solvent source zone, Skuldelev, Denmark: 2. Groundwater contaminant mass discharge reduction, *Journal of Contaminant Hydrology*. 140-141, 67-79.
- Nielsen, S.S., Kjeldsen, P., Jakobsen, R. (2012). Field scale amendment of a wood impregnation site using iron water treatment residues, *Journal of Hazardous Materials*, submitted.
- Bjerg, P.L., Tuxen, N., Reitzel, L.A., Albrechtsen, H.-J. and Kjeldsen, P. (2011). Concepts and processes for natural attenuation in landfill leachate plumes. *Ground Water*, 49(5), 688-705.
- Muchitsch, N., Van Nooten, T., Bastiaens, L., Kjeldsen, P. (2011). Integrated evaluation of the performance of a more than seven year old permeable reactive barrier at a site contaminated with chlorinated aliphatic hydrocarbons (CAHs). *Journal of Contaminant Hydrology*, 126(3-4), 258-270.
- Nielsen, S.S., Petersen, L. R., Kjeldsen, P., Jakobsen, R. (2011). Amendment of arsenic and chromium polluted soil from wood preservation by iron residues from water treatment. *Chemosphere*, 84(4), 383-389.
- Scheutz, C., Fredenslund, A. M., Chanton, J., Pedersen, G. B., and Kjeldsen, P. (2011). Mitigation of methane emission from Fakse landfill using a biowindow system. *Waste Management*, 31(5), 1018-1028.
- Scheutz, C., Samuelsson, J., Fredenslund, A. M., and Kjeldsen, P. (2011). Quantification of multiple methane emission sources at landfills using a double tracer technique. *Waste Management*, 31(5), 1009-1017.
- Scheutz, C., Pedicone, A., Pedersen, G. B., and Kjeldsen, P. (2011). Evaluation of respiration in compost landfill biocovers intended for methane oxidation. *Waste Management*, 31(5), 895-902.
- Scheutz, C., Fredenslund, A. M., Nedenskov, J., Samuelsson, J., and Kjeldsen, P. (2011). Gas production, composition and emission at a modern disposal site receiving waste with a low-organic content. *Waste Management*, 31(5), 946-955.
- Pedersen, G. B., Scheutz, C., and Kjeldsen, P. (2011). Availability and properties of materials for the Fakse Landfill biocover. *Waste Management*, 31(5), 884-894.
- Fredenslund, A.M., Scheutz, C., Kjeldsen, P., (2010). Tracer method to measure landfill gas emissions from leachate collection systems. *Waste Management*, 30, 2146-2152. 2153-2162.

# Curriculum Vitae: Igor Kozine

---

**Name:** Igor Kozine

**Date of birth:** 2 May 1960

**Address:** Technical University of Denmark, Department of Management Engineering, Produktionstorvet 424, 2800 Kgs Lyngby

**Contacts:** tel. direct +45 45254548, e-mail: [igko@dtu.dk](mailto:igko@dtu.dk)

**Position:** Senior Researcher, Technical University of Denmark; Department of Management Engineering, Risk Research Group

**Education:** PhD in Systems Science (22 November, 1989, Moscow Institute of Physics and Engineering (technical university), Russia. Ph.D. thesis' title "Decision making on shutting off steam generators for fast breeder reactors in case of leakages"); Master in Systems Science (21 February, 1983, Moscow Institute of Physics and Engineering).

## **Employment:**

January 2007 until now – Senior Researcher, Technical University of Denmark, Department of Management Engineering

July 1999 – January 2007 – Senior Scientist at Risø National Laboratory, Systems Analysis Department, section "Risk, Reliability and Human Factors" (from 1 January 2007 Risø National Laboratory was merged with Technical University of Denmark)

August 1998 - June 1999 – visiting senior scholar at the State University of New York at Binghamton. Supported by the Fulbright Foundation of the USA. Did study under the title of "Risk-Related Decision Making Based on Imprecise Statistical Reasoning".

1996-1998 - Associate Professor at the Institute of Nuclear Power Engineering, Obninsk, Russia

1994-1996 - guest researcher at Risø National Laboratory, Denmark

1989-1994 - Scientist - Associate Professor - Senior Scientist, Institute of Nuclear Power Engineering, Obninsk, Russia

1985-1989 – Ph.D. student, Moscow Institute of Physics and Engineering, Russia

1983-1985 - trainee scientist, Institute of Nuclear Power Engineering, Obninsk, Russia

## **Awards/Academic achievements:**

- Award of the J. William Fulbright Foreign Scholarship Board and the United States Information Agency in the recognition of I. Kozine's participation in the Fulbright Research Program, 1999
- NATO award as Host Institute Project Director, CBP.NR.NREV 982410 (hosting Prof. V. Krymsky)
- Member of the editorial board of the International Journal of General Systems
- Member of the editorial board of the International Journal of Risk, Decision and Policy (journal is not published any longer)

- Representative of the Danish authorities at the Technical Working of the European Commission on Risk/Hazard Assessment Data.
- Member of the Society for Imprecise Probability: Theories and Applications
- Diploma of Docent (29 January, 1992) in recognition of achievements in educating students at university

**Project management experience (last five years):**

- Task leader in the EU SAFERELNET project (Safety and Reliability of Industrial Products, Systems and Structures. Thematic Network. Ended in 2006)
- Project coordinator of the Danish research contribution to OECD Halden Reactor Project since 2008 until now.
- Task leader within the Public Sector Consultancy agreement between DTU from one side and the Danish Transport Authority (Trafikstyrelsen) and the Banedanmark railway enterprise from the other side, from 2010 until now.
- Work package leader of the project financed by DSB (Danish train operator) on risk analysis of high speed trains IC4, 2012.
- Project coordinator of DTUs contribution to the Safe manning project financed by the Danish Maritime Fund. The project was completed in 2010.

**Scientific focus areas:** risk and reliability analyses, safety management, uncertainty modelling for risk and reliability assessments, simulation of human performance, and decision making under uncertainty.

**Teaching:** responsible for teaching masters courses in System Safety and Reliability Engineering and in Risk and Decision Making.

**International relations:** large international network in the risk, reliability and uncertainty modelling domain. Large network in Russia, the USA and Europe, including Nordic countries.

**Supervisor functions:** 2 PhD students.

**Publications:** 15 peer reviewed journal articles, 2 book chapters, 32 papers in referred proceedings, 3 popular publications.

**Ida Lykke Fabricius, DTU Byg, Brovej bygning 118, 2800 Kgs Lyngby**

### **Experience in studies of shale**

I have been involved in the study of shale in the last 5 years, including Paleozoic shale, Jurassic shale and Paleogene shale, clay and siliceous ooze sediments from the North Sea area. This work builds on 30 years of study of chalk and sandstone. The research have mainly focused on physical properties including elasticity, pore collapse, fracturing and permeability to fluid set in a rock-compositional and diagenetic context.

Work on Paleozoic shale is ongoing and is presently done on a master student level in collaboration with Niels Schovsbo from the Danish Geological Survey, GEUS. Focus is petrophysical analysis and evaluation of the elasticity tensor as a function of shale maturity and organic content. Shale anisotropy is thus a key issue.

Work on Jurassic shale includes a recently completed PhD thesis by Ernest Ncha Mbia. Focus of the work was caprock properties including porosity, permeability, elasticity and fracturing. The study was based on experimental work and numerical modeling. The four resulting papers are included in the publication list below. Vattenfall A/S and GEUS were partners in the project.

Work on Paleogene sediments include consultancy, research on PhD level as well as on Master of Science level. The research is documents in papers first-authored by Zakir Hossain and Ahmed Awadalkarim. Focus of the research has been the role of mineralogical composition and texture on permeability and elastic properties. Rock physical modelling is a key issue together with innovative well log analysis.

Chalk grades via clay-rich chalk to shale and is petrophysically related by being a cap-rock or a reservoir according to circumstances. A wide range of chalk-properties have been studied, most recently focused on the role of pore fluid on elasticity and strength and the role contact cement and pore-filling cement in the resulting Biot's coefficient and consequent stiffness and effective stress. Studies on sandstone have focus on the role of clay residing in the pores, and how the texture and nature of clay affects permeability and sandstone elasticity. The role of pore water salinity, temperature and fines migration is highlighted.

The overall aim in the study of sedimentary rocks has thus been understanding the role of mineralogy, depositional texture and degree of diagenesis on permeability and elastic properties. Experimental work includes rock mechanical testing, ultrasonic wave propagation, low field nuclear magnetic resonance spectrometry, scanning electron microscopy as well as helium- and mercury porosimetry and permeametri. Results from the experimental work is interpreted by physical and to some extent also numerical modelling. The work is as a rule done in collaboration with students and colleagues in research institutions and industry.

### **Education.**

Copenhagen University: M.Sc. Geology 1981.

Technical University of Denmark: Ph.D. Technical Geology 1988.

Technical University of Denmark: dr. techn. Technical Geology 2009.

### **Rewards.**

Copenhagen University gold medal 1981.

Direktør Gorm-Petersens Mindelegat 1989.

### **Employment.**

Mærsk Oil and Gas AS 1981-1985, Development geologist.



Technical University of Denmark, from 1985, associate professor from 1989, professor MSO from 2011.

### **Research.**

Coauthoring papers with researchers from:

Chalmers University of Technology, Colorado School of Mines, Curtin University, Heriot-Watt University, Ohio State University, Stanford University, Technical University of Tallinn, Texas A&M University, University of Maine, University of Miami, Vilnius University, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Danish Geotechnical Institute, Geological Survey of Denmark and Greenland, Scripps Institution of Oceanography, Denerco Oil, DONGEnergy, Hess Corporation, Mærsk Oil and Gas AS, Ødegaard A/S, Vattenfall.

Participation in Ocean Drilling Program (ODP Leg 130 1990 and Leg 165 1995-96).

### **Focus of Research**

Reservoir engineering: Geothermics, CO<sub>2</sub> storage.

Petrophysics and diagenesis of sedimentary rocks.

Rock physics and rock mechanics.

### **Administrative assignments.**

Board member, Society of Petroleum Engineers, Copenhagen section, 1986-1987 and 2000-2005, Program Chairman 2002-2005.

Member of Study Council B (civil engineering, DTU) 1987-1988.

Board member, Department of Applied Geology, Department of Geology and Geotechnical Engineering, DTU 1989-1995.

Head of department, Department of Geology and Geotechnical Engineering, DTU 1989-1992.

Member of coordination group for evaluation of the geological education in Denmark, 1993.

Vice-chairman, Geological Society of Denmark 1994-2001.

Member of the Danish National Council for Geology 1998-2001.

Coordinator for Hydrocarbon and Mineral Resources research group, E&R DTU 2001-2008.

Membership of board, Danish Society of Engineers OLGAS/Energy from 2006-2012.

Coordinator of Geophysics Research Group, DTU Environment 2008-2010.

Head of Geotechnics and Geology Section, DTU Byg from 2012.

Member of the Energy Board of Appeal from 2014

### **Supervision**

16 completed and 4 current PhD projects, 80 completed and 2 current M.Sc. projects

### **Recently completed major research project.**

Environmental Technology for Geological Storage of Carbon Dioxide DSF Grant 09-067234 (2010-2014)

### **Current major research projects.**

HeHo Heat storage in Hot Aquifers. DSF Grant 10-093934. 01.03.2011 – 31.12.2015. (project manager)

Smart water – Advanced waterflooding of Danish oil and gas reservoirs, EUDP j.no.64011-0009 Mærsk Oil,

DONG Energy 01.07.2011 – 31.12.2015 (project coordinator)

Next Oil. HTF Grant 113-2012-1. Mærsk Oil, DONG Energy. 01.11.2012 –31.10.2016 (work package leader)

80 Peer reviewed papers, 58 isi registered papers, Hindex 15,



### Most recent Journal publications

- Alam, M.M., Fabricius, I.L., & Prasad, M. 2011: "Permeability Prediction in Chalks." *AAPG Bulletin* **11**, 1991-2014.
- Andreassen, K.A., Fabricius, I.L., & Foged, N.N. 2011: "Biot Critical Frequency Applied as Common Friction Factor for Pore Collapse and Failure of Chalk with Different Pore Fluids and Temperatures" SPE-130447-PA. *SPE Journal* **16**, 1002-1009.
- Hossain, Z., Grattoni, C.A., Solymar, M. and Fabricius, I.L. 2011 "Petrophysical properties of greensand as predicted from NMR measurements" *Petroleum Geoscience* **17**, 111–125.
- Hossain, Z., Mukerji, T., Dvorkin, J. and Fabricius, I.L. 2011 "Rock physics model of glauconitic greensand from the North Sea" *Geophysics* **76**, E199-E209.
- Alam, M.M., Fabricius, I.L. and Christensen, H.F. 2012: "Static and dynamic effective stress coefficient of chalk". *Geophysics* **77**, L1-L11.
- Hossain, Z., Mukerji, T., & Fabricius, I.L. 2012: " $V_p$ - $V_s$  relationship and AVO modeling of glauconitic greensand." *Geophysical Prospecting* **60**, 117-137.
- Mbia, E.N., Fabricius, I.L., Oji, C.O. 2013: "Equivalent pore radius and velocity of elastic waves in shale. Skjold Flank-1 Well, Danish North Sea." *Journal of Petroleum Science and Engineering*, **109**, 280-290.
- Alam, M.M., Hjuler, M.L., Christensen, H.F, & Fabricius, I.L. 2014: "Petrophysical and rock-mechanics effects of CO<sub>2</sub> injection for Enhanced oil recovery: Experimental study on chalk from south Arne field, North Sea." *Journal of Petroleum Science and Engineering* **122**, 468-487.
- Awadalkarim, A & Fabricius, I.L. 2014: "Porosity and sonic velocity depth trends of Eocene chalks in Atlantic Ocean: influence of effective stress and temperature" *Journal of Petroleum Science and Engineering* **122**, 216-229.
- Awadalkarim, A., Sørensen, M.K. & Fabricius, I.L. 2014: "Petrophysical Analysis of Siliceous Ooze Sediments, Møre Basin, Norwegian Sea" *Petrophysics* **55**, no. 4 (august 2014)
- Fabricius, I.L. 2014: Burial stress and elastic strain of carbonate rocks. *Geophysical Prospecting* **62**, 1327-1336.
- Katika, K., Adassi, M. Alam, M.M. & Fabricius, I.L. 2014: "Changes in Specific Surface as observed by NMR, caused by saturation of Chalk with porewater bearing divalent Ions" *Diffusion-fundamentals.org* **22**, 1-14.
- Lu, C., Broholm, M.M., Fabricius, I.L. and Bjerg, P.L. 2014: "Determination of Matrix Pore Size Distribution in Fractured Clayey Till and Assessment of Matrix Migration of Dechlorinating Bacteria" *Bioremediation Journal* **18**, 295-308.
- Mbia, E.N., Fabricius, I.L., Krogsbøll, A., Frykman, P. and Dalhoff, F. 2014: "Permeability, compressibility and porosity of Jurassic shale from the Norwegian–Danish Basin" *Petroleum Geoscience* **20**, 257-281.
- Mbia, E.N., Frykman, P., Nielsen, C.M., Fabricius, I.L., Pickup, G.E. & Bernstone, C.. 2014: "Caprock compressibility and permeability and the consequences for pressure development in CO<sub>2</sub> storage sites" *International Journal of Greenhouse Gas Control*, **22**, 139-153.
- Mbia, E.N., Frykman, P., Nielsen, C.M., Fabricius, I.L., Pickup, G.E., & Sørensen, A.T. 2014: "Modeling of the pressure propagation due to CO<sub>2</sub> injection and the effect of fault permeability in a case study of the Vedsted structure, Northern Denmark" *Journal of Greenhouse Gas Control* **28**, 1–10.
- Rosenbrand, E., Haugwitz, C., Jacobsen, P.S.M., Kjølner, C. & Fabricius, I.L. 2014: "The effect of hot water injection on sandstone permeability." *Geothermics*, **50**, 155-166.
- Rosenbrand, E., Kjølner, C., Riis, J.F., Kets, F., & Fabricius, I.L. 2015: "Different effects of temperature and salinity on permeability reduction by fines migration in Berea sandstone" *Geothermics* **53**, 225–235.

## Morten Kanne Soerensen

Technical University of Denmark  
Department of Civil Engineering  
Brovej 118, Kgs. Lyngby, 2800

Phone: +45 31 10 32 35  
Email: moks@byg.dtu.dk

### Education

2010-2015 **Ph.D.** in Rock Physics, Technical University of Denmark  
2008-2010 **M.Sc** Physics, University of Copenhagen  
2007-2010 **B.Sc.** Physics, Aarhus University

### Publications

- 2015 | Soerensen, M. K. and Fabricius, I. L. (2015a). Clay-squirt: Local flow dispersion on bulk modulus from the shale porosity in shale bearing sandstones. *Geophysics - Under review*
- Soerensen, M. K. and Fabricius, I. L. (2015b). Effect of adsorbed water on contact moduli in compacted clay. *Geophysics - Under review*
- Soerensen, M. K. and Fabricius, I. L. (2015c). How sandstone-shale mixtures are reflected in dispersion of elastic moduli. *Geophysical Prospecting - Under review*
- Soerensen, M. K. and Fabricius, I. L. (2015d). Sonic log correction in sandstones by fluid substitution of effective porosity. *Petrophysics - Under review*

### Co-authored publications

- 2014 | Awedalkarim, A., Soerensen, M. K., and Fabricius, I. L. (2014). Petrophysical Analysis of Siliceous-Ooze Sediments, More Basin, Norwegian Sea. *Petrophysics*, 55(4):333 – 348

### Conference contributions

- 2013 | Soerensen, M. K. and Fabricius, I. L. (2013a). Quantifying the Effect of Squirt Flow Dispersion from Compliant Clay Porosity in Clay-Bearing Sandstones. In *Poromechanics V*, pages 249–258, Reston, VA. American Society of Civil Engineers
- Soerensen, M. K. and Fabricius, I. L. (2013b). Unexpectedly large effects of partial oil-brine saturation on the elastic wave velocities of Berea sandstone. In *83rd Annual meeting of the SEG*. SEG

## CV of Björn Johannesson

2015-05-15



Björn Johannesson (660225), Swedish citizen, Married, two children  
*Address:* Lillekrok 3, 227 38 LUND, SWEDEN, *Telephone:* +46 46-143147 (home), +46 70 219 10 44 (mobile), +45 45 251903 (work), *E-mail:* bjo@byg.dtu.dk

### Exam

- Doctorate, Division of Building Materials, LTH (Lund Institute of Technology), 2000.
- Licentiate, Division of Building Materials, LTH, 1998.
- Civil engineer, LTH, Lund, Sweden 1993.
- Senior high school (Structural engineer), Erik Dahlberg Jönköping, Sweden, 1986.

### Employment

Associated professor, Associated Section leader, Geotechnics and Geology, DTU	2013– now
Associated professor, Department of Civil Engineering, DTU	2006– 2013
Assistant professor, “Forskarassistent”, Division of Building Materials, LTH	2005 –2006
Post doctor researcher, Taiheiyō Cement Corp. Japan	2004 –2005
Post doctoral fellow “Universitets adjunkt.”, Division of Build. Materials, LTH	2001 –2004
Doctoral candidate, Division of Building Materials, LTH	1993 –2001
Constructional engineer, Engineering firm Bo Sköld AB, Jönköping	1987 –1988

### Research

- Innovator in the research area of heat and mass transfer, e.g., moisture transport and ionic diffusion related to durability of concrete.
- Deep knowledge in the field of multi-physics in general.
- Deep knowledge in the methods of solutions to physical mechanisms involving nonlinear coupled and transient differential equations by means of FEM.
- Assimilated new concepts in the material research groups at DTU such as, large deformation continuum mechanics, plasticity, continuum mixture theory, general porous media theories, dynamic soil consolidation modeling, transient numerical methods (FEM and FVM), kinetic gas theory, Lattice Boltzmann Methods (LBM), water chemistry and rational-thermodynamics.

## Post doctoral studies

In January 2005 I started my post doctoral studies in Japan at one of the largest cement manufacturer in the world Taiheiyo Cement Corporation, TCC. It was a great honor for me to be hand-picked for this job, especially when considering all work and effort that had to be put in to get me and my family to Japan and all administrative help needed during the whole period of stay.

## Doctoral report

Johannesson, B: *Transport and Sorption Phenomena in Concrete and Other Porous Media*, Report TVBM 1019, 2000.

## Licentiate report

Johannesson, B: *Modelling of Transport Processes Involved in Service Life Prediction of Concrete, Important Principles*, Report TVBM 3083, 1998.

## Work done before academy

I gained a great down to earth well founded knowledge about building constructions while working at the construction firm Bo Sköld AB in Jönköping back in 1987, The experience and knowledge gained working as a design structural engineer is in fact a very important factor for my teaching, supervision and research activities in the academic context still today. During the time as a structural engineer designer I was allowed to run and manage my own project and learned how buildings (and other types of constructions) are assembled and calculated for it bearing capacity. I did projects involving timber constructions, steel constructions and reinforced concrete constructions and mixtures of those.

## Academic administration

- Chairman of one of the five DTU PhD committees (Konstruktion, Produktion, Byggeri og Transport, KPBT) involving assessment of about 100 academic approvals and study plans a year.
- Deputy PhD school coordinator at DTU byg.
- Member of Biblioteksforum, advisory board for the library at DTU
- Chair of the RILEM technical committee: *Multi-component Transport and Chemical Equilibrium in Cement Based Materials*.

## PhD supervision

Main supervisor for PhD student Mouadh Addassi (now), *Transport i beton med nye CO<sub>2</sub>-reducerede cementer* (Mass transport in concrete produced with low CO<sub>2</sub> emission techniques). Project: Grøn omstilling af cement- og betonproduktion (green concrete).

Main supervisor for PhD student, Stine Skov Madsen (now), *Modeling of displacements of flexible pavements under moving load*.

Main supervisor for PhD student, Chiara Latini (now), assistant supervisor Varvara Zania , *Numerical Modeling of Offshore Foundations for Jacket Structures*.

Main supervisor for PhD student Tian Ran, assistant supervisor Johan Rønby, *Modelling of soil structure interactions using the Finite Volume Method and OpenFoam*. Disputation approved 2015.

Main supervisor for PhD student Wu Min, Nanocem - Marie Curie Consortium, assistant supervisor Mette Geiker, NTNU. *Using low temperature calorimetry and moisture fixation method to study the pore structure of cement based materials*. Disputation approved 2014.

Main supervisor for PhD student Mads Mønster Jensen, Expert Center Consortium – TI, assistant supervisor Mette Geiker, NTNU. *A Coupled Transport and Chemical Model for Durability Predictions of Cement Based Materials*. Disputation approved 2014. Mads Mønster Jensen was awarded the PhD of the year at DTU Byg.2015..

Assistant supervisor for Ph.D student Juan Manuel Paz Garcia, main supervisor Lisbeth Ottosen, *Fundamental aspects of electromigration. Physicochemical and numerical modeling of electrokinetics in inhomogenous matrices*. Disputation approved 2013. Juan Manuel Paz Garcia was awarded the PhD of the year at DTU Byg.2014..

Assistant supervisor for PhD student Katja Fridh, main supervisor Göran Fagerlund, *Freeze-thaw resistance of concrete*. Disputation approved 2005.

Assistant supervisor for PhD student Tomas Ekström, main supervisor Göran Fagerlund,, *Leaching of concrete*. Disputation approved 2003.

### **Post doc supervision**

Main supervisor for Post doc student, Mads Mønster Jensen (now), *Transport i beton med nye CO<sub>2</sub> - reducerede cementer* (Mass transport in concrete produced with low CO<sub>2</sub> emission techniques). Project: Grøn omstilling af cement- og betonproduktion (green concrete).

### **Student supervision, 2010 – 2015**

Dimitrios Vagkopoulos (Master's Thesis): *An investigation of the Effect of Nanoparticle Additives in Drilling Fluids on Formation Damage and an Identification of the Optimal Operational Practices*, 2015.

Janne Frederikke Meldgaard Rynkjøb (Master's Thesis): *Finite element formulation of the Biot's equation used for modelling foundations on the seabed*, 2015.

Mouadh Addassi (Master's Thesis): *A coupled Chemical and Mass Transport Model for Reservoir Rock*, 2014.

Arni Stefan Asgeirsson (Master's Thesis): *Numerical simulation of two dimensional ionic species transport in porous media*. 2013.

Sverri Løksagard Absalonsen (Master's Thesis), *Studies of steel corrosion in cement based materials*, 2013.

Anker Agerbæk Henriksen (Master's Thesis): *Measurement and evaluation of pore size distribution in porous materials*, 2012.

Kim Beck Hansen (Master's Thesis): *Studies in the literature of modern concrete technology*, 2011.

Peter Bjørn Jensen (Bachelor Thesis): *Bottom ash from waste incineration as aggregate in concrete*, 2011.

Zahra Chafic Al Najafi (Master's Thesis): *Investigation of chloride binding in cementitious materials*, 2011.

Janus Loke Høybye and Niklas Overgaard Lauersen (Bachelor Thesis): *Hydration and drying of fresh cement paste with different W/C-ratios*, 2011.

Nikolaj Skaaning and Eybjørn Karbech Mouritsen (Bachelor Thesis), *Compression strength and LOK-test measurements on self compacting concrete*, 2011.

Tommy Odgaard and Lars Emil Frederiksen (Bachelor Thesis): *Self Compacting Concrete. Measurements of Compressive Strength and Fracture Energy and comparison with results using the Lok-test System*, 2010.

Sverri Løksagard Absalonsen (Bachelor Thesis): *Early Age Drying and Hydration of Cement Pasta in Carbon dioxide free Environment*, 2010.

Lasse Åkerstrøm and Louise Benneboe Olsen (Bachelor Thesis): *Measurement of Moisture Content in Historical Brick Work*, 2010.

Rasmus Jenlar and Andreas Houlberg Kristiansen (Bachelor Thesis): *Concrete Microstructure and Properties before and after Exposure to Elevated Temperatures*, 2010.

Frederik Marthedal Christiansen (Bachelor Thesis): *Cathodic Protection of Steel Reinforcement in Concrete in the Splash Zone*, 2010.

Lawrence Ronald Damien Henry Hannerz and Philip Skov Halding (Bachelor Thesis): *Development of a Tree Point Bending Technique to Measure Fracture Energy in Concrete*, 2010.

Thomas Mollerup Præstholt (Bachelor Thesis): *Temperature Dependency and Criterion for Initiation of Alkali Silica Reactions in Concrete*, 2010.

### **Student supervision, special courses, 2010 – 2015, 5 ECTS**

- Ágústa Maren Jónsdóttir: *Dreki area: Research and subsea field development*, 2015.
- Arni Stefán Asgeirsson: *FEM implementation of large deformation problems*, 2013
- Jannie Gyde Kragh: *Concept of Concrete Technology*, 2013.
- Min Wu, *Theoretical and experimental study of porous materials by moisture fixation methods*, 2012.
- Stine Skov Kristensen, *Ionic multi-species diffusion and FEM solutions*, 2010.

### **Assessment committee chair for PhD projects**

- Sørensen, Morten Kanne. *Effect of invasion on rockphysical and petrophysical properties*, 2015.
- Awadalkarim, Ahmed. *Petrophysics of Paleogene sediments*, 2014.
- Rosenbrand, Esther. *Effect of temperature on sandstone permeability*, 2014.
- Sun, Tian Ran, *Flow of electric current through interphase between metal and pore solution*, 2013.
- Canut, Mariana, *Pore Structure and State of Water of Mixes with Blended Cements*, 2011.
- Laustsen, Sara, *Engineered Air-Entrainment of Concrete*, 2011.

### **Moderator for PhD defenses**

- Mbia, Ernest Ncha, *Assessment of Dynamic Flow, Pressure and Geomechanical Behaviour of a CO<sub>2</sub> Storage Complex*, 2015.
- Bradley Justin Pease, *Influence of concrete cracking on ingress and reinforcement corrosion*, 2010.
- André Küter, *Management of Reinforcement Corrosion - a Thermodynamical Approach*, 2009.

### **Assessment committee chair for new employments**

Assessment chair for a new position at DTU byg: Associate professor in Hygrothermal Building Physics, 2011.

### **Teaching**

- Concrete Technology, DTU, 11563 (Master level), 2009 – 2013 (course responsible).
- Construction Material Science, DTU 11735 and 11946 (Bachelor level), 2006 – now (course responsible).
- Drilling Engineering, DTU, 11442 (Master level), 2014 – now (course responsible).
- Introduction to Constitutive Theory and Continuum Physics with Numerical Applications using FEM, DTU, 11618 (PhD and master level), 2010 – now (course responsible).
- Introduction to non-equilibrium thermodynamics for continuum mixtures DTU, 11629 (PhD level), 2014 – now (course responsible).
- Construction material use and testing (Bachelor level) , DTU, 11704, 2006 – 2013.
- Teacher and laboratory assistant in the course Building Material Science at LTH. 2005 – 2006.
- Teacher and laboratory assistant in the course Building Materials at LTH, 1993 – 2000.
- Teacher in the (problem based) course Technical Modeling (Solid Mechanics) at LTH, 2003.

### **Industrial and society contacts and funding (selection)**

The NANOCEM consortium: (2006 – now): Partner project: *Mass transport in concrete with new CO<sub>2</sub> reduced cements* (2014 – 2016):

- Lafarge Centre de Recherche, Holcim Technology Ltd, CTG-Italcementi Group, Heidelberg Cement, Aalborg Portland, SIKA Technology AG, WR Grace, BASF, SCG Cement-Building Materials, Siam Research and Innovation Co., Ltd., TITAN Cement Company.

Concrete Expert Center consortium (Danish Technological Institute, TI, 2010 -2014): PhD student Mads Mønster Jensen funded by this project:

- Rambøll, Cowi, Danish Road Directorate, Bane Danmark, Aalborg Portland, etc.

The Grøn omstilling af cement- og betonproduktion (Green Concrete consortium) (Danish Technological Institute, TI, 2014 - 2018). DTU byg budget 5.000.000 DDK, total budget 29.000.000 DDK: PhD student Mouadh Addassi and Post doc student Mads Mønster Jensen funded by this project.

- Teknologisk Institut, Aalborg Portland A/S, Banedanmark, Grontmij A/S, Rambøll Danmark A/S, MT Højgaard A/S, Unicon A/S, Dansk Beton Fabriksbetongruppen, Vejdirektoratet, Energistyrelsen, Center for Betonuddannelse (AMU Nordjylland).

ABYSS consortium (Advancing BeYond Shallow waterS - Optimal design of offshore wind turbine support structures): Total budget 27.500.000. DTU Byg PhD student Chiara Latini funded by this project, 2014 – 2017:

- DONG Energy A/S, SIMULIA (Dassault Systèmes) , SINTEF Energy Research, Universal Foundation A/S.

The project: 'Højhastighedsmåling af vejbaner', DTU/Højteknologifonden/Dynatest, total budget 17.000.000 DDK, PhD student Stine Skov Madsen funded by this project, 2013– 2016:

- Dynatest International (pavement engineering specialist and equipment).

Student projects:

- Nationalmuseet (Danish National Museum), Cowi , Rambøll A/S, Germann Instruments A/S, Rescon Mapei A/S, Teknologisk Institut (Danish Technological Institute).

Industrial contacts established in association with running the master course 'Drilling Engineering':

- Maersk Drilling, Maersk Oil, Schlumberger (DK), MI Swaco (NO), Halliburton (DK), DONG Energy.

My post doc stay in Japan:

- Taiheiyo Cement.

## **Awards**

Achieved Kondo – Daimon award 2013 authorized by Tokyo University. The award was given to me and Yoshifumi Hosokawa (Taiheiyo cement) and Kazuo Yamada (Taiheiyo cement). The award was given for our innovative mathematical models for reactive transport in cement based materials.

Mads Mønster Jensen was awarded the PhD of the year at DTU Byg.2015 (main supervisor of this project).

Juan Manuel Paz Garcia was awarded the PhD of the year at DTU Byg.2014 (co-supervisor of this project).

## **Review activities (selection)**

Building and Environment  
Transport in Porous Media  
Journal of Materials in Civil Engineering  
Computers and Geotechnics  
Computers & Structures  
Cement and Concrete research  
Cement and Concrete Composites  
Materials and Structures  
International Journal for Numerical Methods

## **Book drafts (course literature)**

- Introduction to Engineering Continuum Mixture Theory with Numerical Applications using FEM (Draft). Internal Report, DTU, 2012, about 400 pages..
- Introduction to Concrete Technology (Third Draft). Internal Report, DTU, 2012, about 400 pages.
- Introduction to Construction Material Science (Draft). Internal Report, DTU, 2013, about 200 pages.
- Introduction to Drilling Engineering (Draft), Internal Report, DTU, 2015, about 70 pages.

## **Memberships**

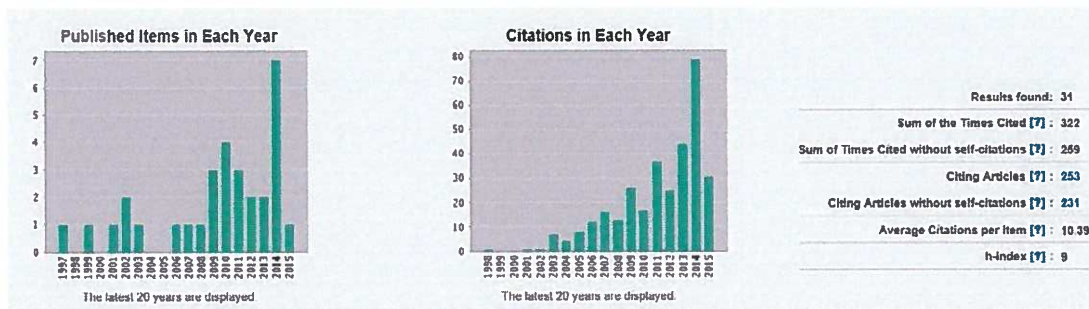


- European Drilling Engineering Association
- The Danish Center for Applied Mathematics and Mechanics, DCAMM.
- RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages).
- NANOCEM (The industrial-academic research network on cement and concrete).
- INTERPORE (International Society for Porous Media).

## Equipment

Dynamic Vapour Sorption (DVS) Instrument, Uddannelses- og Forskningsministeriet – Forkning og Innovation, 2008, 787.500 DKK, Project title: Measurements of Steady State Sorption, Sorption Kinetics and Hysteresis in Porous Materials Using a Dynamic Vapour Sorption.

## Web of science record (H-index: 9, Articles found: 31)



## Language

Swedish: Native  
 English: Good  
 Danish: Fair

## Attended courses (doctoral studies)

Advanced concrete technology	8p
Inorganic binding agent chemistry	5p
How to write and publish a scientific paper	3p
Partial differential equations	5p
Constitutive modeling	4p
Thermodynamics	5p
Nonlinear analysis with finite elements	4p
Fracture mechanics	3p
Fracture localization, brittleness and size effect	1p
Finite element method	7p
Cement chemistry	3p
Material mechanics (Continuum mechanics)	4p
Lifetime estimation of concrete constructions	5p

Finite elements, Zienkiewics Vol II  
Frost resistance in porous materials

10p  
6p

## Hobbies

Family life, music and soft pastel painting. I have performed over 100 concerts in different groups and constellations playing electric guitar, electric bass guitar, chromatic harmonica and electric piano. My first exhibition of my soft pastel paintings are planned to take place eastern 2016.

## Contacts

Lars Wadsö  
Division of Building Materials  
Faculty of Engineering, LTH  
Phone: +46 (0)46-22 29592  
E-post: lars.wadso@byggttek.lth.se

Matti Ristinmaa  
Solid Mechanics  
Faculty of Engineering, LTH  
Phone: +46 46 222 79 87  
E-mail: Matti.Ristinmaa@solid.lth.se

Lynn Bennethum  
Mathematical and Statistical Sciences  
University of Colorado Denver, USA  
Phone: (303) 315-1729  
E-mail: lynn.bennethum@ucdenver.edu

Kenneth Sandin  
Division of Building Physics (and Materials)  
Faculty of Engineering, LTH  
Phone: +46 (0)46 22 27409  
E-mail: kenneth.sandin@byggttek.lth.se

Kazuo Yamada  
Taiheiyo Cement Corporation and National Institute for Environmental Studies, Japan  
Kazuo\_Yamada@taiheiyo-cement.co.jp

## Other

Working on finishing a Dr. Techn. (Doctor Technices) Thesis, *Multi-species Diffusion and Chemical Reactions in Porous Silicate Materials – Modelling and Pore Characterization*. (tentative title). Over 400 PhD degrees are awarded at DTU every year but in average only 2 Dr. Techn. degrees. Dr. Techn. is the highest Danish academic degree in engineering and technical -scientific science.

## Publications in international journals

1. Jensen, Mads Mønster; Klaartje De Weerd; Geiker, Mette Rica; Johannesson, Björn: *Use of a multi-species reactive transport model to simulate chloride ingress in mortar exposed to NaCl solution or sea-water*. Accepted for publication in Computational Materials Science, 2015.
2. Min Wu, Katja Fridh, Björn Johannesson, Mette Geiker: *Influence of frost damage and sample preconditioning on the porosity characterization of cement based materials using low temperature calorimetry*, Thermochimica Acta 607 (2015) 30–38, 2015.
3. Jensen, Mads Mønster ; Johannesson, Björn ; Geiker, Mette Rica: *A Numerical Comparison of Ionic Multi-Species Diffusion with and without Sorption Hysteresis for Cement-Based Materials*: Transport in Porous Media (ISSN: 0169-3913), vol: 107, issue: 1, pages: 27-47, 2015.
4. Wu, Min; Johannesson, Björn; Geiker, Mette Rica: *Determination of ice content in hardened concrete by low-temperature calorimetry*, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (ISSN: 1388-6150), vol: 115, issue: 2, pages: 1335-1351, 2014.
5. Wu, Min; Johannesson, Björn; Geiker, Mette Rica: *A study of the water vapor sorption isotherms of hardened cement pastes: Possible pore structure changes at low relative humidity and the impact of temperature on isotherms*, Cement and Concrete Research (ISSN: 0008-8846), vol: 56, pages: 97-105, 2014.
6. Wu, Min ; Johannesson, Björn; *Impact of sample saturation on the detected porosity of hardened concrete using low temperature calorimetry*, Thermochimica Acta (ISSN: 00406031), vol: 580, pages: 66-78, 2014.
7. Wu, Min ; Johannesson, Björn ; Geiker, Mette: *A preliminary study of the influence of ions in the pore solution of hardened cement pastes on the porosity determination by low temperature calorimetry*: Thermochimica Acta (ISSN: 0040-6031, vol: 589, pages: 215-225, 2014.
8. Wu, Min ; Johannesson, Björn ; Geiker, Mette Rica: *Application of water vapor sorption measurements for porosity characterization of hardened cement pastes*: Construction and Building Materials (ISSN: 0950-0618, vol: 66, pages: 621-633, 2014.
9. Jensen, Mads Mønster ; Johannesson, Björn ; Geiker, Mette Rica: *Framework for reactive mass transport*; Computational Materials Science (ISSN: 0927-0256), vol: 92, pages: 213-223, 2014.
10. Paz Garcia, Juan Manuel ; Johannesson, Björn ; Ottosen, Lisbeth M. ; Ribeiro, A.B.: *Modeling Electric Double-Layers Including Chemical Reaction Effects*: Electrochimica Acta (ISSN: 0013-4686), vol: 150, pages: 263–268, 2014.
11. Jensen, Mads Mønster ; Johannesson, Björn ; Geiker, Mette Rica: *A Numerical Comparison of Ionic Multi-Species Diffusion with and without Sorption Hysteresis for Cement-Based Materials*: Transport in Porous Media (ISSN: 0169-3913), 2014.
12. Paz Garcia, Juan Manuel ; Johannesson, Björn ; Ottosen, Lisbeth M. ; Ribeiro, Alexandra B. ; Rodríguez-Maroto, José Miguel: *Computing multi-species chemical equilibrium with an algorithm based on the reaction extents*, Computers and Chemical Engineering (ISSN: 00981354), vol: 58, pages: 135-143, 2013.
13. Wu, Min ; Johannesson, Björn ; Geiker, Mette: *A review: Self-healing in cementitious materials and engineered cementitious composite as a self-healing material*: Construction and Building Materials (ISSN: 0950-0618), vol: 28, issue: 1, pages: 571-583, 2012.

14. Paz Garcia, Juan Manuel ; Johannesson, Björn ; Ottosen, Lisbeth M. ; Alshwabkeh, Akram N. ; Ribeiro, Alexandra B. ; Rodríguez-Maroto, José Miguel: *Modeling of electrokinetic desalination of bricks*: Electrochimica Acta (ISSN: 0013-4686), vol: 86, pages: 213-222, 2012.
15. Paz Garcia, Juan Manuel ; Johannesson, Björn ; Ottosen, Lisbeth M. ; Ribeiro, A. B. ; Rodríguez-Maroto, J.M.: *Simulation-based Analysis of the Differences in the Removal Rate of Chlorides, Nitrates and Sulfates by Electrokinetic Desalination Treatments*: Electrochimica Acta (ISSN: 0013-4686), vol: 89, issue: 1, pages: 436-444, 2012.
16. Paz Garcia, Juan Manuel ; Johannesson, Björn ; Ottosen, Lisbeth M. ; Ribeiro, Alexandra B. ; Rodríguez-Maroto, José Miguel: *Modeling of electrokinetic processes by finite element integration of the Nernst–Planck–Poisson system of equations* : Separation and Purification Technology (ISSN: 1383-5866), vol: 79, issue: 2, pages: 183-192, 2011.
17. Ristinmaa, M. ; Ottosen, N.S. ; Johannesson, Björn: *Mixture theory for a thermoelasto-plastic porous solid considering fluid flow and internal mass exchange*: International Journal of Engineering Science (ISSN: 0020-7225), vol: 49, issue: 11, pages: 1185-1203, 2011.
18. Hosokawa, Yoshifumi ; Yamada, Kazuo ; Johannesson, Björn ; Nilsson, Lars-Olof: *Development of a multi-species mass transport model for concrete with account to thermodynamic phase equilibriums*: Materials and Structures (ISSN: 1359-5997), vol: 44, issue: 9, pages: 1577-1592, 2011.
19. Johannesson, Björn: *Dimensional and ice content changes of hardened concrete at different freezing and thawing temperatures*: Cement and Concrete Composites (ISSN: 0958-9465), vol: 32, issue: 1, pages: 73-83, 2010.
20. Johannesson, Björn: *Comparison between the Gauss' law method and the zero current method to calculate multi-species ionic diffusion in saturated uncharged porous materials*: Computers and Geotechnics (ISSN: 0266-352X), vol: 37, issue: 5, pages: 667-677, 2010.
21. Johannesson, Björn ; Nyman, U. *A Numerical Approach for Non-Linear Moisture Flow in Porous Materials with Account to Sorption Hysteresis*: Transport in Porous Media (ISSN: 0169-3913), vol: 84, issue: 3, pages: 735-754, 2010.
22. Johannesson, Björn: *Development of a Generalized Version of the Poisson-Nernst-Planck Equations Using the Hybrid Mixture Theory: Presentation of 2D Numerical Examples*: Transport in Porous Media (ISSN: 0169-3913), vol: 85, issue: 2, pages: 565-592, 2010.
23. Johannesson, Björn ; Janz, Mårten: *A two-phase moisture transport model accounting for sorption hysteresis in layered porous building constructions*: Building and Environment (ISSN: 0360-1323), vol: 44, issue: 6, pages: 1285-1294, 2009.
24. Johannesson, Björn ; Hosokawa, Yoshifumi ; Yamada, Kazuo: *Numerical Calculations of the Effect of Moisture Content and Moisture Flow on Ionic Multi-Species Diffusion in the Pore Solution of Porous Materials*: Computers & Structures (ISSN: 0045-7949), vol: 87, issue: 1-2, pages: 39-46, 2009.
25. Johannesson, Björn: *Ionic Diffusion and Kinetic Homogeneous Chemical Reactions in the Pore Solution of Porous Materials with Moisture Transport*: Computers and Geotechnics (ISSN: 0266-352X), vol: 36, issue: 4, pages: 577-588, 2009.
26. Johannesson, Björn: *Multi-species Ionic Diffusion in Concrete with Account to Interaction Between Ions in the Pore Solution and the Cement Hydrates*: Materials and Structures (ISSN: 1359-5997), vol: 40, pages: 651-665, 2007.

27. U. Nyman; P. J. Gustafsson; B. Johannesson and R. Häggglund: *A Numerical Method for Nonlinear Transient Moisture Flow in Cellulosic Materials*, International Journal for Numerical Methods , Vol. 66, pp 1859 – 1883, 2006.
28. B. Johannesson, Y. Hosokawa and K. Yamada, *An Example of the Effect of Multi-Species Diffusion in Concrete*, Cement Science and Concrete Technology, pp. 209 – 216, No.58, 2004.
29. Johannesson, B.: *A Theoretical Model Describing Diffusion of a Mixture of Different Types of Ions in Pore Solution of Concrete Coupled to Moisture Transport*, Cement and Concrete Research, Vol. 33, pp. 481-488, 2003.
30. Johannesson, B and Janz. M.: *A Test of Four Different Experimental Methods to Determine Sorption Isotherms*, Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 14, No. 6, 2002.
31. Johannesson, B.: *Restrictions on the Rate of Adsorption when Evaluating Sorption Isotherms from Measurements Using a Micro-calorimetric Technique*, Journal of Building Physics (Former name: Journal of Thermal Envelope and Building Science), Vol. 25 No. 2/October 2001.
32. Janz, M. and Johannesson, B.: *Measurement of the Moisture Storage Capacity Using Sorption Balance and Pressure Extractors*, Journal of Building Physics, (Former name: Journal of Thermal Envelope and Building Science), 24(4):316-334, Vol. 24—April 2001.
33. Johannesson, B. and Utgenannt, P.: *Micro-structural Changes Caused by Carbonation of Cement Mortar*, Cement and Concrete Research, Vol. 31, pp. 925-931, 2000.
34. Johannesson, B.: *Diffusion of a Mixture of Cations and Anions Dissolved in Water*, Cement and Concrete Research, Vol.29, pp.1261-1270, 1999.
35. Johannesson, B.: *Nonlinear Transient Phenomena in Porous Media with Special Regard to Concrete and Durability*, Advanced Cement Based Materials, 6(3-4). p.71-75, 1997.

### **Publications in the pipe line**

36. Tian Tang, Johan Roenby, Björn Johannesson: *An integrated finite volume based approach for computing wave-structure-seabed interaction*, The electronic journal of Geotechnical engineering (tentative), 2015.
37. Jensen, Mads Mønster, Johannesson, Björn, Yoshifumi Hosokawa: *A comparative simulation study by two chemical models of solid phase formations in cement based materials exposed to sea-water*. Cement and Concrete Composites (tentative) 2015.
38. M. Wu, K. Fridh, B. Johannesson, M. Geiker: *Impact of sample crushing on porosity characterization of hardened cement pastes by low temperature calorimetry: comparison of powder and cylinder samples*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (tentative), 2015.
39. M. Addassi, L. Bennethum, B. Johannesson, C. Werth, and Y. Liu: *Pore scale modeling of vapor transport through a partially saturated capillary tube using the chemical potential*. Transport in porous Media (tentative), 2015.

### **Conference contributions (selection)**

40. Stine Skov Madsen, Steen Krenk, Björn Johannesson, *Relaxation modeling of asphalt behavior under moving load*, COMPDYN, 5th International Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, Crete Island, Greece, 25 - 27 May, 2015.
41. C. Latini, B. Johannesson, V. Zania, *Dynamic stiffness and damping of foundations for jacket structures*, 6th International Conference in Earthquake and Geotechnical engineering, Christchurch, New Zealand, 1-4 November, 2015.
42. Tian Tang, Björn Johannesson, Johan Roenby: *A FVM multi-physics simulation of wave-seabed-structure interaction using OpenFoam*, Proceedings of the 9th OpenFoam Workshop, June 23-26, 2014, Zagreb, Croatia.
43. Jensen, Mads Mønster, Johannesson, Björn, Geiker, Mette Rica: *A Coupled Chemical and Mass Transport Model for Concrete Durability*, Proceedings of the Eighth International Conference on Engineering Computational Technology, 2012, Civil-Comp Press.
44. Paz-Garcia, J. M., Johannesson, B., Ottosen, L. M., Ribeiro, A. B., & Rodriguez-Maroto, J. M.: *A model for competitive electrolytic reactions involving gaseous species*. Abstract from Conference on Electrochemical Science and Technology 2012, Aarhus, Denmark.
45. Paz-Garcia, J. M., Johannesson, B., Ottosen, L. M., Ribeiro, A. B. & Rodriguez-Maroto, J. M.: *A physicochemical and numerical model for electrokinetic transport*, Abstract from Conference on Electrochemical Science and Technology 2012, Aarhus, Denmark.
46. Paz-Garcia, J. M., Ottosen, L. M., Johannesson, B., Alshawabkeh, A. N., Ribeiro, A. B. & Rodriguez-Maroto, J. M.: *Coupling the transport of water and aqueous species in finite element modeling of electrokinetics*, Abstracts. 12th Mediterranean Congress of Chemical Engineering. SEQUI, 2011.
47. Paz-Garcia, J. M., Johannesson, B., Ottosen, L. M., Ribeiro, A. B. & Rodriguez-Maroto, J. M.: *Influence of the Chemical Interactions on the Removal Rate of Different Salts in Electrokinetic Desalination Processes*. Salt Weathering on buildings and Stone Sculptures. University of Cyprus, p. 373-380, 2011
48. Paz-Garcia, J. M., Johannesson, B., Ottosen, L. M., Rodriguez-Maroto, J. M. & Ribeiro, A. B.: *Modelling of Electrokinetic Processes in Civil and Environmental Engineering Applications*, Proceedings of the Thirteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing. Civil-Comp Press, p. 128 (Civil-Comp Proceedings; No. 96), 2011.
49. Paz-Garcia, J. M., Johannesson, B., Ottosen, L. M., Ribeiro, A. B. & Rodriguez-Maroto, J. M.: *Two-Dimensional Modeling of the Electrokinetic Desalination Treatment of a Brick Wall*: Abstract of oral presentation, EREM :Developments in Elektrokinetic Remediation of Soils, Sediments and Construction Materials. p. 94-95.
50. Juan Manuel Paz-García, Björn Johannesson, Lisbeth M. Ottosen, José Miguel Rodríguez-Maroto, Alexandra B. Ribeiro, *Modeling of the Ionic Multi-Species Transport Phenomena in Electrokinetic Processes and Comparison with Experimental Results*, The 9th Symposium on Electrokinetic Remediation (EREM 2010), Kaohsiung, Taiwan.
51. Juan Manuel Paz-García, Björn Johannesson, Lisbeth M. Ottosen, *Numerical Simulations of Electrokinetic Processes Comparing the Use of Constant Voltage Difference or a Constant Current as Driving Force*, Electrochemical Science and Technology Conference, Organized by the Danish Electrochemical Society. 30th Sept. - 1st Oct. 2010. Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, Denmark.

52. Paz-Garcia, J. M., Johannesson, B., Ottosen, L. M., Rodriguez-Maroto, J. M. & Ribeiro, A. B: *Modeling of Electrokinetic Processes Using the Nernst-Plank-Poisson System*, 8th fib international PhD Symposium in Civil Engineering. 1 ed. p. 449-454, 2010.
53. Paz-Garcia, J. M., Johannesson, B. & Ottosen, L. M.: *Modeling of the Ionic Multi-Species Transport Phenomena in Electrokinetic Processes and Comparison with Experimental Results*, Scientific Advances and Innovative Applications in Electrokinetic Remediation. Yang, G. C. C. (ed.). Taiwan, p. 69-70, 2010.
54. Björn Johannesson and Lisbeth M. Ottosen, *Modeling of Electromigration Salt Removal Methods in Building Materials*, Salt Weathering on Building and Stone Sculptures, 22 – 24 October, 2008, The National Museum, Copenhagen, Denmark.
55. Björn Johannesson, *Interaction Between Surface Charge Phenomena and Multi-species Diffusion in Cement Based Materials*, 1st International Conference on Microstructure Related Durability of Cementitious Composites, 13 – 15 October, 2008, Nanjing, China.
56. Yoshifumi Hosokawa and Kazuo Yamada, Björn Johannesson and Lars-Olof Nilsson, *A Development of a Multi-Species Mass Transport Model Considering Thermodynamic Phase Equilibrium*, CONMOD'08 2nd International Conference on Concrete Modelling , May 26-28, 2008, Delft, Netherlands.
57. Björn Johannesson, Yoshifumi Hosokawa and Kazuo Yamada, *The Effect of Moisture Transport and Sorption Hysteresis on Multi-species Diffusion in Concrete*, CONMOD'08 2nd International Conference on Concrete Modelling , May 26-28, 2008, Delft, Netherlands.
58. Björn Johannesson, *Freeze/thaw phenomena in concrete at freezing to low temperatures*, Workshop on concrete ice abrasion, Oct. 25 – 26, 2007, Helsinki, Finland.
59. K. Yamada, Y. Hosokawa, B. Johannesson and L-O. Nilsson: *A Model for Combined Chemical and Multi-ionic Diffusion in Concrete*, Proceedings of the Japan Concrete Institute, Vol. 29, No. 1, pp. 957-962, 2007.
60. B. Johannesson, K. Yamada and Y. Hosokawa, *Chloride Penetration Model Capable of Correctly Predict the Peak Shaped Chloride Profiles*, The Second International Symposium on Advances in Concrete through Science and Engineering, Sept. 11–13, 2006, Quebec City, Canada.
61. Y. Hosokawa, K. Yamada, B. Johannesson and L-O. Nilsson, *Thermodynamic Modeling of Phase Changes in Neutralization Reactions Using PHREEQC*, International RILEM Workshop on Performance Based Evaluation and Indicators for Concrete Durability, Madrid, Spain, 19-22 March, 2006.
62. K. Yamada, Y. Hosokawa, D. Mori, Y. Yamada, B. Johannesson, *Estimation of Effective Diffusion Coefficients and Non-linear Binding Parameters of Chloride by Reverse Analysis of Chloride Profiles*, Seventh CANMET/ACI International Conference, May 28 – June 3, 2006, Montreal, Canada.
63. Fagerlund, G. and Johannesson, B: *Freezable Water and Frost Resistance of Concrete at Very Low Temperature*, XIX Symposium on Nordic Concrete Research & Development-A meeting place for research and practice 12 – 15 June 2005, Sandefjord, Norway.
64. Johannesson, B. Yamada, K. and Hosokawa, Y: *The Inclusion of Carbonation into Multi-species Diffusion Models for Concrete Durability Japan Cement Association Conference*, 59th proceedings of JCA, pp.116 – 117, Tokyo, May 24-26, 2005.

65. Johannesson, B. Yamada, K. and Hosokawa, Y: *An Example of the Effect of Multi-species Diffusion in Concrete Japan Cement Association Conference*, 58th proceedings of JCA, pp.124 – 125, Tokyo, May 20 –23, 2004.
66. Johannesson, B: *Two Test Examples on Simulation of Chloride Penetration: A Multi-species Approach*, Nordic mini seminar & fib TG 5.5 meeting Göteborg, May 22-23, 2001
67. Johannesson, B: *An Overview of Models on Multi-species Diffusion in Pore Solution of Concrete*, Nordic mini seminar & fib TG 5.5 meeting Göteborg, May 22-23, 2001.
68. Johannesson, B: *Nonlinear Transient Phenomena in Porous Media with Special Regard to Concrete and Durability*, MRS meeting, Boston, USA, 1997.
69. Johannesson, B: *Convection-diffusion Problems with Significant First-order Reversible Reactions*, Ninth Nordic seminar on computational mechanics, Technical University of Denmark, October 25-26, 1996.
70. Johannesson, B: *Combined Effects on Concrete Exposed to Mechanical Load and Environmentally Induced Strains, Durability of Building Materials and Components*; Proceedings of the 7th International Conference 7DBMC, Stockholm, 19-23 May 1996.
71. Johannesson, B: *Durability of Concrete with Regard to Different Interacting Physical Phenomena*, Proceedings of the Nordic concrete research meeting, Espoo, Finland, August 1996.
72. Johannesson, B: *Numerical Simulation of Chloride Penetration*, Proceeding of the Nordic seminar in Lund, 1-2 Februari, 1995.
73. Johannesson, B: *MixtureTheory Applied to Chemical Reactions and Diffusion of Different Mediums in Mature Concrete: A Hypothetical Model, Part I*, International RILEM Workshop, St-Remy-les-Chevreuse, France, October 15-18, 1995
74. Johannesson, B: *MixtureTheory Applied to Chemical Reactions and Diffusion of Different Mediums in Mature Concrete: A Hypothetical Model, Part II*, International RILEM Workshop, St-Remy-les-Chevreuse, France, October 15-18, 1995.

### **Independent projects, drafts and commission work**

75. NanoCem Collaborative project. *Application of thermodynamic modelling for prediction of phases in Portland cement systems with chloride*, 2012: Project Manager, organisational: Geiker, Mette Rica. Project participant: Lothenbach, Barbara, EMPA, Dübendorf, Switzerland. Glasser, Fred University of Aberdeen.
76. B. Johannesson, K. Yamada, Y. Hosokawa, D. Mori, *An approach for the evaluation of combined process of chloride penetration and carbonation by a multi – species model*, Journal of research of the Taiheiyo Cement Corporation, pp. 4 – 11, No. 148, 2005.
77. Fagerlund, G. and Johannesson, B: *Betong för lagring av flytande naturgas, undersökning steg II, Inverkan av mycket hög fuktnivå, Inverkan av extremt låg temperatur (Concrete constructions for storage of liquid nitrogen, Part II, Effect of very low temperatures and high moisture contents)*, Internal LTH Report, TVBM 7185, 2005 (SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond).
78. Johannesson, B: *Mikrobiell påväxt på fasader (Mould growth on silicate based facades)*, Internal LTH Report, TVBM 3106, 2003 (SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond).



79. Johannesson, B and Fagerlund G: *Betong för lagring av flytande naturgas (Concrete constructions for storage of liquid nitrogen)*, Report TVBM 7174, 2003 (SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond).
80. Johannesson, B: *Thermodynamics of Transport, Phase Changes, Chemical Reactions and Heat Conduction Phenomena in Stressed Elastic Porous Materials*, Internal LTH Report, TVBM 7175, 2003.
81. Johannesson, B: *Physical balance principles*, Internal LTH Report, TVBM 7167, 2003.
82. Johannesson, B: *Fluids in motion*, Internal LTH Report, TVBM 7169, 2003.
83. Johannesson, B: *Examples of thermodynamic models of freezing of pore water in porous materials*, Internal LTH Report, TVBM 7168, 2003.
84. Johannesson, B: *How to reach the Fick's Second Law of Diffusion from a general theory*, Internal LTH Report, TVBM 7170, 2003.
85. Johannesson, B: *Thermodynamics*, Internal LTH Report, TVBM 7171, 2003.
86. Johannesson, B: *Verification of the BET-theory by Experimental Investigations on the Heat of Adsorption*, Internal LTH Report, TVBM 3096, 2000.
87. Johannesson, B: *Adsorption on Porous Vycor Glass at Different Temperatures at Low and Medium Relative Humidities*, Internal LTH Report, TVBM 3097, 2000.
88. Johannesson, B: *A Study of Diffusion and Chemical Reactions of Ions in Pore Solution in Concrete Exposed to Chlorides*, Internal LTH Report, TVBM 3092, 2000.
89. Johannesson, B: *The Effect of Different Cements and Pozzolans on Chloride Ingress into Concrete*, Internal LTH Report, TVBM 3093, 2000.
90. Johannesson, B: *The Effect of Curing Conditions on Chloride Ingress in Concrete*, Internal LTH Report, TVBM 3094, 2000.
91. Johannesson, B: *Modelling of a Viscous Fluid Percolating a Porous Material Due to Capillary Forces*, Internal LTH Report, Internal LTH Report, TVBM 3095, 2000.
92. Johannesson, B: *Theoretical Permissible Spacing of Air Bubbles in Paste During Freezing According to Powers Hydraulic Pressure Method*, Internal LTH Report, TVBM 7155, 2000.
93. Johannesson, B: *Chloride penetration in concrete at de-icing salt exposure, numerical simulation using FEM (In Swedish: Kloridinträngning i samband med tösaltning av betongkonstruktioner : numerisk simulering med hjälp av finita elementmetoden)*, Internal LTH Report, TVBM-7111, 1997.
94. Janz, M and Johannesson, B: *The influence of frost damage on the bond between concrete and reinforcement bars, laboratory results (In Swedish)*. Internal LTH Report, TVBM-7061, 1994.
95. Fagerlund, G. Janz, M. and Johannesson, B. *Effect of Frost Damage on Bond between Reinforcement and Concrete – A contribution to the BRITE/EURAM project BREU-CT92-0591, The Residual Service Life of Concrete Structures*, Internal LTH Report, TVBM 9016, 1994.



**Curriculum Vitae architect PhD. Lotte Marianne Bjerregaard Jensen**

**Present academic position:** Associate Professor

### **Educational Background**

2007: Education in University Teaching at DTU

2001 (jan): PhD. Title (Aarhus School of Architecture)

1996: PhD. Studies at Architectural Assoc. London, PhD/Grad.School, Environment& Energy, tutorials with Simmos Yannas and Royston Landau.

1995: Design Masterclass Berlage Institute Amsterdam

1993: Master Thesis (cand. Arch/ MA Architecture) – Aarhus School of Architecture

### **Positions:**

2006 .: Head of studies B. eng. Architectural Engineering program

2005-: Associate professor DTU byg/Architectural Engineering (research area: Architectural Engineering, Integrated Energy Design),

2002-2005: Assistant Professor, DTU byg

2001-2002: (12 months) Teacher, Royal Academy of Art and Architecture, Professor Steen Høyers department.

1995-2000: PhD position at the Aarhus School of Architecture

1993-1994 (13 months). Architect, Susse Fischer Architectural Office, Eleven Danes A/S

### **Books, Articles, Papers (Titles selection):**

**Quantitative and creative design tools for design in cold and windy climates**

2014

**The Potential of the Technical University of Denmark in the Light of Sustainable Livable Cities**

2014

**Reflections on How DGNB(UD) Sustainability Certification Standards Effect Design Methods**

2013

**Integrated Energy Design in Master Planning**

2012

**Obstacles and New Opportunities for Integrated design**

2011

**Bridgescaping - Contextual Structural Design**

2011

**Please see all titles at DTU link:**

[http://www.byg.dtu.dk/Om\\_Instituttet/Medarbejdere/Person?id=14199&cpid=8437&tab=2&qt=dtupublicationquery#tabs](http://www.byg.dtu.dk/Om_Instituttet/Medarbejdere/Person?id=14199&cpid=8437&tab=2&qt=dtupublicationquery#tabs)

### **Projects (project leader)**

**Urbanisation and Infrastructure in the Arctic - Challenges from a Sustainable Perspective**

2014

**Third International Workshop on Design in Civil and Environmental Engineering**

2014

**Solarmapping as part of a refurbishment process**

Type: OPI (Offentlig Privat Innovation)

2012-2013

**Solar decathlon 2012 : Team DTU Denmark**

2011-2013

**Arkitektur og landskap: seminar om store konstruksjoners kontekst**

Jensen, L. B.

15/08/08 → 17/08/08

<http://orbit.dtu.dk/admin/workspace/personal/family/project/>

### **PhD: supervision:**

**Integration of CFD in Structural and Architectural Wind Engineering**

Type: PhD | Projektstatus: Current

2009-2013

**Integreret energidesign af større bygninger**

Type: PhD |

2008-2012

**Integreret energidesign af klimaskærmen**

Type: PhD |

2008-2012

**Integreret energidesign i masterplanning**

Type: PhD

2008-2012

## **Curriculum vitae, Maja Nikolajew**

**Født** 18. januar 1964, Randers, Danmark.

**Nuværende stilling:** Selvstændig Landskabsarkitekt. 'Vand og Landskab,' København, Danmark.

### **Uddannelse**

Juni 2003 Ph.D. grad, Kunstakademiets Arkitektskole.

Juni 1994 Kandidatuddannelse fra Arkitektskolen Århus.

### **Ansættelser**

01. dec. 2007 < Selvstændig. 'Vand og Landskab.'

15. jan. – 31. marts. 2006 konsulent, Arkitekter Jens Ladegaard ApS, København.

01. feb. 2005 – 31.01 2006 Arkitektskolen Århus, Timelære.

01. aug. 2003 – 31.jan. 2005 Schønherr Landskab, København.

05. jan. 1999 – 27.07. 2003 Kunstakademiets Arkitektskole, Ph.D. studerende.

01. nov. 1997 – 31. okt. 1998 Jes Vagnby's Tegnestue, København.

01. marts 1996 – 31. okt. 1997 Stig Andersson Landskaber ApS, København.

01. juni 1995 – 31. jan. 1996 C. F. Møllers Tegnestue, Århus.

01.okt – 31. dec. 1994 Nationalmuseet.

15. juni - 15. sept. 1994 Vibeke Rønnow ApS, Århus.

### **Orlovsperioder**

05. april 2006 – 15. nov. 2007 Barsel.

01. marts – 31. maj 2005 Det danske Institut i Rom. Ophold.

01. nov. – 15. dec. 1998 Andalusien. Legat, Statens Kunstfond.

### **Tillidserhverv**

1999- 2001 Redaktionsudvalget og gransker på tidsskriftet *Process*. Tidsskrift udgivet af Kunstakademiets Arkitektskole.

2006 Gransker ved *Nordisk Arkitekturforskning*. Tidsskrift udgivet af Arkitektskolen i Århus.

2006 Lektor bedømt.

Forår og efterår 2007, forår 2008, forår, efterår 2010 - Ekstern Censor ved afgangsbetømmelser på Arkitektskolen Århus.

## **Publikationsliste Maja Nikolajew**

### **Fagfælle bedømt.**

Nikolajew, Maja: 'At læse vandet. Et redskab til analyse af vandkunst og fontæner'. Kunstakademiets Arkitektskole. Ph.d. Afhandling. (2003)

### **Ikke fagfælle bedømt.**

Nikolajew, Maja: 'At læse vandet. *Landskab* Tidsskrift, nr.7.03. (s.148-151) (2003)

Nikolajew, Maja: 'En havekunstnerisk trilogi ved klosteret i Krezeszow.' Afgangsprøje. *Arkitekten*, tidsskrift.

Jan. 1995 97.årg. p.55 (1995)

Nikolajew, Maja og Nielsen, Tom: 'Den fremtidige uddannelse på AAA. Arkitektskolen i Århus.'  
Evalueringsrapport. Arkitektskolen Århus, (35 sider), (2005)

Nikolajew, Maja: 'Att uppleva Vattnet' *Gröna Fakta*, Tidsskrift. Sverige. Særtryk nr. 3. (16 sider). (2008)

Nikolajew, Maja. 'At opleve vandet' *Fagus Fakta*, Kunnskapsblad fra Fagus rådgivning, Norge. (16 sider).  
(2008)

Nikolajew Maja, 'Ledreborg. Genskabelse og fornyelse af herregårdslandskabet og barokanlægget'. En  
redegørelse for restaureringsprincipper indenfor havekunst. Schønherr Landskab. (77 sider) 2004.

Nikolajew Maja, Bulletin for Trädgårdshistorisk Forskning. 'At opleve vandet'. (1 side) Nr. 21. sept. 08.

Nikolajew Maja og Rambøll Danmark A/S, '*Brug regnvandet og skab din egen smukke have.*' I samarbejde  
med Klimaenheden/Teknik- og Miljøforvaltningen Københavns Kommune (81 sider). (2015)

Nikolajew Maja. 'Lad Københavns udlevede byrum genopstå.' Bygningskultur Danmark. Debatindlæg, (2,5  
sider). (24.09.2010).

[www.vandoglandskab.dk](http://www.vandoglandskab.dk)

### **Øvrige artikler**

Christine Jensen, 'Om at læse vandet.' Landskab. Tidsskrift, nr. 7, s. 14. (2003)

Søren Holgersen. 'Vandets bevægelser.' Grønt Miljø. Tidsskrift, (s. 1-5). 5/2007

Søren Holgersen. 'Vandets lyde og refleksioner.' Grønt miljø. Tidsskrift, (s. 6-10) 10/2007 **Øvrige legater:**

1997 Margot og Thorvald Dreyers Fond.

1997 Knud Højgaards Fond Mexico *Luis Barragans arkitektur*

1999 Statens Kunstfond Andalusien. *Vandkunst*

1999 Det danske Institut i Damaskus.

1999 Knud Højgaards Fond Iran *Spejleffekter i vandkunst.*

2000 Dronning Ingrid Romerske Fond. Rom *Lydstudier af vandkunst.*

2002 Margot og Thorvald Dreyers fond. USA, *Computerstyret vandkunst.*

2004 Margot og Thorvald Drejers Fond. Indien ceremoniel omgang med vand.

2013 Statens kunstfond. Kina. vandsikringsanlæg.

## Curriculum vitae

**Name:** Thomas Alexander Sick Nielsen

Year of birth: 1970

**Affiliation:** Department of Transport, Technical University of Denmark.

Bygningstorvet 116 B; DK-2800 Kgs. Lyngby; Denmark

Tel +45 4525 6547

e-mail: [thnie@transport.dtu.dk](mailto:thnie@transport.dtu.dk)

### **Research areas:**

Urban development and transport; transport behaviour and sustainability; commuting and interaction patterns; spatial behaviours and effects.

### **Education, degrees, judgments:**

- |      |   |
|------|---|
| 1995 | Master of Technology and Socio-economic planning, Roskilde University     |
| 2003 | Ph.D.-exam, Department of Development and Planning,<br>Aalborg University |
| 2003 | Assistant Professor in urban planning, Aalborg University                 |
| 2006 | Assistant Professor in geographic modelling, Forest and Landscape         |
| 2006 | Receiver of P.H. Bendtsens award for transportation research              |

### **Employment:**

- |           |   |
|-----------|---|
| 1995-1996 | Research assistant at the National Environmental Research Institute,<br>Roskilde, Denmark         |
| 1996-1998 | Consultant at the Centre for Alternative Social Research  |
| 1998      | Research assistant at the National Environmental Research Institute,<br>Roskilde, Denmark         |
| 1998-2002 | Phd-student and lecturer at Aalborg University, Denmark   |
| 2003-2006 | Assistant professor at Aalborg University, Denmark  |
| 2006-2006 | Assistant professor at The Royal, Veterinary and Agricultural University,<br>Forest and Landscape |
| 2007-2011 | Senior Researcher at University of Copenhagen, Forest and Landscape                               |
| 2011-     | Senior Researcher at the Technical University of Denmark, Department of Transport                 |

### **Selected projects:**

**Bikeability** – cities for zero-emission travel and public health. (2010-2013, Danish Council for Strategic Research). ([www.bikeability.dk](http://www.bikeability.dk))

**Drivers and Limits** for transport. Possible contributions to climate change (2009-2012, Danish Council for Strategic Research). ([www.dtu.dk/subsites/driversandlimits/English.aspx](http://www.dtu.dk/subsites/driversandlimits/English.aspx))

**PLUREL** : Peri-urban land use relationships - strategies and sustainability assessment tools for urban-rural linkages (2007-2011, EC, FP6). ([www.plurel.net](http://www.plurel.net))

**Center for Strategic Urban Research** (RealDania Research)

**SENSOR** : Sustainability Impact Assessment: Tools for Environmental, Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use in European Regions (2004-2009, EC, FP6) (<http://www.sensor-ip.org/>)

**SELMA** : Spatial De-concentration of Economic Land Use and quality of life in European Metropolitan areas (2002-2005, EC, FP5).

**Byen, Vejen og Landskabet** / Town Road and Landscape (2003-2005, Foundation RealDania).

**Transport og Byplan** : Transportation and urban planning (1998-2002, Danish Transport Council).

#### **Project coordination and management activities:**

Project management and participation in project coordination with responsibility for annual activity and management reports etc. in the PLUREL project (EC FP6, 37 partners, budget 10 Mill EURO). Assistant project coordinator of Drivers- and Limits for transport (DSF, 7 partners, budget 25 Mill DKK). Additional management/leadership responsibilities for subprojects/WPs in Bikeability and SENSOR projects.

Coordination and management activities have included planning of conferences and research seminars.

#### **International relations:**

Participation in European projects SELMA, SENSOR, PLUREL as well as in the management committee of Transport and Urban Development Cost Action TU1002. National expert in the European Commissions Transport Programme Committee.

#### **Supervision of PhDs:**

Julien Grunfelder: Commuting behaviour, regional urban structure and urban form in a polycentric urban region, University of Copenhagen, Defended 6 June 2012

Christian Fertner: Urbanisation, urban growth and planning in the Copenhagen Metropolitan Region with reference studies from Europe and the USA, University of Copenhagen, Defended 30

Bernhard Snizek: Agent based simulation of bicyclist behaviour, University of Copenhagen, Faculty of Life sciences, expected completion by early 2014

#### **Recent publications**

Figueroa, M.J.; Nielsen, T.A.S.; Siren, A. (2014). Comparing urban form correlations of the travel patterns of older and younger adults, *Transport Policy* 35 10–20

Hansen, KB & Nielsen, TAS (2014). Exploring characteristics and motives of long distance commuter cyclists, *Transport Policy*, vol 35, pp. 57-63.

Snizek, B., Nielsen, T.A.S., Skov-Petersen, H. (2013). Mapping bicyclists' experiences in Copenhagen, *Journal of Transport Geography* 30, 227-233

Nielsen, T.A.S., Olafsson, A.S., Carstensen, T.A., Skov-Petersen, H. (2013). Environmental correlates of cycling: Evaluating urban form and location effects based on Danish micro-data, *Transportation Research Part D* 22, 40-44

Grunfelder, J., Nielsen, T.S. (2012). Commuting behaviour and urban form: A longitudinal study of a polycentric urban region in Denmark, *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*.

Christensen, P H, Mikkelsen, M R, Nielsen T.A.S., Harder, H. (2011). Children, Mobility and Urban Space: using GPS and mobile phone technologies in ethnographic research. *Journal of mixed methods research*, April 2011.

# CV for seniorforsker Hans Sanderson

Mail: hasa@envs.au.dk  
Direkte telefon: 87158632

I received my PhD in Denmark, did my Post-Doc in Canada, and now work as a senior scientist in the Department for Environmental Science at Aarhus University. Prior to this I worked as Director for Environmental Safety for the Soap and Detergent Association (SDA) in Washington DC. where I managed the global hazard and screening level risk assessment of the largest OECD category of chemicals (> 30) and the highest annual tonnage (> 1.5 Mill. tons/yr) via the OECD HPV program. I have continued my professional education by following courses at Harvard, e.g. leadership, legal, and management training.

I have published >50 peer reviewed papers, four book chapters; I am a reviewer on >25 international journals, and sit on 5 journals Editorial Boards, and have dozens of presentations and posters at international meetings, including e.g. invited presentations to: SOT Canada on emerging contaminants, NOAA workshop on emerging contaminants, an US interagency Presidential Task Force on risk assessment of pharmaceuticals, Health-Canada on risk assessment of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), National Academy of Sciences human health risk assessment of pharmaceuticals in drinking water.

I have served on a USEPA Scientific Advisory Board panel for review of the EPI Suite (Q)SAR models. I also served on the OECD *ad hoc* QSARs Expert Group representing the global Business and Industry Advisory Committee (BIAC), and I am appointed to a WHO expert committee on risk assessment of pharmaceuticals in drinking water.

I have organized and chaired several international meeting sessions (including a highlighted session at SETAC in Baltimore 2005 on risk assessment and management of chemical categories under HPV, REACH, DSL). I initiated the SETAC Advisory Group on risk assessment of pharmaceuticals as well as the SETAC precautionary principle work group. I am the coordinator of the FP 7 project Bottom-up climate adaptation strategies towards a sustainable Europe (BASE) (2012-2016).

## Forskningsområder

- Natur og teknologi > Biologi
- Natur og teknologi > Kemi
- Erhverv og økonomi > Miljø
- Sundhed og sygdom > Sygdomsforebyggelse
- Miljø, klima og energi > Processer, risici, stoffer m.v.
- Miljø, klima og energi > Miljø og samfund (reguleringer)
- Miljø, klima og energi > Klima
- Sundhed og sygdom > Øvrige aspekter
- Natur og teknologi > Samfund, teknologi og videnskab
- Natur og teknologi > Statistik
- It, datalogi og matematik > Bioinformatik

## Seneste publikationer

**Qualitative evaluation of the sources to selected organoarsenicals along the Nord-Stream pipeline route in the Bornholm Deep.** / Sanderson, Hans; Fauser, Patrik; Johansen, Anders; Mudge, Stephen. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 2015. 25 s.

**Review of environmental exposure concentrations of chemicalwarfare agent residues and associated the fish community risk following the construction and completion of the Nord Stream gas pipeline between Russia and**



**Germany.** / Sanderson, Hans; Fauser, Patrik; Rahbek, Malene; Larsen, Jørn Bo. I: Journal of Hazardous Materials, Vol. 279, 30.08.2014, s. 518–526.

**Database support systems for adaptation to climate change : an assessment of web-based portals across scales.** / Sanderson, Hans. 2014. Poster session presented at 3rd Nordic International on Climate Change Adaptation, København, Danmark.

**Database support systems for adaptation to climate change : an assesment of web-based portals across scales.** / Sanderson, Hans; Hildén, Mikael; Russel, Duncan; Dessai, Suraje. 2014. Abstract from 3rd Nordic International on Climate Change Adaptation, København, Danmark.

**It is time to develop the ecological Threshold of Toxicological Concern (Eco-TTC).** / Embry, Michelle ; Sanderson, Hans; Belanger, Scott; Coady, Katie; Davies, Iain. 2014. Abstract from 9th World Congress on Alternatives and Animal Use in the Life Sciences , Prag, Tjekkiet.

**Environmental Safety of the Use of Major Surfactant Classes in North America.** / Cowan-Ellsberry, Christina ; Sanderson, Hans; Belanger, Scott ; Dorn, Philip ; Dyer, Scott ; McAvoy, Drew ; Versteeg, Donald ; Ferrer, Darci ; Stanton, Kathleen. I: Critical Reviews in Environmental Science & Technology, Vol. 44, Nr. 17, 01.08.2014, s. 1893-1993.

**Review of environmental exposure concentrations of chemical warfare agent residues and associated the fish community risk following the construction and completion of the Nord Stream gas pipeline between Russia and Germany.** / Sanderson, Hans; Fauser, Patrik; Rahbek, Malene; Larsen, Jørn Bo. I: Journal of Hazardous Materials, Vol. 279, 01.08.2014, s. 518-526.

**Collection and dissemination of exposure data throughout the chemcial value chain: a case study from a global consumer product industry.** / Sanderson, Hans; Greggs, William; Cowan-Ellsberry, Christina; DeLeo, Paul; Sedlak, Richard. I: Human and Ecological Risk Assessment, Vol. 19, Nr. 4, 2013, s. 999-1013.

**Exploring SETAC's Roles in the Global Dialogue on Sustainability - An Opening Debate.** / McCormick, Ron ; Kapustka, Larry ; Stahl, Cynthia ; Fava, Jim ; Lavoie, Emma ; Robertson, Cory ; Sanderson, Hans; Scott, Heidi ; Seager, Tom ; Vigon, Bruce . I: Integrated Environmental Assessment and Management, Vol. 9, Nr. 1, 2013, s. 7-11.

**Exploring SETAC's Roles in the Global Dialogue on Sustainability – An Opening Debate.** / McCormick, Ron ; Kapustka, Larry ; Stahl, Cynthia ; Fava, Jim ; Lavoie, Emma ; Robertson, Cory ; Sanderson, Hans; Scott, Heidi ; Seager, Tom ; Vigon, Bruce. I: Integrated Environmental Assessment and Management, Vol. 9, Nr. 1, 2013, s. 7-11.

**Modelling Air Concentrations and Risk of Carcinogens and Co-Carcinogens in Gibraltar and Source Apportionment of Nearby Industrial Facilities.** / Fauser, Patrik; Sanderson, Hans; Løfstrøm, Per. I: Atmospheric Pollution Research, Vol. 4, Nr. 4, 2013, s. 377-386.

**Occurrence and Sorption Properties of Arsenicals in Marine Sediments.** / Fauser, Patrik; Sanderson, Hans; Hedegaard, Rikke Susanne Vingborg; Sloth, Jens Jørgen; Larsen, Martin Mørk; Krongaard, Teddy; Bossi, Rossana; Larsen, Jørn B. I: Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 185, Nr. 6, 2013, s. 4679-4691.

**Occurrence and risk screening of alcohol ethoxylate surfactants in three U.S. river sediments associated with wastewater treatment plants.** / Sanderson, Hans; Compennolle, Remi van ; Dyer, Scott D. ; Price, Bradford B. ; Nielsen, Allen M.; Selby, Martin; Ferrer, Darci; Stanton, Kathleen. I: Science of the Total Environment, Vol. 463-464, 2013, s. 600-610.

**Preliminary studies on model development for rodent toxicity and its interspecies correlation with aquatic toxicities of pharmaceuticals.** / Das, R.N; Sanderson, Hans; Mwambo, A.E; Roy, Kunal. I: Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 90, Nr. 3, 2013, s. 375-381.

**Økotoxikologi og risikovurdering efter REACH.** / Sanderson, Hans. I: Dansk Kemi, Vol. 93, Nr. 12, 01.12.2012, s. 16-17.

**Forskningsbaseret risikohåndtering af miljø- og sundhedsproblemer.** / Sørensen, Peter Borgen; Sanderson, Hans; Jensen, Anne. I: Dansk Kemi, Vol. 93, Nr. 5, 01.05.2012, s. 8-8.

**Weight-of-evidence environmental risk assessment of dumped chemical weapons after WWII along the Nord-Stream gas pipeline in the Bornholm Deep.** / Sanderson, Hans; Fauser, Patrik; Thomsen, Marianne; Larsen, Jørn. I: Journal of Hazardous Materials, Vol. 215-216, 04.04.2012, s. 217-226.

#### **Seneste projekter**

Løbende ad hoc opgaver for MST og NST

Cancer risk assessment from munition testing on Vieques

Monitoring and assessment of seadumped chemical weapons

**CURRICULUM VITAE Pia Kærgaard Frederiksen born 1955,**

**Nationality:** Danish

**Education:** Ph. D. in Geography, 1993.

M.Sc. geography and chemistry from Roskilde University, Denmark, 1985.

**Profession:** Geographer

**Current Position:** Senior Researcher and Head of Section at the Department of Environmental Science, Aarhus University;

**Key qualifications:** Research qualifications:

- land use policy and environmental governance
- land use and landscape change
- farming systems, farmer strategies and natural resource management
- social-ecological systems

Ph. D. in development of methodologies for mapping and monitoring of vegetation and soils using satellite image analysis.

Educational qualifications: supervision at master and PhD level, course development and implementation

Project coordination and management experience from national and international research projects.

Experience from Europe and Africa.

**Positions:**

From October 2011: Head of Section, Emission modelling and Environmental Geography, Department of Environmental Science, Aarhus University – formerly National Environmental Research Institute.

Jan. 2006 – Oct. 2011: Head of Section, Environmental Geography  
January 1999 - date: Senior Researcher at the Danish National Environmental Research Institute, from 2007: Aarhus University.

Apr. 1996 – Jan.1999 Leave – living in Indonesia.

Feb-April 1996: Associate professor, Inst. of Geography and International Development Studies, Roskilde University Centre.

Oct. 1995- Feb. 1996 Associate Professor, substitute.

1991 - 1995 Assistant Professor, Institute of Geography and International Development Studies, Roskilde University.

1987 - 1991 Ph. D. student, Geography, RUC, funded by the Research Council for Development Research

1985 - 1987 Assistant Lecturer at Department of Geography and International Development Studies, RUC

1987 Teacher, Rystensteens Secondary school

**Main project management competence:**

2014-2016: Project leader, national project: Integrated planning of biogas use

2009-2015: Task leader in EU-FP7 project Volante: Visions of Land Use transitions in Europe.

2008-2011: Coordinator of EU-FP7 project, POINT: Policy use and influence of indicators. 9 partners.

2007-2011: Project leader of the Danish research project: Renewable energy in the transport sector using biofuels as energy carriers. 7 partners.

2009-2012: WP and national coordinator of Baltic Sea programme: Waterpraxis, on the implementation of the Water Framework Directive.

2004 -2008: WP-leader in the EU 6<sup>th</sup> framework integrated program: SENSOR on sustainability impact assessment of land use scenarios, WP:Indicator Frameworks.

2002-2004: WP lead in project "Nature Quality in organic farming".

## Selected publications

- Møller F., Slentø E., and Frederiksen P. (2014). *Integrated well-to-wheel assessment of biofuels combining Energy and Emission LCA and Welfare economic analysis*. Biomass and bioenergy, 60, 41-49
- Pedroli B., Elbersen B., Frederiksen P., Grandin U., Heikkilä R., Krogh P. H., Izakovicova Z., Johansen A., Meiresonne L., Spijker J. (2013). *Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? – Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes*. Biomass and Bioenergy 55, 73-86. Special issue: Bioenergy landscapes.
- Larsen L.E., Jepsen, M. R., and Frederiksen, P. (2013). *Scenarios for biofuel demands, biomass production and land use - the case of Denmark*. Biomass and Bioenergy, 55, 27-40. Special issue: Bioenergy landscapes.
- Nielsen H.O., Frederiksen P., Rytkönen A-M., Pedersen A. B., Saarikoski H. (2013): *How different institutional arrangements promote integrated river basin management. Evidence from the Baltic Sea Region*. Land use Policy 30,1, pp 437-445
- Petit, S., Frederiksen, P. 2011, '*Modelling Land Use change impacts for sustainability assessment*', Ecological Indicators, 11, p 1-3. editorial.
- Rametsteiner E, Püzl H., Alkan-Olsson J. and Frederiksen P. (2010). *Sustainability indicator development - science or political negotiation?* Ecological Indicators, 11, pp 61-70. Special issue: Land Use Change Impacts.
- Frederiksen, P. Rydén Rømer J., Múnier B (2009). *Arealdækningen i Danmark fra omkring 1800 – 2000. I: Odgaard B og Rydén Rømer J. (eds): Danske landbrugslandskaber gennem 2000 år*. Aarhus Universitetsforlag. 2009
- Frederiksen, P., Kristensen, P. 2008, "*An indicator framework for analysing sustainability impacts of land-use change*", i Helming, K., Perez-Soba, M., Tabbush, P. (red.) *Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, s. 293-305.
- Tabbush, P., Frederiksen, P., Edwards, D. 2008, "*Impact Assessment in the European Commission in relation to Multifunctional Land Use*", i *Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes*, 1 udg., Springer Verlag, Berlin Heidelberg, s. 35-55.
- Levin, G., Múnier, B., Fuglsang, M., Frederiksen, P. 2008, *Indikatorer til belysning af kommunernes indsats på natur- og miljøområdet*, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.
- Frederiksen, P., Langer, V. 2008, "*Patterns of resource use on Danish organic farms: aspects of farm-based rural development*", *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, vol. 7, s. 96-109.
- Frederiksen, P., Mäenpää, M., Ville, H. 2008, "*The Water Framework Directive: spatial and institutional integration*", *Management of Environmental Quality*, vol. 19 nr. 1, s. 100-117.
- Levin, G., Langer, V., Frederiksen, P. 2006, "*Structural development in Danish agriculture and its implications for farmland nature*", i Langeveld, H., Röling, N., Langeveld, H., Röling, N. (red.) *Changing European farming systems for a better future - New visions for rural areas*, Wageningen Academic Publishers, s. 424-429.
- Frederiksen, P., Múnier, B., Rømer, J.R. 2005, "Classification of the Danish landscapes based on land use data - a historic analysis", paper, LaSyS-Workshop, 1st udg., Tune, 24.10.2005 - 26.10.2005.
- Frederiksen, P., Langer, V. 2005, "*Density, structure and management of landscape elements on Danish organic farms*", fremlagt ved *Organic farming for a new millennium - status and future challenges*, NJF seminar 369 udg., Alnarp, 15.6.2005 - 17.6.2005.
- Frederiksen, P., Levin, G., Múnier, B. 2004, "*Landscape Metrics as a Contribution to the Differentiation of Danish Landscapes*", *ANP*, vol. 2004:705, s. 155-165.
- Frederiksen, P., Langer, V. 2004, "*Localisation and concentration of organic farming in the 1990s - The Danish case*", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, vol. 95 nr. 5, s. 539-549.

# CV for Jes Jessen Rasmussen



*Current position:* Postdoc  
Aarhus University  
Dept. of Bioscience  
Denmark  
*Phone:* +45 89158779  
*E-mail:* jr@dmu.dk  
*Birth:* July 6<sup>th</sup>, 1977  
*Citizenship:* Danish

---

## Education

- 2008 - 2012     **PhD in applied Ecology and Ecotoxicology**  
*Dissertation title:* Pesticide effects on the structure and function of stream ecosystems  
National Environmental Research Institute / Aarhus University, Denmark
- 2006 - 2008     **M.Sc. in Stream Ecology**  
*Thesis Title:* Structure and functioning in geothermal Icelandic streams  
Aarhus University, Institute of Biology, Denmark
- 2005            **B.Sc. Ecotoxicology**  
*Thesis title:* Indirect effects of lambda-cyhalothrin on macroinvertebrates in outdoor experimental channels

## Professional Experience

- March 2014 – to date     Postdoctoral researcher, Dept. of Bioscience, Aarhus University, Denmark
- Linking freshwater fungal diversity and processes to macroinvertebrate shredders with fungicides as active stressor (PI)
  - Developing a Macroinvertebrate based pesticide indicator for streams (PI)
  - Influence of multiple stressors of freshwater ecosystem structure and functioning
- March 2013 – Feb 2014     Postdoctoral researcher, Carlsberg Foundation mobility grant
- Uptake kinetics of particle bound pyrethroids in freshwater invertebrates, Copenhagen University, Denmark (Prof Nina Cedergreen) (March – April 2013)
  - Importance of pyrethroid exposure routes for freshwater invertebrates, UFZ Hemholz Centre for Environmental Research, Germany (Dr Matthias Liess) (May – Oct 2013)
  - Benchmarking fungicide toxicity to freshwater fungi, UFZ Helmholtz Centre for Environmental Research, Germany (Dr Matthias Liess) (Nov 2013 – Feb 2014)
  - Developing a Macroinvertebrate based pesticide indicator for streams, Aarhus University, Denmark (PI – Dr Nikolai Friberg) (planning and supervision of technical staff for a large field campaign running throughout 2013)
- March 2012 – Feb 2013     Research assistant, Dept. of Bioscience, Aarhus University, Denmark
- Developing a Macroinvertebrate based pesticide indicator for streams (PI – Dr Nikolai Friberg)

- Acute effects of particle bound pyrethroids on freshwater invertebrates (PI – Prof Brian Kronvang)
  - Chironomid community composition as indicator for groundwater pollution in streams (PI – Prof Poul Bjerg, Technical University of Denmark)
- Sept 2008 – Feb 2012      Doctorial Candidate, National Environmental Research Institute, Dept. of Freshwater Ecology, (later Aarhus University), Denmark (Main Supervisor Prof Brian Kronvang)
- Multiple stressors in streams (monitoring data sets and field work)
  - Pesticide fate – from field to stream
  - Pesticide impacts on ecosystem functioning – scaling from individual to ecosystems
  - Groundwater contamination in streams in multiple stressor context
- June 2008 – Aug 2008      Research assistant, National Environmental Research Institute, Dept. of Freshwater Ecology, Denmark
- Climate change impacts on freshwater ecosystem processes (Dr Annette Baattrup-Pedersen)

*7 months of Parental leave from August 1<sup>st</sup> 2010 to November 1<sup>st</sup> 2010 + September 24<sup>th</sup> 2012 to October 28<sup>th</sup> 2012 + December 17<sup>th</sup> 2012 to February 3<sup>rd</sup> 2013.*

### **Funding and projects**

- Jun 2014 – Nov 2016      Funding: 115,000 € funded by the Carlsberg Foundation  
Project title: Fundamental resources and food chain dynamics under fungicide stress (PI – Jes J Rasmussen)
- Mar 2013 – Feb 2014      Funding: 50,000 € funded by the Carlsberg Foundation  
Postdoc Mobility Grant (PI – Jes J Rasmussen)
- Aug 2012 – Jun 2015      Funding: 580,000 € funded by the Danish EPA  
Project title: Developing a biological indicator for pesticide effects in Danish streams (PI – Dr Nikolai Friberg)
- Jun 2012                      Funding: 10,000 € funded by the Technical University of Denmark  
Project title: Chironomidae as indicators for groundwater contamination in Grindsted stream (PI - Prof Poul Bjerg, DTU, Denmark)
- Jun 2012 – Dec 2013      Funding: 20,000 € funded by AUFF. Funding to bridge the gap from PhD to Postdoc (PI – Jes J Rasmussen)

### **Awards and other merits**

- Invited speaker at the Aqua ConSoil Conference in 2015
- Invited speaker at the Expert Workshop (Current status and development of methods for detecting field-level effects of pesticides in aquatic ecosystems) in Uppsala (SLU) 2014
- Invited speaker at the Danish ATV conference for soil and water in 2011 and 2013
- Young Scientist Award for best research contribution at the conference: The XIV symposium in pesticide chemistry (Piacenza, Italy) (2011)

### **Additional activities and memberships**

- Since Oct 2013      Founder and acting chair of the Scientific Network for Ecotoxicology at Aarhus University
- Since Feb 2013      Associate editor of “Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology”
- Since May 2009      Active member in Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)



## SELECTED RECENT REPORTS AND PEER REVIED PUBLICATIONS

**Udredning af metode til databehandling og datavurdering af miljøfarlige stoffer i vand, sediment og biota fra vandløb, søer og kystvande (2013)** Larsen, Martin Mørk; Strand, Jakob; Boutrup, Susanne. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi 34 p., Dec 12.

**Sediment baseline study of levels and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in Lake Nicaragua (2014):** Scheibye, Katrine; Weisser, Johan; Borggaard, Ole K.; Larsen, Martin Mørk; Holm, Peter E.; Vammen, Katherine; Christensen, Jan H. *Chemosphere*, Vol. 95, 2014, p. 556-565.

**Chemical composition of nine common North Atlantic red macroalgae: III. Ash, minerals, macronutrients, and metals. (2014):** Bruhn, Annette; Razi Parjikolaei, Behnaz; Eybye, Karin; Larsen, Martin Mørk; Rasmussen, Michael Bo; Fretté, Xavier; Christensen, Knud Villy. *Journal of Applied Phycology*, (in press).

**Chemical contaminants in the Wadden Sea: Sources, transport, fate and effects. /** Laane, R.W.P.M. ; Vethaak, A.D. ; Vorkamp, Katrin; Gandrass, J.; Köhler, A.; Larsen, Martin Mørk; Strand, Jakob. *Journal of Sea Research*, Vol. 82, 2013, s. 10-53.

**Complex mixtures of contaminants in marine samples : Analytical chemical and Principal Component Analysis techniques for determining the origin and partitioning of contaminants in the marine environment. (2012):** Larsen, Martin Mørk. 2 udg. Roskilde University, 151 s.Ph.d.-afhandling

**Different organochlorine contaminant profiles in groups of flounders (Platichthys flesus) from sampling locations around Denmark. (2012):**Vorkamp, Katrin; Svendsen, Tore Christian; Rønsholdt, Bent; Larsen, Martin Mørk. I: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 69, Nr. 1, 2012, s. 13-23.

**Lead isotopes in marine surface sediments reveal historical use of leaded fuel?. (2012):** Larsen, Martin Mørk; Blusztajn, Jerzy S.; Andersen, Ole; Dahllöf, Ingela. I: *Journal of Environmental Monitoring*, Vol. 14, Nr. 11, 2012, s. 2893-2901.

**Metals and organotins in multiple bivalve species in a one-off global survey. (2012):** Larsen, Martin Mørk; Strand, Jakob; Christensen, Jan H.; Vorkamp, Katrin; Hansen, Asger; Andersen, Ole. *Journal of Environmental Monitoring*, Vol. 13, Nr. 6, s. 1793-1802.

**Trace elements. (2011):** Larsen, Martin Mørk; Søndergaard, Jens; Asmund, Gert; Parmentier, Koen; Vermaercke, Peter. In *Chemical Marine Monitoring: Policy Framework and Analytical Trends*. red. / Philippe Quevauviller; Patrick Roose; Gert Verreet. United Kingdom : John Wiley & Sons Ltd. s. 71-99.



## CV for seniorforsker Jakob Strand

ak@bios.au.dk

Direkte telefon: 87158654

### Education

2004 Ph.D. in aquatic toxicology at Roskilde University and National Environmental Research Institute (NERI), Denmark.

1998 M.Sc. in environmental biology and chemistry at Roskilde University, Denmark.

### Employments

2008 .. Senior Researcher, Aarhus University, Bioscience (previously NERI/MAR), Denmark

2004 .. 2008 Research scientist, NERI, Denmark

2000 .. 2003 Post graduate student in aquatic toxicology at NERI and Roskilde University, Denmark

1998 .. 2000 Research assistant at NERI, Department of Marine Ecology (MAR), Denmark

### Forskningsområder

- Natur og teknologi > Biologi > Marin økologi Effekter på individer, populationer og økosystemer
- Natur og teknologi > Biologi > Forurening Miljøfarlige stoffer
- Natur og teknologi > Biologi > Naturforvaltning Overvågning og screeningsundersøgelser, klapping af havnesedimenter
- Natur og teknologi > Biologi > Miljøfremmede stoffer TBT, PAH, PCB, PFOS, antibegroningsmidler m.fl.
- Natur og teknologi > Biologi > Økotoxikologi Hormonforstyrrelser, biomarkører, effekter på reproduktion
- Natur og teknologi > Biologi > Bunddyr Muslinger, snegle, amphipoder
- Natur og teknologi > Biologi > Fisk og fiskebiologi Hormonforstyrrelser, biomarkører, effekter på reproduktion
- Natur og teknologi > Kemi > Miljøkemi Forekomst og skæbne af miljøfarlige stoffer
- Natur og teknologi > Kemi > Analytisk kemi GC-PFPD, MS, HPLC
- Natur og teknologi > Kemi > Tungmetaller Kviksølv, Cadmium, Kobber m.fl.
- Miljø, klima og energi > Processer, risici, stoffer m.v. > Miljøindikatorer

### Research Interests

Environmental Biology and Chemistry. Research, monitoring and assessment of hazardous substances in the marine environment. Main focus at the DISTRIBUTION, FATE, ACCUMULATION and EFFECTS of organic compounds like PAH and OCs and organometallic compounds like TBT and methylmercury, but also emerging pollutants like PFAS and plasticizers. Attention is also given to synthetic microplastic particles as an indicator of solid waste and a potential source to plastic constituents in the aquatic environments.

Ecotoxicology incl. use of biomarkers in laboratory, field studies and monitoring;

Biomarkers for pollution effects in aquatic organisms,

Endocrine disruptions, embryo malformations and reproductive success in fish, eg. in eelpout (*Zoarces viviparus*),

Endocrine disruptions in molluscs, e.g. imposex/intersex in prosobranch gastropods,

Retinoid (vitamin A) balance and its importance for embryo development,

Invertebrate bioassays etc.

Analytical chemistry: Analysing trace levels of contaminants in the environment, primarily using GC or HPLC.

Environmental Impact Assessments in aquatic environments: Impact of pollution sources on marine organisms,

populations and habitats, e.g. due to ship traffic, dredging activities, oil spills or accidents. Development and

evaluation of potential indicators of pollutants and their effects, which potentially can be of relevance for EU WFD and MSFD assessments.

#### Seneste publikationer

**Evaluation and selection of test methods for assessment of contaminated sediments in the Baltic Sea – first results of the CONTEST project.** / Lehtonen, Kari; Ahvo, Aino; Berezina, Nadya; Breitholtz, Martin; Eklund, Brita; Jørgensen, Kirsten; Strand, Jakob; Sundelin, Brita. 2015. Poster session presented at Contaminated Sediments, Ascona, Schweiz.

**Mikroplastik i sediment fra de danske farvande - og betydningen af de biogeokemiske sedimentkarakterer.** / Strand, Jakob; Lassen, Pia; Andersen, Jesper; Shashoua, Yvonne. 2015. Poster session presented at 18. Danske Havforskermøde, Copenhagen, Danmark.

**Biological responses to dioxin-like compounds and PAHs in eelpout *Zoarces viviparus*.** / Tairova, Zhanna; Strand, Jakob. 2015. Abstract from 18. Danske Havforskermøde, Copenhagen, Danmark.

**Integrerede metoder til vurdering af belastning af miljøfarlige stoffer og deres biologiske effekter i det marine miljø.** / Strand, Jakob; Larsen, Martin Mørk. 2015. Abstract from 18. Danske Havforskermøde, Copenhagen, Danmark.

**Mikroplastik i havmiljøet - Metode til kvantificering af mikroplastik i havvand, blåmusling og fisk.** / Strand, Jakob; AgerSnap, Sune. 2015. Abstract from 18. Danske Havforskermøde, Copenhagen, Danmark.

**Miljøfarlige stoffer og biologiske effekter.** / Larsen, Martin Mørk; Strand, Jakob. Marine områder 2013: NOVANA. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2015. s. 100-112 (Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi; Nr. 123).

**Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet: NOVANA. Tilstand og udvikling 2004-2012.** / Boutrup, Susanne; Holm, Anna Gade; Bjerring, Rikke; Johansson, Liselotte Sander; Strand, Jakob; Thorling, Lærke; Brüsch, Walter; Erntsen, Vibeke; Ellermann, Thomas; Bossi, Rossana. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2015. 242 s. (Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi; Nr. 142).

**Contents of polyethylene microplastic in some selected personal care products in Denmark.** / Strand, Jakob. 2014. Poster session presented at International Conference on Plastics in Marine Environments, Reykjavik, Island.

**Current status on marine litter indicators in Nordic waters.** / Strand, Jakob; Tairova, Zhanna; Magnusson, Kerstin; Danielsen, Johannes; Naustvol, Lars Johan; Sørensen, Thomas Kirk; Hansen, Jens Würigler. 2014. Poster session presented at International Conference on Plastics in Marine Environments, Reykjavik, Island.

**Microplastics and biogeochemical relationships in sediments from Skagerrak, Kattegat and Baltic Sea.** / Strand, Jakob; Lassen, Pia; Shashoua, Yvonne; Andersen, Jesper H. 2014. Poster session presented at International Conference on Plastics in Marine Environments, Reykjavik, Island.

**Monitering for belastning og effekter af tungmetalfurening ved den lukkede bly/zink mine ved Maarmorilik - afprøvning af nye metoder til miljømonitoring ved mineprojekter i Grønland.** / Gustavson, Kim; Riget, Frank Farsø; Bach, Lis; Søndergaard, Jens; Wegeberg, Susse; Sonne, Christian; Strand, Jakob. 2014. 22 s.

**Endocrine-disrupting effects of compounds in Danish streams.** / Long, Manhai; Strand, Jakob; Lassen, Pia; Krüger, Tanja; Dahllöf, Ingela; Bossi, Rossana; Larsen, Martin M; Wiberg-Larsen, Peter; Bonefeld-Jørgensen, Eva Cecilie. I: Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 66, Nr. 1, 01.2014, s. 1-18.

**Undersøgelse af hormonforstyrrende kemikalier i vandløb.** / Lassen, Pia; Strand, Jakob; Dähllöf, Ingela; Larsen, Martin Mørk; Bossi, Rossana; Wiberg-Larsen, Peter; Long, Manhai; Krüger, Tanja; Bonefeld-Jørgensen, Eva Cecilie. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2014. 70 s. (Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi; Nr. 85).

**Development of tools for integrated monitoring and assessment of hazardous substances and their biological effects in the Baltic Sea.** / Lehtonen, Kari K.; Sundelin, Brita; Lang, Thomas; Strand, Jakob. I: Ambio, Vol. 43, 2014, s. 69-81.

**Evaluating pyrene toxicity on Arctic key copepod species *Calanus hyperboreus*.** / Nørregaard, Rasmus Dyrmosé; Nielsen, Torke Gissel; Møller, Eva Friis; Strand, Jakob; Espersen, Laila; Møhl, Malene. I: Ecotoxicology, Vol. 23, 2014, s. 163-174.

**New SNP markers reveal largely concordant clinal variation across the hybrid zone between *Mytilus* spp. in the Baltic Sea.** / Zbawicka, Malgorzata; Saneko, Tomasz; Strand, Jakob; Wenne, Roman. I: Aquatic Biology, Vol. 21, 2014, s. 25-36.

**Opstilling af vurderingskriterier for miljøfarlige stoffer i vandmiljøet.** / Strand, Jakob; Larsen, Martin Mørk. 2014. 6 s., okt. 01, 2013.

**Pristine Arctic: Background mapping of PAHs, PAH metabolites and inorganic trace elements in the North-Atlantic Arctic and sub-Arctic coastal environment.** / Jörundsdóttir, Hrönn Ólína; Jensen, Sophie; Hylland, Ketil; Holth, Tor Fredrik; Gunnlaugsdóttir, Helga; Svavarsson, Jörundur; Ólafsdóttir, Ásdír; El-Taliawy, Haitham; Riget, Frank Farsø; Strand, Jakob; Nyberg, Elisabeth; Bignert, Anders; Hoydal, Katrin S.; Halldórsson, Halldór Pálmar. I: Science of the Total Environment, Vol. 493, 2014, s. 719-728.

**Microplastic particles in sediments from Danish waters.** / Strand, Jakob; Lassen, Pia; Shashoua, Yvonne; Andersen, Jesper. 2013. Poster session presented at ICES Annual Science Conference (ASC), Reykjavik, Island.

**Abnormalities in eelpout *Zoarces viviparus* upon chemical exposure.** / Brande-Lavridsen, Nanna; Korsgaard, Bodil; Dahllöf, Ingela; Strand, Jakob; Tairova, Zhanna; Bjerregaard, Poul. I: Marine Environmental Research, Vol. 92, 2013, s. 87-94.

**Bemærkninger til Naturstyrelsens retningslinjer for behandling af data for miljøfarlige forurenende stoffer i Basisanalysen 2013: Retningslinjer af 10. december 2013.** / Strand, Jakob; Larsen, Martin Mørk; Boutrup, Susanne. 2013. 5 s., dec. 12, 2013. (Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi).

**Biologisk effektmonitoring i fisk.** / Strand, Jakob. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2013. 30 s. (Teknisk anvisning fra Det Marine Fagdatacenter, DCE; Nr. M26 ver.1).

**Biologisk effektmonitoring i muslinger.** / Strand, Jakob; Dahllöf, Ingela. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2013. 16 s. (Teknisk anvisning fra Det Marine Fagdatacenter, DCE; Nr. M28 ver.2).

**Chemical contaminants in the Wadden Sea: Sources, transport, fate and effects.** / Laane, R.W.P.M. ; Vethaak, A.D. ; Vorkamp, Katrin; Gandrass, J.; Köhler, A.; Larsen, Martin Mørk; Strand, Jakob. I: Journal of Sea Research, Vol. 82, 2013, s. 10-53.

**Imposex og intersex i havsnegle.** / Strand, Jakob. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2013. 30 s. (Teknisk anvisning fra Det Marine Fagdatacenter, DCE; Nr. M27 ver.1).

**Interlaboratory proficiency testing for measurement of the polycyclic aromatic hydrocarbon metabolite 1-hydroxypyrene in fish bile for marine environmental monitoring.** / Kammann, Ulrike; Askem, Clare; Dabrowska, Henryka; Grung, Merete; Kirby, Mark F.; Koivisto, Pertti; Lucas, Claudia; McKenzie, Margaret; Meier, Sonnich; Robinson, Craig; Tairova, Zhanna; Tuvikene, Arvo; Vuorinen, Pekka J.; Strand, Jakob. I: A O A C International. Journal, Vol. 96, Nr. 3, 2013, s. 635-641.

**Marin - Vurdering af biologiske effekter baseret på NOVANA-data.** / Strand, Jakob. 2013. 6 s., okt. 29, 2013. (Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi).

**Miljøfarlige stoffer og biologiske effekter.** / Larsen, Martin Mørk; Strand, Jakob. Marine områder 2012. red. / Jens Würigler Hansen. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2013. s. 102-118 (Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi; Nr. 77).

**Olien og vandloppen - effekten af pyren på *Calanus Hyperboreus*.** / Nørregaard, Rasmus Dyrmosé; Nielsen, Torkel Gissel; Møller, Eva Friis; Strand, Jakob. 2013. Poster session presented at Dansk Havforskermøde 2013, Roskilde, Danmark.

**Strong isolation-by-distance in the absence of genetic population structure in the eelpout (*Zoarces viviparus*, Linnaeus 1758).** / Kinitz, Tim; Quack, Markus; Paulus, Martin; Veith, Michael; Bergek, Sara; Strand, Jakob; Tuvikene, Arvo; Soirinsuo, Anna; Hochkirch, Axel. I: Ecological Indicators, Vol. 27, 2013, s. 116-122.

**Udredning af metode til databehandling og datavurdering af miljøfarlige stoffer i vand, sediment og biota fra vandløb, søer og kystvande.** / Larsen, Martin Mørk; Strand, Jakob; Boutrup, Susanne. 2013. 34 s., dec. 12, 2013. (Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi).

#### Seneste projekter

Overvågning af marint affald på strande i Danmark

Biomarker analyses for contaminant effects in aquatic organisms

Organotin analyses of environmental samples (i.e. surface water, percolate, sediment, sludge and biological tissues)

# Curriculum vitae for Jesper Reinholdt Fredshavn

Ansæt ved: DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Uddannelse: Hortonom, cand. hort., PhD.

Stillingsbetegnelse: Seniorrådgiver (siden 2003)

Årstal for ansættelse: 1994

Initialer: JRF

## Arbejdsområde, kvalifikationer og relevant erfaring

### Forskning og deraf afledte rådgivning:

Udvikling af tilstandsvurderingssystemer til brug for den offentlige naturforvaltning.

Udvikling af overvågningsmetoder og tekniske anvisninger for kortlægning og

overvågning af naturtyper, arter og arters levesteder. Udvikling af databaser og

analysemetoder til opbevaring og analyse af store mængder naturdata. Rådgivning på

baggrund af den foreliggende forskning og viden på området.

Emner:

- Overvågning af naturtyper og arter
- Tilstandsvurdering af naturtyper og arters levesteder
- Forvaltning af naturtyper og arter
- EU-Bevaringsstatus, Artikel 17
- Lagring, analyse og formidling af naturdata
- Conservation og naturbevarelse

### Projektlederansvar de seneste tre år:

Koordination af myndighedsbaseret forskning og rådgivning vedr. biodiversitet og natur på Aarhus Universitet. Projektansvarlig og kontaktperson for overvågning og kortlægning af naturtyper i det nationale overvågningsprogram NOVANA under Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk natur. Projektleder for projekter, der har udviklet tilstandsvurderingssystemer til Natura 2000-planlægningen, herunder lysåbne habitatnaturtyper, skovnaturtyper, mindre søer og vandhuller, større søer samt levesteder for habitatarter, herunder ynglefugle. Projektleder for Prioriteringsværktøj til Naturforvaltningen i Natura 2000 områderne (PRIOR). Projektleder for projekter til udvikling af besigtigelsesmetoder til brug for kommunernes naturforvaltning af §3-områder. Projektleder for udviklingen af Naturdatabasen, og udvikling af en fællesoffentlig webapplikation til naturdata ([www.naturdata.dk](http://www.naturdata.dk)) under Danmarks Miljøportal.

### Universitetsundervisning og anden formidling de seneste tre år:

Har undervist på adskillige kandidatkurser og efteruddannelseskurser på Københavns Universitet, Ålborg Universitet og Aarhus Universitet i naturforvaltning, overvågning af naturtyper og arter samt kortlægning og tilstandsvurdering af terrestriske naturtyper. Har været kursusleder for efteruddannelseskurser på Ferskvandscentret i besigtigelser og tilstandsvurdering af §3-natur. Indlæg og foredrag om overvågning, kortlægning, forvaltning og tilstandsvurdering af naturtyper og arter på internationale konferencer, temadage, fagmøder og kurser for bl.a. kommuner, organisationer, studerende og miljøcentre o.a.

### Nationale og internationale poster:

- Medlem af EU's Reporting Group vedr. Habitatdirektivet

- Medlem af ad hoc group on Structure and Function, Article 17
- Medlem af Alter-Nets bestyrelse

Samlet publikationsliste 1996-2010 omfatter:

	Total	Heraf som førsteforfatter
Videnskabelige Artikler, bøger og bogbidrag	9	5
Faglige rapporter og rapportbidrag	59	21
Populært formidlende bøger og artikler	7	2

Samlet produktion og aktiviteter som ansat ved DCE-AU fremgår af hjemmesiden <http://pure.au.dk/portal/da/jrf@dmu.dk>

Udvalgte forsknings- og rådgivningsprodukter fra de seneste år:

#### **Videnskabelige Artikler, bøger og bogbidrag**

Ejrnæs, R & Fredshavn, JR (red) 2005, Mapping and Monitoring of Natural Areas in the Nordic Countries: Proceedings from the workshop, November 1-3, 2002, Fuglsø, Denmark. Nordic Council of Ministers. ANP, nr. 2005:711

**Fredshavn, JR** & Bladt, JS 2011, 'From field monitoring to web-based decision support - a Danish case' ERT's international conference on Spatial Ecology & Conservation, Birmingham, Storbritannien, 05-09-11 - 07-09-11,

**Fredshavn, JR** 2000, 'Essential Information Needed for Policy Makers - the Perspectives and Needs seen from the Supply Side'. i: Bridging the Gap : New Needs and Perspectives for Environmental Information: Proceedings, The Holiday Inn, Nelson Dock, London, 3-5 June 1998. Environment Agency for England and Wales, s. 209-213.

**Fredshavn, JR**, Frederiksen, P, Ejrnæs, R, Axelsen, JA & Højring, K 2001, 'Naturkvalitet i økologisk jordbrug'. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO) (red.), i: Forskningsprojekter i FØJO II: Sammendrag og status 2001. FØJO, s. 104-105.

#### **Faglige rapporter og rapportbidrag**

Ejrnæs, R, Nygaard, B & **Fredshavn, JR** 2009, Overdrev, enge og moser. Håndbog i naturtypenes karakteristik og udvikling samt forvaltningen af deres biodiversitet. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, nr. 727

**Fredshavn, JR**, Nygaard, B & Ejrnæs, R 2010, Naturtilstand på terrestriske naturarealer – besigtigelser af § 3-arealer: 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, nr. 792

**Fredshavn, JR**, Jørgensen, TB & Moeslund, B 2009, Beregning af naturtilstand for vandhuller og mindre søer: Tilstandsvurdering af Habitatdirektivets søtyper. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, nr. 706

**Fredshavn, JR**, Ejrnæs, R, Damgaard, C, Nielsen, KE & Nygaard, B 2011, Terrestriske habitatnaturtyper 2004-2010: NOVANA. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, nr. 7

**Fredshavn, JR & Ejrnæs, R** 2009, **Naturtilstand i habitatområderne**: Habitatdirektivets lysåbne naturtyper. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, nr. 735

**Fredshavn, JR**, Nielsen, KE, Ejrnæs, R, Skov, F, Strandberg, B, Nygaard, B & Johannsen, VK 2008, Overvågning af terrestriske naturtyper: v.1.05. Teknisk anvisning fra DMUs Fagdatacenter for Biodiversitet og terrestrisk natur, nr. TA-N1

**Fredshavn, JR & Bladt, JS** 2011, Prioritering af indsatsbehovet i Natura 2000-planlægningen: Habitatdirektivets terrestriske naturtyper. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, nr. 826

**Fredshavn, JR** 2002, 'Naturkvalitet i terrestriske økosystemer - resultater og perspektivering'. i: Miljøforskning. s. 34-36. Miljøforskning, vol. 50

**Fredshavn, JR**, Johannsen, VK, Ejrnæs, R, Nielsen, KE & Rune, F 2007, Skovenes naturtilstand: Beregningsmetoder for Habitatdirektivets skovtyper. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, vol. 634

**Fredshavn, JR & Ejrnæs, R** 2006, Beregning af naturtilstand ved brug af simple indikatorer. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 599

**Fredshavn, JR & Skov, F** 2005, Vurdering af naturtilstand. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, vol. 548

**Fredshavn, JR**, Nygaard, B & Ejrnæs, R 2007, Teknisk anvisning til besigtigelse af naturarealer: Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Teknisk anvisning fra fra DMU's Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestriske Naturdata

**Fredshavn, JR.**, Pihl, S., Bregnballe, T. & Søgaaard, B. 2014. Tilstandsvurdering af levesteder for ynglefugle. 16 Natura2000 udpegningsarter. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 114

Søgaaard, B, Pihl, S, Wind, P & **Fredshavn, JR** 2008, Tilstandsvurdering af levesteder for arter. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, nr. 661

Søgaaard, B, Skov, F, Pihl, S, Nygaard, B, Laursen, K, **Fredshavn, JR**, Ejrnæs, R, Clausen, P, Bregnballe, T, Madsen, J, Baattrup-Pedersen, A, Lauridsen, TL, Søndergaard, M, Aude, E, Riis-Nielsen, T, Buttenschøn, RM, Møller, P & Nielsen, KE 2007, Criteria for favourable conservation status in Denmark. - Natural habitat types and species covered by the EEC Habitats Directive and birds covered by the EEC BirdS Directive. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. NERI Technical Report, nr. 647





## Europass Curriculum Vitae

### Personal information

First name(s) / Surname(s) Poul Nordemann Jensen  
Telephone(s) 0045 87158793  
Fax(es) 0045 87158901  
E-mail pnj@dce.au.dk  
Nationality Danish  
Date of birth 26081953  
Gender Male

### Desired employment / Occupational field

#### Work experience

Dates 1 January 2007 -  
Occupation or position held Chief Consultant

Main activities and responsibilities

- Reporting of monitoring data – author of the National review report
- General design of monitoring programmes (surface water, nature, air, agriculture, point sources)
- Co-ordinator of the monitoring activities at Aarhus University
- Representing the University in contact with the Ministry of Environment in issues like monitoring and consulting activities especially regarding the implementation of the Water Framework Directive (WFD) and the impact from agriculture
- International environmental projects (DG Env. , Vietnam etc.)
- International working groups (EURAQUA, NW EU mitigation options)
- Consultancy activities for government agencies especially concerning measures related to agriculture, effort, ecological status, objectives for surface water etc. and general issues of the WFD – directly or as quality assurance.
- Communication of research, monitoring results etc. to the public, political level and sectors like agriculture.
- Lectures on environmental management at university level

Name and address of employer DCE-Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University, Vejlsoevej 25, Box 314, DK-8600 Silkeborg, Denmark (until 1. July 2011: National Environmental Research Institute NERI)

Dates 1992 – 2006  
Occupation or position held Head of department in a regional administration (Aarhus County)



- Main activities and responsibilities
- Staff and budget responsibility (staff app. 20, budget 2-3 mio. €)
  - Part of daily management of the entire office
  - Responsible for the national monitoring programme for the region and further regional monitoring
  - Responsible for regional planning for the aquatic environment (rivers, lakes and coastal areas) and terrestrial nature areas.
  - Responsible for implementation of measures like restoration of wetlands, rivers etc.
  - Administration, enforcement etc. of national environmental and nature regulation and regional policies
  - Responsible for setting standards for point sources (mainly waste water treatment plants) according to regional planning and national and EU requirements
  - Implementation of EU regulation on regional level (e.g. WFD or Habitat directive)
  - Responsible for the regional elaboration of the art. 5 analysis acc. to the WFD
  - Information and communication to the political level (county council) and the public – internet, meetings, press etc..
  - Participation in international projects mainly in Poland and the Baltic countries related to the implementation of the EU environmental regulation
  - Expert for the TAIEX organisation

Dates 1988-1992

Occupation or position held Head of Fresh Water section.

- Main activities and responsibilities
- Regional Water Quality planning for rivers and lakes.
  - Regional Monitoring in rivers and Lakes.
  - Enforcement and monitoring concerning fish-farms.

Dates 1980-1988

Occupation or position held Biologist

- Main activities and responsibilities
- Biological monitoring in rivers
  - Administration and control of fish farms
  - Administration and control of farm discharges.

Name and address of employer Aarhus County, Environmental and Nature office, Lyseng Alle, 8270 Hoejbjerg (employer does not exist anymore due to new structure of the public sector from 1. January 2007).

## Education and training

Dates September 1973 – March 1980

Title of qualification awarded MSc Biology

Principal subjects/occupational skills covered Freshwater Ecology

Name and type of organisation providing education and training Aarhus University

## Selected Publications

### Selected national Publications

- **Nordemann Jensen, P et al.** (2015): Aquatic and Terrestrial Environment 2013. State and trends – summary. DCE Scientific Report No. 126. ( In Danish) Yearly report for the public and the Danish Parliament of the National Monitoring Program (NOVANA) (has been the editor during the period 2007-15) .
- **Nordemann Jensen, P. et al**, 2015: Impact from climate change on biological indicators in rivers, lakes and marine areas. (In Danish)
- **Eriksen, J and Nordemann Jensen, P**, 2014: Catalogue of measures related to agriculture. Report for the Danish ministry of Environment (in Danish)
- **Kristensen, Esben Astrup, Nordemann Jensen, P- et al**. 2012: Selection, implementation and cost of restorations in lowland streams: a foundation for identifying restoration priorities. Environmental Science & Policy, Vol. 23, 11.2012, s. 1-11.
- **Ministry of Environment**, 2011: National monitoring programme for ground- and surface waters and terrestrial nature areas 2011-15 – co-ordinator for the technical description of the programme for surface water and nature areas (in Danish).
- **Nordemann Jensen, P. et al** 2010: Comparison of monitoring programmes in 4 EU countries (in Danish).
- **Nordemann Jensen, P. et al.**(2009): Report on the costs deriving from the stipulations of the Water Framework Directive (WFD) for a good ecological status of surface waters – part 2 (only in Danish)
- **Ministry of Environment 2007-15**: Notes, memos etc. regarding indices for biological indicators measures, effects and other relevant WFD issues prepared for the Danish central authorities (in Danish).
- **Aarhus County (2006)**: Characteristics of river basin district, review of the environmental impact of human activity and economic analysis of water use (for one river basin district) (in Danish).
- **Arhus County, 2003**: Regional water quality plan.

### Selected International publications:

- **Danish Environmental Protection agency, 1993/94**: Action plan for waste water treatment in the Narew river basin, Poland and for the waste water treatment plant in Kielce, Poland. Responsible for setting outlet criteria etc.
- **PHARE-TWINNING, 2000-02**: Strengthening of Environmental Monitoring Capacities in Lithuania. Co-responsible for a proposed surface water monitoring programme in compliance with the requirements in the WFD. Joined project with DE and SE.
- **TAIEX office 2000-06**: EU expert on surface water monitoring, national implementation, planning, requirements, enforcement, regional aspects etc. in regard to the acquis (the later years especially the WFD). Participated in a number of seminars and work shops in the accession countries (Baltic countries, Poland, Hungary, Romania etc.)
- **Nordemann Jensen, P.** (2007 and 2008): 4 reports to the Vietnamese Ministry of Environment on regulation and enforcement of industries in small villages.
- **DG Environment 2009-15**: Participating in project for DG Env. : Service contract for the support to the implementation of the water Framework Directive 2000/60/EC. Part of team for the compliance check for River Basin Management Plans. Deputy assessor for Sweden and topic lead for 2 out of 17 topics. The project is ongoing and is reported by the EU Commission
-

## Curriculum vitae – Anne Winding (21-04-61)

**Address:** Svaleøvej 44, 4000 Roskilde or Department of Environmental Science, Aarhus University (AU),  
Frederiksborgvej 399, P.O.Box 358, 4000 Roskilde, Tel: +45 87158615; Cell phone: +45 4191 5655;  
e-mail: [aw@envs.au.dk](mailto:aw@envs.au.dk)

**Scientific degrees:** 1994 - Ph.D. Microbial Ecology, Section of Microbiology, Royal Veterinary and Agricultural University.  
1990 - M.Sc. Microbial Ecology, Department of Applied Microbiology, University of Copenhagen.

### Professional Experience

2011- present Deputy Head of Department of Environmental Science, AU (130 staff members)  
2011-present: Head of Quality Control in ENVS delegated from Head of Department as set out in the Quality Handbook  
2007-2011 Head, Section of Microbiology, Department of Environmental Science, AU, DK ((average 5 AC, 4 TAP, 1-5 PhD-students, 1 post-doc))  
2000 - Senior Scientist, Department of Environmental Chemistry and Microbiology, NERI, DK, presently AU.  
1994-2000 Scientist, Department of Environmental Chemistry and Microbiology, NERI, DK  
1991-1994 PhD-student at NERI, DK and Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark  
1990-1991 Research Assistant, Department of Microbiology, University of Copenhagen, Denmark

Expert evaluator of research applications for the Norwegian Research Council. Editor of the journal ISRN Ecology and Dataset Papers in Ecology 2012-

Reviewer for several scientific journals, e.g.: Appl. Env. Microbiol. Soil Biol. Biochem., Appl. Microbiol. Biotech., J. Soils Sedim., Microb. Ecol. Appl. Soil Ecol., Biol. Fert. Soils, Eur. J. Soil Biol., Annals of Appl. Biol.

### Research management

2014-2016 Sustainable recirculation of Bioash. Risks and benefits of recirculating bioash to agricultural soils with focus on microorganisms, protozoa and earthworms. AU-financed project.  
2012 - 2015 EU FP7 ITN TRAINBIODIVERSE: workpackage leader and supervisor of 2 PhD-projects.  
2011 – 2014 EU FP7 project EcoFINDERS: WP-leader of Dissemination and Outreach, member of Executive Committee, active research on microbial and protozoan functional and genetic diversity, and microbial indicators of soil quality. The project had 23 partners from EU and China.  
1994 - present Project leader of own projects.

### Recent funding, 2009-2014

2014 AU: Sustainable recirculation of Bioash	DKK 450.000
2012 FTP: CelFiMat 2013-2015	DKK 420.000
2011 EU ITN: Trainbiodiverse, 2 PhD-student stipends. WP-leader.	2 PhD-projects
2011 EU FP7: <b>Ecological Function and Biodiversity Indicators in European Soils.</b> WP-leader.	€ 784.776
2009 Durability of single-wall carbon nanotubes as affected by physicochemical and biological factors in the environment. AU Research Fund	DKK 375.000

**Teaching:** Advisor for 3 post.docs, 6 PhD students (3 current), 5 master students, volunteers and technicians.

**Research interests.** Environmental risk and effects of anthropogenic compounds (especially polyaromatic hydrocarbons, nanomaterials and pesticides) on soil functioning, including bioremediation and dependence on bioavailability. Soil quality indicators. Microbial ecology in terrestrial environments, especially structure, diversity

and function of microbial communities including bacteria, fungi and protozoa, as providers of ecosystem services; autecology of pathogenic bacteria in the outer environment; Techniques in use include up-to-date molecular tools, such as High-Throughput-DNA-Sequencing, PCR-DGGE, chemical analysis and traditional microbiological culturing techniques and fluorescent and light microscopy.

### Relevant publications authored by Anne Winding:

Web of Science: 42 publications; 1237 citations; H-index 20.

1. Santos, S.S., Nielsen, T. K., Hansen, L.H., **Winding, A.** 2015. Comparison of three DNA extraction methods for recovery of soil protist DNA. J. Microbiol. Meth. Available online [doi:10.1016/j.mimet.2015.05.011](https://doi.org/10.1016/j.mimet.2015.05.011)
2. Gilbert, D. Jakobsen HH, **Winding, A.**, Mayer, P. 2014. Co-transport of polycyclic aromatic hydrocarbons by motile microorganisms leads to enhanced mass transfer under diffusive conditions. Env. Sci. Technol. 48:4368-4375. DOI: 10.1021/es404793u
3. Creamer, R. E.; Schulte, R. P. O.; Stone, D.; Gal, A.; Krogh, Paul Henning; Lo Papa, G.; Murray, P. J.; Pérès, G.; Foerster, B.; Rutgers, M.; Sousa, J.P.; **Winding, A.** 2014. Measuring basal soil respiration across Europe: do incubation temperature and incubation period matter? Ecological Indicators 36: 409-418.
4. Marchal, G., Smith KEC, Rein A, **Winding A**, de Jonge LW, Trapp S, Karlson UG. 2013. Impact of activated carbon, charcoal and compost on the desorption and mineralization of phenanthrene in soil. Env. Poll. 181:200-210.
5. Marchal, G, K. E.C. Smith, A. Rein, **A. Winding**, S. Trapp, U. G. Karlson. 2013. Comparing the desorption and biodegradation of low concentrations of phenanthrene sorbed to activated carbon, biochar and compost. Chemosphere, 90: 1767-1778. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653512009794>
6. **Winding, A.**, J. Oberender. 2012. Effects of the biological control agent *Pseudomonas fluorescens* CHA0 on soil protozoa. Acta Protozoologica, 51: 249-258.
7. Arthur, E., P. Moldrup, M. Holmstrup, P. Schjøning, **A. Winding**, P. Mayer, L. W. de Jonge. 2012. Soil microbial and physical properties and their relations along a steep copper gradient. Agriculture, Ecosystems and Environment (159) 9-18.
8. Bui XT, **A. Winding**, K. Qvortrup, A. Wolff, D. D. Bang, C. Creuzenet. 2012. Interaction between *Campylobacter jejuni* and *Acanthamoeba castellanii*. Environmental Microbiology (2012) 14(8), 2034–2047
9. V. M. Hansen, N. V. Meyling, **A. Winding**, J. Eilenberg, A. M. Madsen. 2012. Factors affecting vegetable growers' exposure to dust and fungal bioaerosols. Ann. Occup. Hyg., 56: 170–181.
10. Vestergård, M; Ekelund, F; **Winding, A**; Jacobsen, CS; Christensen, S. 2011. Starved bacteria retain their size but loose culturability - lessons from a 5,000 years old undisturbed A-horizon. Soil Biol. Biochem. 43:1379-1382.
11. Pedersen, A.L., **A. Winding**, A. Altenburger, F. Ekelund. 2011. Protozoan growth rates on secondary-metabolite-producing *Pseudomonas* spp. correlates with high-level protozoan taxonomy. FEMSML 316:16-22.
12. Pedersen, A.L., Johansen, F. Ekelund, **A. Winding**. 2010. Interaction of bacterial feeding flagellates and antagonistic *Pseudomonas fluorescens*. Biol. Fert. Soils 46:151-158. DOI 10.1007/s00374-009-0417-4
13. Bispo, A, D. Cluzeau, R. Creamer, M. Dombos, U. Graefe, P.H. Krogh, J.P. Sousa, G. Peres, M. Rutgers, **A. Winding** & J. Römbke. 2009. Indicators for Monitoring Soil Biodiversity. Integr Environ Assess Manag 5:717-719
14. Pedersen, A, O. Nybroe, **A. Winding**, F. Ekelund, L. Bjørnlund. 2009. Competitive Success of Biocontrol Strains, *Pseudomonas fluorescens* CHA0 and *P. sp.* DSS73, depends on Feeding Mode of Bacterial Feeders (the Nematode *Caenorhabditis elegans* or the flagellate *Cercomonas longicaudata*) in flow cytometric assessed microcosms. Microbial Ecology 57:501-509

# CV – Jacob B Kidmose, GEUS



Name            Jacob Baarstrøm Kidmose  
Date of Birth    April 10, 1979  
Nationality     Danish  
Education       University of Copenhagen, 2010, Ph.D., hydrogeology with specialization in groundwater surface water interaction  
                      University of Copenhagen, 2007, M.Sc. in geology  
                      Danish Armed Forces, Royal Danish Artillery, First lieutenant (platoon leader), 2000

## **Employment Record**

<b>Year</b>	<b>Organisation</b>	<b>Position and Responsibilities</b>
2015-date	Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)	Senior researcher, Department of Hydrology
2010-2014	Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)	Project Researcher, Department of Hydrology
2007-2010	University of Copenhagen	PhD student, Department of Geology

## **Key Competencies**

Fieldwork based estimation of water and solute fluxes between groundwater and surface water.

Geological modelling and conversion to applied numerical models.

Hydrological modeling with special focus on climate change impacts, uncertainty assesment and extreme value analysis.

Urban hydrology, integration of urban (pipes, drains, calnals) and rural hydrology.

## **Selected Experience Record – Management of Research Projects and Assignments**

2015-date – HighPhos, Danish Geocenter research project about mobility of phosphorous and discharge to lakes

2012-date - HydroCast, DSF research project, hydrological data assimilation.

2012-2013 - Local scale climate change effects on groundwater at Kolding and Billund – Grindsted area with hazard assessment analysis.

2010-date - GEUS and the Danish Road Directorate collaboration, the Silkeborg Motorway project. Geological modelling, integrated hydrological modelling (MIKE SHE), Integrated climate change impact modelling, coupling of urban runoff models (MIKE URBAN) with hydrological models (MIKE SHE).

2011 - Large scale geological modelling of the trans-boundary German-Denmark area. CLIWAT EU INTEREG IV research project in collaboration with Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU).

2010-2011 - Quality assessment of geological models, update of the national hydrological model (DK-model).

2009 - Uncertainty in groundwater modelling, conceptual, model, and parameter uncertainty. Predictive uncertainty using *Monte Carlo* methods).

2007-2010 - During PhD study: -Applied field estimation techniques to quantify groundwater - surface water interaction. -3D groundwater modelling at regional to local scales (flow and solute transport). -2D

groundwater modelling with high spatial resolution (flow and reactive solute transport). -Geophysical exploration of groundwater aquifers (Multi electrode profiling, ground penetrating radar also under lacustrine conditions, well logging).

### ***Selected scientific peer-reviewed publications***

*Published 9 papers in ISI registered international scientific journals with 49 ISI citations (h-index = 4).*

- Kidmose J, Trolborg L, Refsgaard JC, Bischoff N (2015) Coupling of a distributed hydrological model with an urban storm water model for impact analysis of forced infiltration. *Journal of hydrology*, 525, 506-520.
- Kidmose J, Engesgaard P, Ommen DAO, Nilsson B, Flindt MR, Andersen FØ (2014) The role of groundwater for lake-water quality and quantification of N seepage. *Groundwater Journal*, in press (accepted August 2014), doi: 10.1111/gwat.12281.
- Karan S, Kidmose J, Engesgaard P, Nilsson B, Frandsen M, Ommen DAO, Flindt MR, Andersen FØ, Pedersen O (2014) Role of a groundwater-lake interface in controlling seepage of water and nitrate. *Journal of Hydrology* 517, 791-802.
- Kidmose J, Nilsson B, Engesgaard P, Frandsen M, Karan S, Landkildehus F, Søndergaard M, Jeppesen E (2013) Focused groundwater discharge of phosphorus to a eutrophic seepage lake (Lake Væng, Denmark): implications for lake ecological state and restoration. *Hydrogeology Journal*, DOI 10.1007/s10040-013-1043-7.
- Randall M, Refsgaard JC, Trolborg L, Kidmose J (2013) Assessing urban groundwater table response to climate change and increased stormwater infiltration. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 28.
- Kidmose J, Refsgaard JC, Trolborg L, Seaby LP, and Escrivà MM (2013) Climate change impact on groundwater levels: ensemble modelling of extreme values, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 1619-1634, doi:10.5194/hess-17-1619-2013.
- Kidmose J, Engesgaard P, Nilsson B, Laier T, Looms MC (2011) Spatial distribution of seepage at a flow through lake: Lake Hampen, Western Denmark. *Vadose Zone Journal*, Vol. 10, DOI: 10.2136/vzj2010.0017.
- Ommen DAO, Kidmose J, Karan S, Flindt MR, Engesgaard P, Nilsson B, Andersen FØ (2011) Groundwater interactions with oligotrophic Lake Hampen, Denmark, *Ecohydrology*. Online Marts 2011, DOI: 10.1002/eco.213.
- Kidmose J, Dahl M, Engesgaard P, Nilsson B, Christensen BBS, Andersen S, Hoffmann C C (2010) Experimental and numerical study of the relation between flow paths and fate of a pesticide in a riparian wetland, *Journal of Hydrology* 386: 67-79. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2010.03.006.
- Staehr PA, Sand-Jensen K, Raun AL, Nilsson B, Kidmose J (2010) Drivers of metabolism and net heterotrophy in contrasting lakes. *Limnology and Oceanography*, 55(2), 817–830. DOI: 10.4319/lo.2009.55.2.0817.
- Nilsson B, Engesgaard P, Kidmose J, Karan S, Looms MC, Frandsen M (2009) Water budget of Skaerso, a lake in south-east Jylland, Denmark: exchange between groundwater and lake water. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 17.

# CURRICULUM VITAE



---

<b>Name</b>	<b>Niels Hemmingsen Schovsbo</b>
<b>Address</b>	Nørre Søgade 33 3tv, 1350 København K
<b>Education</b>	M.Sc In Geology 1995 and Ph.D. in geology from University of Copenhagen in 2001
<b>Current occupation</b>	Senior Reservoir Researcher at the Geological Survey of Denmark (GEUS)
<b>Management</b>	Selected Projects 2010 – Present day: Project leader on Lower Palaeozoic shale gas research and development at GEUS. 2009 – 2012: ‘The GASH Project’: Leading scientist on the project section ‘Alum Shale as Natural Laboratories’. Coordinator for Alum Shale coring program and analysis program. Project conducted with industry partners 2009–2014: Project leader on OWC microbial studies in selected sandstone fields in the Danish North Sea conducted with industry partners.
<b>Scientific focus areas</b>	Resource assessment of unconventional reservoirs, geological and petro-physical characterisation of shale gas and shale oil shales, thermal maturity indices, reconstruction of the black shale depositional environment including depositional models for TOC in shales.

## Peer reviewed papers:

30. Mu, N., Schulz, H.-M. Fu, Y., Schovsbo, N.H., Wirth, R., Rhede, D., van Berk, W., 2015. Berthierine formation in reservoir rocks from the Siri oilfield (Danish North Sea) as result of fluid-rock interactions: Part I. Characterization. *Marine and Petroleum Geology* in press.
29. Esbensen, K., Schovsbo, N.H., Kristiansen, L., 2015. Down-hole permeability prediction – a chemometric wire-line log feasibility study from a North Sea chalk well. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* in press.
28. Schovsbo, N.H., Nielsen A.T., Klitten, K., 2015. The Lower Palaeozoic now fully cored and logged on Bornholm. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*, in press.
27. Rasmussen, B.W., Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., 2015. The upper Cambrian *Leptoplastus* Superzone (Furongian) at Slemmestad, southern Norway, in press.
26. Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., 2015. The regressive Early - Mid Cambrian 'Hawke Bay Event' in Baltoscandia: Epeirogenic uplift in concert with eustasy. *Earth Science Reviews*, in press.
25. Schulz, H.-M., Biermann, S., van Berk, W., Krüger, M., Straaten, N., Bechtel, A., Wirth, R., Lüders, V., Schovsbo, N.H., Crabtree, S., 2015. From shale oil to biogenic shale gas: retracing organic-inorganic

interactions in the Alum Shale (Middle Cambrian-Lower Ordovician) in southern Sweden. *AAPG Bulletin* 99, 927–956.

24. Krüger, M., van Berk, W., Arning, E.T., Jiménez, N., Schovsbo, N.H., Straaten, N., Schulz, H.-M., 2014. The biogenic methane potential of European gas shale analogues: Results from incubation experiments and thermodynamic modelling. *International Journal of Coal Geology* 136, 59–74.

23. Kiipli, T., Kallaste, T., Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., Siir, S., 2014. Geochemical discrimination of the Upper Ordovician Kinnekulle Bentonite in the Billegrav-2 drill core section, Bornholm, Denmark. *Estonia Journal of Earth Sciences* 63, 264–270.

22. Sanei, H., Petersen, H.I., Schovsbo, N.H., Jiang, C., Goodsite, M.E., 2014. Petrographic and geochemical composition of kerogen in the Furongian (U. Cambrian) Alum Shale, central Sweden: reflections on the petroleum generation potential. *International Journal of Coal Petrology* 158-169

21. Schovsbo, N.H., Nielsen, A.T., Gautier, D.L., 2014. The Lower Palaeozoic shale gas play in Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 31, 19–22.

20. Surlyk, F., Rasmussen, S.L., Boussaha, M., Schiøler, P., Schovsbo, N.H., Sheldon, E., Stemmerik, L., Thibault, N., 2013. Upper Campanian – Maastrichtian holostratigraphy of the eastern Danish Basin. *Cretaceous Research* 46, 232–256.

19. Pedersen, G.K., Schovsbo, N.H., Nøhr-Hansen, H., 2013. Calibration of spectral gamma-ray logs to deltaic sedimentary facies from the Cretaceous Atane Formation, Nuussuaq Basin, West Greenland. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 28, 65-68.

18. Petersen, H.I., Schovsbo, N.H., Nielsen, A.T., 2013. Reflectance measurements of zooclasts and solid bitumen in Lower Palaeozoic shales, southern Scandinavia: correlation to vitrinite reflectance. *International Journal of Coal Petrology* 114, 1-18.

17. Baumann-Wilke, M., Bauer, K., Schovsbo, N.H., Stiller, M., 2012. P-wave traveltime tomography for a seismic characterization of black shales at shallow depth on Bornholm, Denmark. *Geophysics* 77, 53-60.

16. Hammarlund, E., Harper, D.A., Canfield, D.E., Dahl, T.W., Zalasiewicz, J. A., Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., Bjerrum, C., Bond, D., Schönlaub, H.P., 2012. A sulfidic driver for the end-Ordovician mass extinction. *Earth and Planetary Science Letters* 331-332, 128-139.

15. Thibault, N., Harlou, R., Schovsbo, N., Schiøler, P., Minoletti, F., Galbrun, B., Lauridsen, B.W., Sheldon, E., Stemmerik, L., Surlyk, F., 2011. Upper Campanian–Maastrichtian nannofossil biostratigraphy and high-resolution carbon-isotope stratigraphy of the Danish Basin: Towards a standard  $\delta^{13}\text{C}$  curve for the Boreal Realm. *Cretaceous Research* 33, 72-90.

14. Schovsbo, N.H., Nielsen, A.T., Klitten, K., Mathiesen, A., Rasmussen, P., 2011. Shale gas investigations in Denmark: Lower Palaeozoic shales on Bornholm. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 23, 9-12.

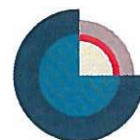
13. Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., 2011. The Lower Cambrian of Scandinavia: Depositional environment, sequence stratigraphy and palaeogeography. *Earth Science Reviews* 107, 207-310.





- 
12. Surlyk, F., Stemmerik, L., Ahlborn, M., Harlou, R., Lauridsen, B.W., Rasmussen, S.L., Schovsbo, N., Sheldon, E., Thibault, N., 2010. The cyclic Rørdal Member – a new lithostratigraphic unit of chronostratigraphic and palaeoclimatic importance in the upper Maastrichtian of Denmark. *Geological Society of Denmark Bulletin* 58, 89-98.
  11. Dahl, T.W., Hammarlund, E.U., Anbar, A.D., Bond, D.P.G., Gill, B.C., Gordon, G.W., Knoll, A.H., Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., Canfield, D.E., 2010. Devonian rise in atmospheric oxygen correlated to the radiations of terrestrial plants and large predatory fish. *PNAS* 107, 17911-17915.
  10. Schovsbo, N.H., Rasmussen, S.L., Sheldon, E., Stemmerik, L., 2008. Correlation of carbon isotope events in the Danish Upper Cretaceous Chalk. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 15, 13-16.
  9. Ineson, J.R., Buchardt, B., Lassen, S., Rasmussen, J.A., Schiøler, P., Schovsbo, N.H., Sheldon, E., Surlyk, F., 2006. Stratigraphy and palaeoceanography of upper Maastrichtian chalks, southern Danish Central Graben. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 10, 9-12.
  8. Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., 2006. Cambrian to basal Ordovician lithostratigraphy in southern Scandinavia. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 53, 47-92.
  7. Stemmerik, L., Surlyk, F., Klitten, K., Rasmussen, S.L., Schovsbo, N., 2006. Shallow core drilling of the Upper Cretaceous at Stevns Klint, Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 10, 13-16.
  6. Schovsbo, N.H., 2003. Geochemical composition and provenance of Lower Palaeozoic shales deposited at the margins of Baltica. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 50, 11-27.
  5. Schovsbo, N.H., 2002. Uranium enrichment shorewards in black shales: A case study from the Scandinavian Alum Shale. *GFF* 124, 107-116.
  4. Schovsbo, N.H., 2001. Why barren intervals barren? A taphonomic case study of the Scandinavian Alum Shale and its faunas. *Lethaia* 34, 271-285.
  3. Schovsbo, N.H., 2000. Environmental fluctuations in the Olenus Zone (Upper Cambrian), southern Scandinavia: A geochemical approach. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 47, 53-62.
  2. Kramer, P.A., Swart, P.K., De Carlo, E.H., Schovsbo, N.H., 2000. Overview of interstitial fluid and sediment geochemistry, sites 1003-1007 (Bahamas Transect). In Swart, P.K., Eberli, G.P., Malone, M.J., Sarg, J.F. (eds). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results 166: College Station, TX (Ocean Drilling Program)*, 179-195.
  1. Buchardt, B., Nielsen, A.T., Schovsbo, N.H., 1997. Alun Skiferen i Skandinavien. *Geologisk Tidsskrift* 3, 1-30.
-

## Curriculum vitae



GEUS

**Navn:** Anders Risbjerg Johnsen

### Personlige data:

Født: 31.05.1970.

Kontakt: +45 6075 4189, arj@geus.dk

### Uddannelse:

2001 Ph.D. (miljømikrobiologi), Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Mikrobiologi og Miljøkemi / Københavns Universitet.

1996 Cand. scient. (biologi), Århus Universitet, Afd. for Mikrobiel Økologi.

### Ansættelser:

2008- Seniorforsker, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), Geokemisk Afdeling.

2006-2008 Projekt seniorforsker, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), Geokemisk Afdeling.

2006-2003 Projektforsker, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), Geokemisk Afdeling.

2001-2003 Projektforsker, Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi.

1999-2000 Videnskabelig assistent, Technische Universität München, Institut für Wassergüte.

### Forskningsområder:

Miljøeffekter ved skifegasudvinding.

Fremmedstoffers biotilgængelighed.

Redoxsystemernes effekt på fremmedstof-nedbrydning.

Bioremediering og monitored natural attenuation.

Udbredelse og persistens af bakterielle nedbryderpopulationer.

Ansvarlig for pesticidkapitlet i den årlige i Grundvandsovervågningsrapport.

### Funding (projektleder på GEUS):

- TRANSPORTER - Sorberende pesticiders mobilisering, tilbageholdelse og transport i makroporer 2014, Miljøstyrelsen, 1,7 Mkr, hovedansøger).
- M4ShaleGas: Measuring, monitoring, mitigating & managing the environmental impact of shale gas (2014, EU Horizon 2020, 0,26 Mkr).

### Funding (medansøger):

- En litteraturundersøgelse af det marine mikrobiologiske potentiale for nedbrydning af olie i Arktis (2014, 0,32 Mkr, Miljøstyrelsen)
- Water4Coast (2013, 1,8 Mkr, Miljøstyrelsen).
- "Integrated Biotechnological Solutions for Combating Marine Oil Spills" KILLSPILL (2012, EU, 3,5 Mkr).
- "Natural emissions of volatile organohalogens in Arctic and Subarctic terrestrial systems –

A study of the Arctic's role in the atmospheric organohalogen budget" ARCTIVOX (2010, Villum fonden, 3,9 Mkr).

- "Genomic tools for assessment of pesticide effects on the agricultural soil ecosystem GENEPEASE (2010, Miljøstyrelsen, 1,4 Mkr).
- "Udsivning fra jordforurening til overfladevand" (2007, Miljøstyrelsen, 0,45 Mkr).
- "NVOC og kimal i drikkevand" (2005, Miljøstyrelsen, 0,25 Mkr).
- "Natural release of halogenated soluble compounds from forest soils – sources, amounts and consequences for the groundwater resources" CHLONAT-II (2005, Forskningsrådet for Teknik og Produktion, 2,2 Mkr).

#### **Deltagelse i andre større projekter:**

- "Evaluation of Bacterial Strategies to Promote Bioavailability of Hydrophobic Pollutants for Efficient Bioremediation of Contaminated Soils" BIOVAB (1997-2000, EU).
- "Center for biologiske processer i forurenede jord og Sediment" BIOPRO (2002-2004, Det Strategiske Miljøforskningsprogram SMP98)
- "Center for Environmental and Agricultural Microbiology" CREAM (2006-2010, Villum fonden).

#### **Publicering:**

Artikler publiceret i internationale tidsskrifter med peer-review: 33

Internationale citeringer: 1115, H-index: 14.

Et 2005-review om tjærestoffers skæbne i jord er citeret 420 gange.

Publikationer seneste 5 år:

1. Boll E, AR Johnsen, JH Christensen. 2015. Polar PAC metabolites from fungi are potential soil and groundwater contaminants. *Chemosphere* 119:250-257.
2. Krüger US, AR Johnsen, M Burmølle, J Aamand, SR Sørensen. 2015. Potential for bioaugmentation of sand filter materials from waterworks using 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid degrading bacterial cultures. *Pest Management Science*. In Press DOI 10.1002/ps.3796
3. Johnsen AR, Styriehave B, Aamand J. 2014. Quantification of small-scale variation in the size and composition of phenanthrene-degrader populations and PAH contaminants in traffic-impacted topsoil. *FEMS Microbiology Ecology* 88:84-93.
4. Rosenbom AE, Binning PJ, Aamand J, Dechesne A, Smets BF, Johnsen AR. 2014. Does microbial centimeter-scale heterogeneity impact MCPA degradation in and leaching from a loamy agricultural soil? *Science of the Total Environment* 472: 90–98.
5. Johnsen AR, Binning PJ, Aamand J, Badawi N, Rosenbom AE. 2013 The Gompertz function can coherently describe microbial mineralization of growth-sustaining pesticides. *Environ Sci Technol* 47:8508-8514.
6. Badawi N, AR Johnsen, J Sørensen and J Aamand. 2013. Centimetre-scale spatial distribution of 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid mineralisation changes with depth in a Danish agricultural soil. *Journal of Environmental Quality*. 42:683-689.
7. Badawi N, Johnsen AR, Brandt KK, Sørensen J, Aamand J. 2013. Hydraulically active biopores stimulate pesticide mineralization in agricultural subsoil. *Soil Biology and Biochemistry*. 57:533-541.

8. Badawi N, AR Johnsen, KK Brandt, J Sørensen and J Aamand. 2012. Protozoan predation in soil slurries compromises determination of contaminant mineralization potential. *Environmental Pollution* 170:32-38.
9. Batioğlu-Pazarbaşı M. Baelum J, Johnsen AR, Sørensen SR, Albrechtsen, HJ Aamand J. 2012. Centimeter-scale vertical variability of phenoxy acid herbicide mineralization potential in aquifer sediment relates to the abundance of *tfdA*-genes. *FEMS Microbiology Ecology*. 80:331-341.
10. Styriehave B, Björklund E, Johnsen AR, Halling-Sørensen B. 2012. The Spatial Heterogeneity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil Depends on Their Physico-chemical Properties. *Water Air and Soil Pollution* 223:969-977.
11. Svenningsen H., Henriksen T., Priemé A, Johnsen AR. 2011. Triclosan affects the microbial community in simulated sewage-drain-field soil and slows down xenobiotic degradation. *Environmental Pollution* 159:1599-1605.
12. Hybholt T., Aamand J. and Johnsen AR. 2011. Quantification of centimeter-scale spatial variation in PAH, glucose and benzoic acid mineralization and soil organic matter in road-side soil. *Environmental Pollution*. 159:1085-1091.
13. Sørensen SR, AR Johnsen, A Jensen, CS Jacobsen. 2010. Presence of psychrotolerant phenanthrene-mineralising bacterial populations in contaminated soils from the Greenland High Arctic. *FEMS Microbiology Letters*, 305:148-154.
14. Schmidt SN, JH Christensen and AR Johnsen. 2010. Fungal PAH-metabolites resist mineralization by soil microorganisms. *Environmental Science and Technology*, 44:1677-1682.

## CV - Troels Laier, GEUS



Name Troels Laier  
Date of Birth February 26, 1947  
Nationality Danish  
Education University of Copenhagen, 1973, M.Sc. in chemistry

### ***Employment Record***

<b><i>Year</i></b>	<b><i>Organisation</i></b>	<b><i>Position and Responsibilities</i></b>
1978-date	Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)	Senior scientist, 1992 - date, Geochemistry Department Scientist, 1978 - 1992, Geochemistry Department
1977-1978	University of Copenhagen	Assistant professor, 1977-1978
1973-1977	The Royal Veterinary and Agricultural University of Denmark	Assistant professor, 1973-1977

### ***Experience Record***

1978-: Deep subsurface geochemistry: **1)** Investigations of deep salty formation waters in order to evaluate possibilities for geothermal exploitation of deep warm brines. **2)** Studies of subsurface evaporites and aquifers above as part of a feasibility study on radioactive waste disposal. Development of suitable methods concerning both field work and laboratory analyses was needed for both of these tasks. Also, potential risks of adverse chemical reactions due to changes in pressure and temperature were evaluated as part of this work.

1985-: Hydrocarbon gas geochemistry. **1)** Project leader of research project (EFP-85) on surface geochemical exploration for oil and gas. The exploration included investigations on light hydrocarbon contents in marine sediments, soils and shallow aquifers, including stable isotopic ratios of methane. Concurrent with this, a number of commercial geochemical surveys were conducted, mainly offshore. **2)** Testing the Deep Gas theory performing hydrocarbon analyses, including stable isotopes on a large number of drill samples from the 6000 m deep Siljan well in Sweden. **3)** Danish project leader of the EU project on NW European gas reservoirs 1993-1995, characterising natural gas reservoirs with respect to geochemistry and isotopes. **4)** Study on hydrocarbon traces in the Tertiary basalts of the Faroe Islands and Isle of Skye (Scotland), including stable carbon isotopes and biomarkers, exploration surveys for Texaco (1996-1997).

1989-: Environmental hydrocarbon gas geochemistry. **1)** Baseline hydrocarbon investigations above projected underground natural gas storage, including analysis of samples from deep wells as well as shallow groundwater samples. Since then, responsible for groundwater monitoring programme to observe any possible leakage of natural gas from the underground storage. **2)** Investigation of landfill gas in shallow aquifers polluted by leachates from waste deposits. **3)** Study on methane formation and migration in marine sediments using stable isotopes and carbon-14 dating: Participant in the EU project ENAM, European North Atlantic Margin 1991-1993; Leading organic geochemist on ODP-drilling cruise, Leg 156 Barbados Ridge, 1994; Participant in the EU project SUB-G.A.T.E. 1997-2000, SUBmarine Groundwater-

fluxes And Transport-processes from methane rich coastal sedimentary Environments; Danish project leader of the EU project METROL 2002-2005, Methane Flux control in Ocean Margin Sediments.

1996-: Trace gas geochemistry. Age-dating of shallow groundwater performed using chlorofluorocarbon (CFC) analyses. Study of solutes transport in shallow groundwater performed using trace gas analyses (CFC, N<sub>2</sub>, Ar, N<sub>2</sub>O and chlorinated aliphatic hydrocarbons). This work required setting up a new lab, including construction of a purge and trap gas chromatographic system for high sensitivity analyses. **1)** Age-dating performed on shallow groundwater from all wells of the entire national groundwater quality monitoring programme. **2)** Participation in various research projects concerning solute transports, particularly with respect to pesticides. **3)** High sensitivity analyses of chloroform in groundwater and soil air performed in order to clarify the importance of natural chloroform production in certain areas.

### **Scientific publications**

40 peer reviewed publications, 65 conference abstracts, 26 publications in non-refereed journals and 94 scientific reports.

#### **List of publications**

- Nielsen T, Laier T, Kuijpers A, Mikkelsen N, Nørgård-Pedersen N, & Rasmussen TL (2014). Fluid flow and methane occurrences in the Disko Bugt area, offshore West Greenland: Indication for gas hydrates? *Geo-Marine Letters* **34**, 511-523. DOI 10.1007/s00367-014-0382-2
- Bælum J, Scheutz C, Chambon JC, Jensen CM, Brochmann RP, Dennis P, Laier T, Broholm MM, Bjerg PL, Binning PJ, Jacobsen CS (2014) The impact of bioaugmentation on dechlorination kinetics and on microbial dechlorinating communities in subsurface clay till, *Environmental Pollution* **186**, 149-157.
- Weibel R, Kjøller C, Bateman K, Laier T, Nielsen L H Springer N, Purser G (2014) Carbonate dissolution in Mesozoic as a response to CO<sub>2</sub> exposure. *Applied Geochemistry* **42**, 1-15.
- Bælum J, Chambon JC, Scheutz C, Binning PJ, Laier T, Bjerg PL, Jacobsen CS (2013). A conceptual model linking functional gene expression and reductive dechlorination rates of chlorinated ethenes in clay rich groundwater sediment. *Water Research* **47**, 2467-2478.
- Sachin K, Engesgaard P, Looms MC, Laier T & Kazmierczak J (2013) Groundwater flow and mixing in a wetland-stream system: Field study and numerical modelling. *J. Hydrology* **488**, 73-83.
- Laier T (2012) Results of monitoring groundwater above the natural underground storage at Stenlille, Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **26**, 45–48.
- Laier T & Nytoft HP (2012) New evidence for generation of oil off south-western Greenland. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **26**, 65–68.
- Mikkelsen N, Laier T, Nielsen T, Kuijpers A & Nørgård-Pedersen N (2012) Methane and possible gas hydrates in the Disko Bugt region, central West Greenland. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **26**, 69–72
- Hunkeler D, Laier T, Breider F & Jacobsen OS (2012) Demonstrating a natural origin of chloroform in groundwater using stable carbon isotopes. *Environmental Science and Technology*, **46**, 6096-6101
- Laier T & Nytoft HP (2012) Bitumen biomarkers in the Mid-Proterozoic Ilímaussaq intrusion, Southwest Greenland - a challenge to the mantle gas theory. *Marine and Petroleum Geology* **30**, 50-65.
- Kidmose J, Engesgaard P, Nilsson B, Laier T, Looms MC, (2011) Spatial distribution of seepage to a flow through lake: *Lake Hampen*, Western Denmark. *Vadose Zone Journal* **10**, 1-15.
- Albers, CN, Laier T, Jacobsen O S (2010) Formation, fate and leaching of chloroform in coniferous forest soil. *Applied Geochemistry* **25**, 1525-1535.
- Albers CN, Jacobsen OS, Flores ÉMM, Pereira J S F & Laier T (2010) Spatial variation in natural formation of chloroform in the soils of four coniferous forests. *Biogeochemistry*, 10533-10550.
- Laier, T. and Øbro, H 2009: Environmental and safety monitoring of the underground gas storage facility at Stenlille, Denmark. EVANS, D. J. & CHADWICK, R. A. (eds.) Underground Gas Storage: Worldwide Experiences and Future Development in the UK and Europe. *The Geological Society, London, Special Publications*, **313**, 79–90.

## **CV TRINE DAHL-JENSEN**

**Gothersgade 156B4, 1123 København K**

**EDUCATION:** November 1984 cand.scient. in geophysics at Københavns Universitet MSc Thesis.: “Jordskælv og skorpestrukturer i Grønland”

April 1989 fil.doc (Ph.D.) in geophysics at Uppsala University. PH.D. Thesis: “Reflection seismic studies in the Baltic Shield: Special processing techniques and results”

### **EMPLOYMENT:**

Assistant/associate professor at Uppsala Universitet, Dept.. Solid Earth Physics. March - June 89

Postdoc at Department of Earth Sciences, Cambridge Universitet. Aug. 89 - April 90

Researcher at Geological Survey of Greenland (GGU) April 90 - April 92

Senior Geophysicist at GGU, which became GEUS. April 92 -

Senior Geophysicist at Danish Lithospherecentre (Centre of Excellence funded by Danish National Research Foundation). Februar 94 - Februar 99

### **SCIENTIFIC FOCUS:**

Large scale structure of Greenland crust and upper mantle from seismological data – both passive (earthquakes) and active source.

### **BOARD MEMBERSHIPS:**

Employee representative in GEUS board (2008 -

Board member in Inge Lehmann’s Foundation (2011 -

### **OUTREACH:**

15-20 public talks on earthquakes each year, primarily at schools

Numerous interviews to the media

### **TEACHING:**

In the period 2010-2013 I was responsible for teaching basic geophysics at University of Copenhagen: Jorden og de Terrestriske Planeter (7.5 points). In February 2014 I taught the seismology section of 30150 Matematiske og numeriske metoder i rum- og geofysik (DTU).

In addition I guest teach on occasion . I supervise BSc, MSc and PhD students in cooperation with their main supervisor from the universities.

### **STUDENTS SINCE 2003:**

- Line Pinna, MsC 2013 (current)
- Line Pinna, BsC 2012
- Arne Andreasen, Ph.D 2010
- Thomas Jansson, MSc 2009
- Arne Andreasen, Msc 2006
- Jerrick Petersen, Msc 2006
- Rune, Maja og Maibritt Bsc 2005
- Niels Büchler, Msc 2005
- Lars Svenningsen, Ph.D 2003

### **INTERNATIONAL CONTACTS:**

- IRIS, USA Dr. Kent Anderson

- ETH Zürich, Switzerland Dr. Domenico Giardini, John Clinton
- Geological Survey of Canada, Canada Dr. Ruth Jackson, Dr. John Shimeld
- GFZ-Potsdam, Germany Dr. Winfried Hanka
- Penn State University Dr. Sridhar Anandkrishnan
- Hokkaido University Institute of Seismology, Japan Dr. Yuichi Nishimura

**LARGE PROJECTS:**

- GLISN (Greenland Ice Sheet Monitoring Network) ongoing <http://glisn.info> Danish PI
- LORITA-1 (Lomonosov Ridge Test of Appurtenance). Wide angle seismic in Lincoln Sea 2005-06 (co-PI)
- GLATIS (Greenland Lithosphere Analysed on The Ice Sheet) Earthquake seismic data in Greenland 1999-2001 (PI)
- NE Greenland Marine Reflection & refraction acquisition 2002 (co-PI)
- SIGMA (Seismic Investigation of Greenland Margin) Reflection and wideangle marine data SE Greenland 1996 (co-PI)
- ICE (Igneous Crustal Extension)Reflection and wideangle marine data SE Greenland 1994 (PI)

**OTHER**

Currently under evaluation for adjunct lecturer at University of Copenhagen



## REVIEWED PUBLICATIONS:

- Dahl-Jensen, T., Dyrelius, D., Juhlin, C. & Palm, H. 1985: Crustal investigation by seismic reflection in Vaermland, Sweden; objectives and first results. In: Anonymous (ed.) 15th meeting of the Nordic Association for Applied Geophysics. *Geoexploration* **23**; **3**, 427.
- Dahl-Jensen, T., Dyrelius, D., Juhlin, C., Palm, H. & Pedersen, L.B. 1987: Deep reflection seismics in the Precambrian of Sweden. In: Matthews, D. & Smith, C. (eds) Deep seismic reflection profiling of the continental lithosphere. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society* **89**; **1**, 371-378.
- Lund, C.E., Roberts, R.G., Dahl-Jensen, T. & Lindgren, J. 1988: Deep crustal structure in the vicinity of the Siljan Ring. In: Boden, A. & Eriksson, K.G. (eds) Deep drilling in crystalline bedrock; Volume 1, The deep gas drilling in the Siljan impact structure, Sweden and astrolems, proceedings of the international symposium., 355-364.
- Dahl-Jensen, T. 1989: Static corrections on crystalline rocks. *Geophysical Prospecting* **37**(5), 467-478.
- Roberts, R.G. & Dahl-Jensen, T. 1989: Deep seismic reflection processing in the complex demodulate domain; basic theory and application to residual static estimation. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society* **98**(3), 543-552.
- \*Dahl-Jensen, T. *et al.* 1990: Evidence for early Proterozoic plate tectonics from seismic reflection profiles in the Baltic Shield. *Nature (London)* **348**(6296), 34-38.
- Chalmers, J.A. & Dahl-Jensen, T. 1991: Project SYD VEST SEIS; 3285 km of multichannel seismic data acquired on the southern West Greenland shelf. In: Anonymous (ed.) Gronlands Geologiske Undersogelse; current research, including report of activities, 1990. Rapport - Groenlands Geologiske Undersoegelse = Report - Geological Survey of Greenland **152**, 21-23.
- Dahl-Jensen, T., Dyrelius, D. & Palm, H. 1991: Deep crustal seismic reflection profiling across two major tectonic zones in southern Sweden. In: Freeman, R. *et al.* (eds) The European Geotraverse, Part 7. *Tectonophysics* **195**; **2-4**, 209-240.
- Meissner, R. *et al.* 1991: Reflectivity of a Proterozoic shield; examples from BABEL seismic profiles across Fennoscandia. In: Meissner Rolf, O. *et al.* (eds) Continental lithosphere; deep seismic reflections. *Geodynamics Series* **22**, 77-86.
- Bate, K.J., Whittaker, R.C., Chalmers, J.A. & Dahl-Jensen, T. 1994: Fylla Complex; possible very large gas reserves off S.W. Greenland. *Oil and Gas Journal* **92**(34), 79-82.
- Bate, K.J., Whittaker, R.C., Chalmers, J.A. & Dahl-Jensen, T. 1995: The Fylla structural complex; possible very large gas reserves offshore southern West Greenland. In: Report of activities 1994. Rapport - Groenlands Geologiske Undersoegelse = Report - Geological Survey of Greenland **165**, 22-27.
- Chalmers, J.A., Dahl-Jensen, T., Bate, K.J. & Whittaker, R.C. 1995: Geology and petroleum prospectivity of the region offshore southwestern West Greenland; a summary. In: Report of activities 1994. Rapport - Groenlands Geologiske Undersoegelse = Report - Geological Survey of Greenland **165**, 13-21.
- \*Dahl-Jensen, T., Lindsey, D., Law, A. & Snyder, D.B. 1995: Processing of pre-critical wide-angle seismic reflection data from the BABEL project. *Geophysical Journal International* **122**(1), 1-15.
- Larsen, H.C., Brooks, C.K., Hopper, J.R., Dahl-Jensen, T., Pedersen, A.K. & Nielsen, T.F.D. 1995: The Tertiary opening of the North Atlantic; DLC investigations along the east coast of Greenland. In: Report of activities 1994. Rapport - Groenlands Geologiske Undersoegelse = Report - Geological Survey of Greenland **165**, 106-115.

- Dahl-Jensen, T., Holbrook, W.S., Hopper, J.R., Kelemen, P.B., Larsen, H.C., Detrick, R.S., Bernstein, S. & Kent, G. 1997: Seismic investigation of the East Greenland volcanic rifted margin. In: Higgins, A.K. & Ineson Jon, R. (eds) Review of Greenland activities; 1996. *Geology of Greenland Survey Bulletin* **176**, 50-54.
- \*Dahl-Jensen, T., Thybo, H., Hopper, J. & Rosing, M.T. 1998: Crustal structure at the SE Greenland margin from wide-angle and normal incidence seismic data. In: Klemperer Simon, L. & Mooney Walter, D. (eds) Deep seismic profiling of the continents; II, A global survey. *Tectonophysics* **288**; 1-4, 191-198.
- Larsen, H.C., Dahl-Jensen, T. & Hopper, J.R. 1998: Crustal structure along the Leg 152 drilling transect. In: Saunders Andrew, D. *et al.* (eds) Proceedings of the Ocean Drilling Program; scientific results; East Greenland margin; covering Leg 152 of the cruises of the drilling vessel JOIDES Resolution, Reykjavik, Iceland, to St. John's, Newfoundland, sites 914-919, 24 September-22 November 1993. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results **152**, 463-475.
- Korenaga, J., Holbrook, W.S., Kent, G.M., Kelemen, P.B., Detrick, R.S., Larsen, H.C., Hopper, J.R. & Dahl-Jensen, T. 2000: Crustal structure of the Southeast Greenland margin from joint refraction and reflection seismic tomography. *Journal of Geophysical Research, B, Solid Earth and Planets* **105**(9), 21,259-21,614.
- \*Holbrook, W.S., Larsen, H.C., Korenaga, J., Dahl-Jensen, T., Reid, I.D., Kelemen, P.B., Hopper, J.R., Kent, G.M., Lizarralde, D., Bernstein, S. & Detrick, R.S. 2001: Mantle thermal structure and active upwelling during continental breakup in the North Atlantic. *Earth and Planetary Science Letters* **190**(3-4), 251-266.
- Marcussen, C., Chalmers, J.A., Andersen, H.L., Rasmussen, R. & Trine, D.-J. 2001: Acquisition of high-resolution multichannel seismic data in the offshore part of the Nuussuaq Basin, central West Greenland. In: Higgins, A.K. & Secher, K. (eds) Review of Greenland activities 2000.
- Schack, P.S.A., Larsen, L.M., Dahl-Jensen, T., Jepsen, H.F., Pedersen, G.K., Nielsen, T., Pedersen, A.K., von, P.H.F. & Weng, W. 2002: Tsunami-generating rock fall and landslide on the south coast of Nuussuaq, central West Greenland. In: Higgins, A.K. *et al.* (eds) Review of Greenland activities; 2001.
- \*Dahl-Jensen, T., Larsen, T.B., Woelbern, I., Bach, T., Hanka, W., Kind, R., Gregersen, S., Mosegaard, K., Voss, P. & Gudmundson, O. 2003: Depth to Moho in Greenland: Receiver Function Analysis suggests two Proterozoic Blocks in Greenland. *Earth and Planetary Science Letters* **205**(3-4), 379-393.
- \*Hopper, J.R., Dahl-Jensen, T., Holbrook, W.S., Larsen, H.C., Lizarralde, D., Korenaga, J., Kent, G.M. & Kelemen, P.B. 2003: Structure of the SE Greenland margin from seismic reflection and refraction data: Implications for nascent spreading center subsidence and asymmetric crustal accretion during North Atlantic opening. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* **108**(B5), 2269.
- Dahl-Jensen, T., Larsen, L., Pedersen, S.S., Pedersen, J., Jepsen, H., Pedersen, G., Nielsen, T., Pedersen, A., Von Platen-Hallermund, F. & Weng, W. 2004: Landslide and Tsunami 21 November 2000 in Paatuut, West Greenland. *Natural Hazards* **31**(1), 277-287.
- \*Darbyshire, F.A., Larsen, T.B., Mosegaard, K., Dahl-Jensen, T., Gudmundsson, O., Bach, T., Gregersen, S., Pedersen, H.A. & Hanka, W. 2004: A first detailed look at the Greenland lithosphere and upper mantle, using Rayleigh wave tomography. *Geophysical Journal International* **158**(1), 267-286.
- Marcussen, C., Christiansen, F.G., Dahl-Jensen, T., Heinesen, M., Lomholt, S., Moller, J.J. & Sorensen, K. 2004: Exploring for extended continental shelf claims off Greenland and the

- Faroe Islands; geological perspectives. In: Sonderholm, M. & Higgins, A.K. (eds) Review of Survey activities 2003.
- Kumar, P., Kind, R., Hanka, W., Wylegalla, K., Reigber, C., Yuan, X., Woelbern, I., Schwintzer, P., Fleming, K., Dahl-Jensen, T., Larsen, T.B., Schweitzer, J., Priestley, K., Gudmundsson, O. & Wolf, D. 2005: The lithosphere-asthenosphere boundary in the North-west Atlantic region. *Earth and Planetary Science Letters* **236**(1-2), 249-257.
- Larsen, T.B., Dahl-Jensen, T., Voss, P., Jorgensen, T.M., Gregersen, S. & Rasmussen, H.P. 2006: Earthquake seismology in Greenland; improved data with multiple applications. In: Sonderholm, M. & Higgins, A.K. (eds) Review of Survey activities 2005.
- Dahl-Jensen, T. 2007: Crustal structure of North Greenland – Receiver Function data. *Geophysical Research Abstracts* **9**, 06135.
- Kumar, P., Kind, R., Priestley, K. & Dahl-Jensen, T. 2007: Crustal structure of Iceland and Greenland from receiver function studies. *Journal of Geophysical Research* **112**, B03301-B03319.
- Døssing, A., Dahl-Jensen, T. & Stemmerik, L. 2008: Potential Field Signature of the Eastern North Greenland Transform Margin: Indications of Strong Segmentation and Deep Sedimentary Basins. American Geophysical Union, Fall Meeting 2008, .
- \*Døssing, A., Dahl-Jensen, T., Thybo, H., Mjelde, R. & Nishimura, Y. 2008: East Greenland Ridge in the North Atlantic Ocean: An integrated geophysical study of a continental suture in a boundary transform fault setting. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth* **113**(B10).
- \*Funck, T., Andersen, M.S., Neish, J.K. & Dahl-Jensen, T. 2008: A refraction seismic transect from the Faroe Islands to the Hatton-Rockall Basin. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth* **113**(B12).
- Ucisik, N., Gudmundsson, O., Hanka, W., Dahl-Jensen, T., Mosegaard, K. & Priestley, K. 2008: Variations of shear-wave splitting in Greenland: Mantle anisotropy and possible impact of the Iceland plume. *Tectonophysics* **462**(1-4), 137-148.
- Joyal, G., Darbyshire, F.A., Dahl-Jensen, T., Larsen, T. & Voss, P. 2009: Crustal Structure in Greenland Using Surface Wave Group Velocities. American Geophysical Union, Fall Meeting 2009.
- Dahl-Jensen, T., Larsen, T.B., Voss, P. & GLISN\_Group 2010: Greenland ice sheet monitoring network (GLISN): a seismological approach. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **20**, 55-58.
- Døssing, A., Stemmerik, L., Dahl-Jensen, T. & Schlindwein, V. 2010: Segmentation of the eastern North Greenland oblique-shear margin — Regional plate tectonic implications. *Earth and Planetary Science Letters* **292**(3–4), 239-253.
- \*Jackson, H.R., Dahl-Jensen, T. & LORITA\_working\_group 2010: Sedimentary and crustal structure from the Ellesmere Island and Greenland continental shelves onto the Lomonosov Ridge, Arctic Ocean. *Geophysical Journal International* **182**, 11-35.
- Larsen, T.B., Voss, P.H., Dahl-Jensen, T. & Gregersen, S. 2011: Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty – a peace-keeping initiative with scientific impact. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **23**, 49-52.
- Sørensen, K., Gautier, D.L., Pitman, J., Jackson, H.R. & Dahl-Jensen, T. 2011: Geology and petroleum potential of the Lincoln Sea Basin, offshore North Greenland. In: Spencer, A.M. *et al.* (eds) Arctic Petroleum Geology. *GSL Memoirs* **35**, 673-684. The Geological Society.
- Fyhn, M.B.W., Rasmussen, T.M., Dahl-Jensen, T., Weng, W.L., Bojesen-Koefoed, J.A. & Nielsen, T. 2012: Geological assessment of the East Greenland margin. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **26**, 61-64.

Dahl-Jensen, T., Voss, P.H., Larsen, T.B. & Gregersen, S. 2013: Seismic activity in Denmark: detection level and recent felt earthquakes. . Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin **28**, 41-44.

Clinton, J.F., Nettles, M., Walter, F., Anderson, K., Dahl-Jensen, T., Giardini, D., Govoni, A., Hanka, W., Lasocki, S., Lee, W.S., McCormack, D., Mykkeltveit, S., Stutzmann, E., Tsuboi, S., 2014. Seismic Network in Greenland Monitors Earth and Ice System. Eos, Transactions American Geophysical Union 95, 13-14.

**CV – Peter Gravesen, GEUS**

**Name** Peter Gravesen  
**Date of Birth** 16-1-2 45  
**Nationality** Danish  
**Education** M.Sc. in geology, 1977, Institute of Geology University of Copenhagen, Denmark.

**Employment Record**

1971-1977	M.Sc. in geology	University of Copenhagen
1977-1992	Research Geologist	Department of Groundwater Planning at DGU
1992-1998	Senior Research Geologist	Department of Groundwater Planning at DGU
1998-2008	Head of Department	Quaternary and Marine Geology at GEUS
2008-	Senior Consultant	Department of Geochemistry at GEUS.

**Selected Key Personal Assignments**

1978-1992 Project leader and participant in the hydrogeological mapping of Denmark (author and co-author of 32 printed maps).

1982-1984 Project leader for description of the administrative, geological and hydrogeological content in GEUS Jupiter Well Database.

1998-2008 Leader of the nation-wide mapping of the Geological Surface deposits and of the studies of clay tills in Denmark.

1994-2015 Participant in 7 projects concerning radon in sediments, rocks and indoor air together with Risø-DTU, det Nationale Institut for Strålebeskyttelse (SIS), Kræftens Bekæmpelse og Geodatastyrelsen ( 21 papers and reports).

2009-2016 Participant in the investigations for locate and design a final repository or intermediate storage for the radioactive waste from Research Center Risø. Project leader for the location process (25 reports and papers). Together with Dansk Dekommisionering, det Nationale Institut for Strålebeskyttelse (SIS) og Sundhedsministeriet.

**FOCUS areas of research, mapping and scientific advising**

Experience and expert knowledge of: Clastic sedimentology including Quaternary clayey tills and meltwater deposits and Mesozoic and Palaeogene sediments and environments, geological and hydrogeological mapping, hydrogeological modeling and field investigations of contaminated sites and areas of nitrate and pesticide pollution (NPo-Programme, Lossepladsprojektet, Strategic Environmental Programmes). Participant and project leader in projects concerning radon and storage of radioactive material. Author of more than 300 papers, books, geological maps and reports.

***Selected relevant papers***

- Andersen, C.E., Ulbak, K., Damkjær, A., Kirkegaard, P. & Gravesen, P., 2001: Mapping indoor radon-222 in Denmark: design and test of the statistical model used in the second nationwide survey.- *The Science of the Total Environment*, 272, 231-241.
- Andersen, C.E., Raaschou-Nielsen, O., Andersen, H.P., Lind, M., Gravesen, P., Thomsen, B.L. & Ulbak, K., 2006: Prediction of  $^{222}\text{Rn}$  in Danish Dwellings using Geology and House Construction Information from Central Databases, *Radiation Protection Dosimetry*, 27, 10-21.
- Bräuner, E.V., Andersen, C.E., Sørensen, M., Andersen, Z.J., Gravesen, P., Ulbak, K., Hertel, O., Pedersen, C., Overvad, K., Tjønneland, A. & Raaschou-Nielsen, O., 2012: Residential radon and lung cancer incidence in a Danish cohort. *Environmental Research* 118, 130-136.
- Bräuner, E.V., Andersen, Z.J., Andersen, C.E., Pedersen, C., Gravesen, P., Ulbak, K., Hertel, O., Loft, S. & Raaschou-Nielsen, 2013. Residential Radon and Brain Tumour Incidence in a Danish Cohort. *PLOS ONE*, vol. 8, Issue 9, 7 sider.
- Bräuner, E.V., Andersen, C.V., Andersen, H.P., Gravesen, P., Lind, M., Ulbak, K., Hertel, O., Schüz, J. & Raaschou-Nielsen, 2010: Is there any interaction between domestic radon exposure and air pollution from traffic in relation to childhood leukemia? *Cancer Causes Control* 21, 1961-1964.
- Damkjær, A., Andersen, C.E., Majborn, B. Ulbak, K. & Gravesen, P., 1996: A Search Profile for Dwellings with elevated Radon Levels. *Environment International*, vol. 22, pp. 783-788.
- Gravesen, P., Nilsson, B., Rasmussen, P., Pedersen, S.A.S., 2014: Borehole logs from the Precambrian basement on Bornholm, eastern Denmark: geology and groundwater flow. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 31, 15-17.
- Gravesen, P., Nilsson, B., Binderup, M., Larsen, T.B., Pedersen, S.A.S., 2013: Geology, seismic activity and groundwater conditions at six potential disposal sites for radioactive waste from Riso, Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 28, 13-16.
- Gravesen, P., Binderup, M., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S., 2011: Geological characterisation of potential disposal areas for radioactive waste from Risø, Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 23, 21-24.
- Gravesen, P., Jakobsen, P.R., 2010: Radon content in Danish till deposits: relationship with redox conditions and age. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 20, 39-42.
- Raaschou-Nielsen, O., Andersen, C.E., Andersen, H.P., Gravesen, P., Lind, M., Schüz, J. & Ulbak, K., 2008: Domestic Radon and Childhood Cancer in Denmark. *Epidemiology*, Vol. 19, No.4, 536-543.

# GEUS KVALITETSHÅNDBOG

## Del 1

### Kvalitetsledelse – Kvalitetsstyring



0. [Forord](#)
1. [Ledelsens forpligtelser](#)
2. [Kvalitetspolitik](#)
3. [Kvalitetsstyringssystem](#)
4. [Organisation og ansvar](#)
  - 4.1 Organisation
  - 4.2 Direktionens ansvar
  - 4.3 Kvalitetsledelsens ansvar
  - 4.4 Afdelingens ansvar
5. [Kvalitet](#)
  - 5.1 Kvalitetsmål
  - 5.2 Ledelsesproces
  - 5.3 Ledelsens evaluering
  - 5.4 Intern audit
  - 5.5 Projektproces
6. [Kvalitetsstyring](#)
  - 6.1 Styringsaktiviteter
  - 6.2 Styringsværktøjer
  - 6.3 Styringsovervågning
7. [Business Integrity Management System](#)
  - 7.1 BIMS
  - 7.2 Code of Conduct
8. [Miljø](#)
  - 8.1 Miljømæssige formål
  - 8.2 Ledelsesproces
  - 8.3 Miljøproces
9. [Arbejds miljø, sundhed og sikkerhed](#)
  - 9.1 Arbejds miljøpolitik
  - 9.2 Arbejds miljøorganisation
  - 9.3 Arbejds miljøproces
10. [Referencesystem ISO-9001](#)
11. [Log for Kvalitetshåndbogen](#)
12. [Vejledninger og bilag](#)

DS/EN ISO 9001:2008

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

GEUS 2012 - ISBN 978-87-7871-310-0

# Forord

## Om Kvalitetshåndbogen

GEUS Kvalitetshåndbog del 1: Kvalitetsledelse – Kvalitetsstyring giver en generel beskrivelse af rammerne for kvalitetsarbejdet på GEUS, formål og indhold i GEUS' kvalitetsledelsessystem inklusive kvalitetspolitik og kvalitetsmål. Del 1 er til intern og ekstern anvendelse.

GEUS Kvalitetshåndbog del 2 giver en beskrivelse af GEUS' Kvalitetssikringssystem i henhold til ISO-standarden DS/EN ISO 9001:2008. Del 2 beskriver generelle procedurer og instruktioner krævet i DS/EN ISO 9001:2008 og indeholder kvalitetsplaner samt andre nødvendige instruktioner. Del 2 er til intern anvendelse.

## Målsætning

Det er GEUS' mål, at undersøgelser og data skal være af højeste internationale standard, således at myndigheder og andre kunder kan have tillid til dem. Til det formål har GEUS indført et kvalitetsledelses- og styringsystem, som omfatter en række centrale funktioner. Kvalitetsledelses- og styringssystemet opfylder kravene i DS/EN ISO 9001:2008.

## Baggrund

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) er en videnskabelig forsknings- og rådgivningsinstitution under Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. GEUS udfører opgaver for offentlige myndigheder og den private sektor.

GEUS' formål og opgaver er fastlagt i Lov nr. 536 af 6. juni 2007 om De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland og yderligere uddybet i Vedtægt for De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) af 7. oktober 2008.

GEUS ledes af en bestyrelse og en direktør (lovens § 5). Den overordnede ledelse af GEUS varetages af bestyrelsen. Bestyrelsen fastsætter de generelle retningslinjer for GEUS' organisation, langsigtede virksomhed og udvikling (lovens § 7). Direktøren varetager den daglige ledelse af GEUS (lovens § 8). Bestyrelsen udarbejder én vedtægt for GEUS, der indeholder nærmere regler for GEUS' virksomhed og ledelse (lovens § 10).

GEUS er ansvarlig for den videnskabelige udforskning af de geologiske forhold i Danmark og Grønland med tilhørende sokkelområder. GEUS skal drive forskning indtil højeste internationale niveau om forhold, som er af betydning for udnyttelsen og beskyttelsen af Danmarks og Grønlands geologiske naturværdier.

GEUS skal endvidere foretage kortlægning, overvågning, dataindsamling, dataforvaltning og formidling om de nævnte forhold. GEUS udfører sin forskning uafhængigt af ministeren og skal værne om videnskabsetikken.

GEUS yder geologisk rådgivning til offentlige myndigheder i natur-, miljø-, klima-, energi- og råstofmæssige spørgsmål og deltager i udførelsen af myndighedsopgaver inden for disse områder.

GEUS er nationalt geologisk datacenter og stiller i denne egenskab data og viden til rådighed for myndigheder, uddannelsesinstitutioner, virksomheder og private.

En række af GEUS' opgaver er fastlagt i anden lovgivning med tilhørende bekendtgørelser: Undergrundsloven, Vandforsyningsloven, Miljømålsloven, Råstofloven, Lov om Grønlands Selvstyre og Inatsisartutlov om mineraliske råstoffer og aktiviteter af betydning herfor (Råstofloven for Grønland).





# 1. Ledelsens forpligtelser

## Indledning

GEUS' kvalitetsledelse og kvalitetsstyring (Quality Management System (QMS)), som beskrevet i denne Kvalitetshåndbog, er udarbejdet for at sikre, at GEUS lever op til de kvalitetskrav, som GEUS, myndigheder og kunder stiller. QMS er grundlag for GEUS' overordnede strategi og systemkrav.

## Anvendelse

Kvalitetsstyringssystemet gælder aktiviteter, der vedrører varer- og tjenesteydelser leveret af GEUS, samt kontrakter og projekter både internt og eksternt.

Systemet omfatter alle GEUS' ydelser og produkter inden for GEUS' programområder, samt intern service:

- Databanker og formidling
- Vandressource
- Energiråstoffer
- Mineralske råstoffer
- Natur og Klima
- Internationale opgaver under programområderne

Kvalitetsledelses- og styringssystemet skal sørge for, at alle nødvendige politikker, funktioner og procedurer opfylder kravene i DS/EN ISO 9001:2008.

GEUS' administrerende direktør fastlægger den overordnede kvalitetspolitik og sikrer, at der er overensstemmelse mellem krav og forpligtelser som beskrevet i Kvalitetshåndbogen og de faktiske forhold.

Ansvar for den operationelle side er overdraget til Kvalitetssikringsudvalget/Kvalitetledelsen nedsat af GEUS' direktion.



## 2. Kvalitetspolitik

### Indledning

GEUS vil i ethvert kundeforhold altid levere produkter og ydelser, der opfylder specificerede kvalitetskrav, der er aftalt, og produkter og ydelser skal være frembragt efter de generelle kvalitetsmål for arbejdets udførelse, som er beskrevet i denne håndbog og andre regelsæt gældende for GEUS' virksomhed.

### Krav

Kvaliteten vil blive opnået ved styring efter procedurer, der baseres på følgende krav:

- Egenskaber og kvalitetsmål for et produkt eller en ydelse skal være specificeret.
- Målene skal være entydige, let forståelige og opnåelige.
- Enhver ydelse og produktion skal udføres efter planlagte og styrede forhold. Planlægningen skal forebygge fejl, så alle specificerede krav opfyldes.
- Ansvarsfordeling og beføjelser skal fastlægges for alle funktioner, der kan påvirke kvaliteten.
- Ledelsen skal regelmæssigt vurdere og revidere kvalitetsstyringen for løbende at forbedre effektiviteten og reducere omkostningerne.
- Ledelsen skal sikre, at kvalitetspolitikken gennemføres og vedligeholdes ved en målrettet motivation og efteruddannelse af alle medarbejdere.
- Ledelsen skal sikre, at de til en hver tid gældende regler for arbejdsmiljø og sikkerhed overholdes.
- Ledelsen skal sikre, at GEUS på udvalgte funktioner certificeres efter ISO 9001.

København, den 3. december 2012



Johnny Fredericia  
Direktør



## 3. Kvalitetsstyringssystem

### Retningslinjer

Formålet med kvalitetsstyringssystemet er at fastlægge de retningslinjer, som skal følges for at opfylde GEUS' mål og politik for kvalitetsstyring.

Retningslinjerne gælder for afdelinger, som leverer produkter og ydelser, der falder ind under håndbogens kvalitetssikrede områder.

Retningslinjerne beskriver strategi og indhold i det af GEUS vedtagne kvalitetsstyringssystem.

Beskrivelsen omfatter følgende kapitler:

1. Ledelsens forpligtelser
2. Kvalitetspolitik
3. Kvalitetssystem
4. Organisation og ansvar
5. Kvalitet
6. Kvalitetsstyring
7. Business Integrity
8. Miljø
9. Arbejdsmiljø, sundhed og sikkerhed
10. Referencesystem
11. Log for Kvalitetshåndbogen
12. Vejledninger og bilag

I kapitel 10. Referencesystem ISO 9001 er hovedafsnit og underafsnit beskrevet med reference til relevante afsnit i DS/ISO 9001:2008.

Systemet er udformet i overensstemmelse med kravene i DS/ISO 9001:2008 og fastlagt i nærværende beskrivelse af virksomhedens strategi og systemkrav.

Forretningsgange og kvalitetsstyringsaktiviteter er fastlagt i overordnede systemprocedurer, der indgår i GEUS' til enhver tid gældende kvalitetshåndbog.

Inden for rammerne af systemprocedurerne gives mere detaljerede instruktioner efter behov i supplerende arbejdsprocedurer for bestemte arbejds- og forretningsgange og sagsområder, herunder laboratorier, standarder for forskningsrapporter m.v. Der henvises til arbejdsprocedurefortegnelsen i bilagsafsnittet.



## 4. Organisation og ansvar

### 4.1 Organisation

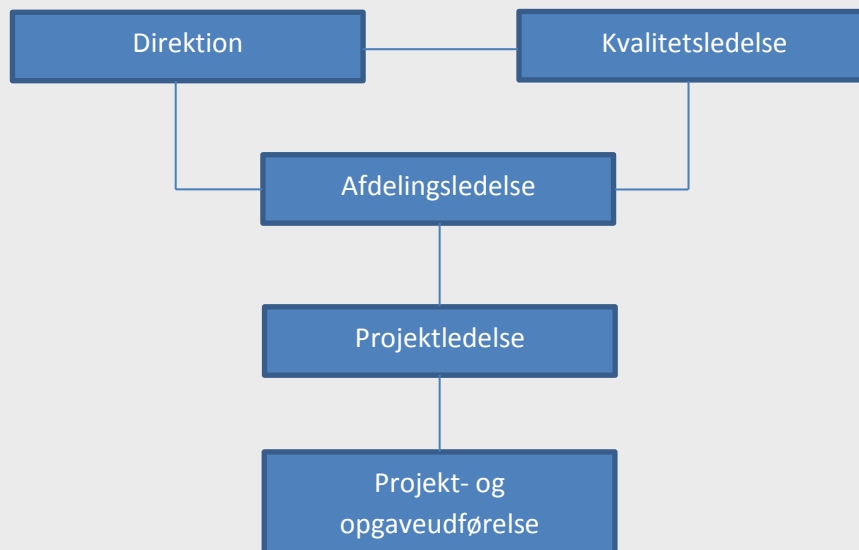
Kvalitetsledelsen varetages som stabsfunktion af en kvalitetschef, der refererer til direktionen med ansvar for og bemyndigelse til at sikre opfyldelse af kravene i DS/ISO 9001. Alle kvalitetsstyringsfunktioner koordineres i en styregruppe udpeget af direktionen og under ledelse af kvalitetschefen.

Afdelingsledelsen omfatter enhver, der i henhold til GEUS' organisationsplan er ansvarlig for og bemyndiget til den daglige ledelse af en af GEUS' afdelinger. Afdelingsledere refererer til direktionen.

Opgaveledere (fx laboratorieledere og projektledere) udpeges og refererer til afdelingsledelsen, der fastlægger ansvar, beføjelser og kvalifikationer for at lede, udføre og verificere kvalitetsbetydende arbejde.

Afdelingsledere kan inden for eget ansvarsområde uddelegere definerede beføjelser og ansvar til medarbejdere, som opfylder relevante kvalifikationskrav med hensyn til uddannelse og/eller praktisk erfaring.

*Organisationsplan for GEUS' kvalitetsstyringssystem*



Opgave- og ansvarsfordeling i forbindelse med udformning og vedligeholdelse af kvalitetsstyringssystemet er organisatorisk placeret i følgende ledelsesniveauer:

### 4.2 Direktionens ansvar – strategisk niveau

- Sikrer, at ansvar og beføjelser er defineret og kommunikeret internt i GEUS
- Fastlægger GEUS' kvalitetsmålsætning og den overordnede politik for, hvorledes kvalitetsmålene skal opnås.
- Gennemfører i samarbejde med kvalitetsledelsen periodisk intern auditering af, at alle taktiske funktioner (kvalitetsledelsen) fungerer som planlagt.
- Sikrer, at ressourcer og organisation kan opfylde den vedtagne kvalitetspolitik.
- Definerer kvalitetsbetydende funktioner, ansvar og beføjelser for ledende nøglepersoner.

### 4.3 Kvalitetsledelsens ansvar – taktisk niveau

- Planlægger og leder udarbejdelse og vedligeholdelse af systemprocedurer, der beskriver forretningsgangen for kvalitetsstyring i henhold til kravene i DS/ISO 9001 og inden for rammerne af GEUS' mål, politik og strategi.
- Gennemfører i samarbejde med afdelingsledelsen en periodisk intern auditering af, at alle operative funktioner (afdelingsledelse, opgaveledelse) fungerer som planlagt overalt i virksomheden.

### 4.4 Afdelingens ansvar – operationelt niveau

- Medvirker ved udarbejdelse, vedligeholdelse og implementering af systemprocedurer.
- Vurderer behov for og fastlægger i givet fald supplerende arbejdsprocedurer for alle operative funktioner, der påvirker kvaliteten af udført arbejde under eget funktionsområde.
- Har det overordnede ansvar for og bemyndigelse til at opfylde alle specificerede kvalitetskrav for enhver ydelse, der leveres under funktionsområdet.
- Sørger for, at inspektioner og prøver planlægges, udføres og registreres til dokumentation for opfyldte kvalitetskrav.
- Planlægger og igangsætter handlinger til forebyggelse af fejl og afvigelser.
- Identificerer og registrerer alle kvalitetsproblemer, tager initiativ til og sørger for deres løsning under styrede forhold, samt verificerer gennemførelsen af løsningsforslag, indtil manglen eller den utilfredsstillende tilstand er blevet rettet.



## 5. Kvalitet

### 5.1 Kvalitetsmål

GEUS løser mange forskellige typer opgaver. De fleste opgaver betragtes som og udføres som projekter, mens andre betragtes som driftsopgaver. GEUS har mange års erfaring med projektorganisering og projektarbejdsformen og har fundet den meget velegnet til at gennemføre forsknings-, rådgivnings- og udviklingsopgaver.

Til opfyldelse af GEUS' kvalitetspolitik opstilles der kvalitetsmål for relevante GEUS-projekter (interne og eksterne). Mål og delmål indgår i projektbeskrivelsen. Projekterne følger retningslinjerne beskrevet i GEUS' Projekthåndbog. Beskrivelse af projektmodel og vejledning findes på intranettet og er tilgængelig for alle medarbejdere, og der afholdes jævnligt projektlederkurser. De enkelte projekter og deres beskrivelse (formål, deltagere, økonomi og tidshorisont) er tilgængelige i GEUS' projektstyringssystem PROVIDER.

Til alle projekter med deltagere uden for GEUS er der knyttet kontrakter, der beskriver de til projekterne nødvendige juridiske bindinger.

Alle projekter styres af en af ledelsen udpeget projektleder, som har det daglige ansvar for projektets forløb og målopfyldelse, samt af en projektejer, som er afdelingslederen i den afdeling, hvor projektet er forankret. Alle projekter kræver årligt Direktionens godkendelse. GEUS' 4-årige Resultatkontrakt, årlige Arbejdsprogram og årlige Direktørkontrakt udgør et særligt incitament til forskellige projekters vellykkede gennemførelse.

### 5.2 Ledelsesproces

Det er ledelsens ansvar, at medarbejderne har de fornødne kvalifikationer, at de uddannelsesmæssig er opdaterede og løbende fagligt udvikles. Det sker bl.a. gennem løsning af opgaver, hyppigt i samarbejde med såvel interne som eksterne. For nogle medarbejders vedkommende sker det gennem udsendelse til opgaver uden for Danmark. Endvidere ved interne og eksterne kurser/seminarer.

Medarbejderudviklingssamtaler udføres hvert år mellem den enkelte medarbejder og dennes chef. Her planlægges medarbejderens fortsatte uddannelse og ønsker til fremtidige opgaver. Det er primært medarbejderens eget ansvar, at det aftalte opfyldes.

### 5.3 Ledelsens evaluering

Med planlagte mellemrum evaluerer ledelsen kvalitetssystemet for at sikre dets fortsatte anvendelighed og udvikling. Evalueringen bygger på resultaterne fra de områder, hvor der er gennemført interne audits. Som nøglepunkter gennemgås, hvorvidt systemet har virket, om kunderne (myndigheder og private virksomheder) har modtaget det, de forventede, om målene er nået, og om GEUS har levet op til sine kvalitetsmål/-politik, eller om der er indkommet klager. Ligeledes vurderes, om der er behov for revision af kvalitetsledelsessystemet, herunder kvalitetspolitikken og kvalitetsmålene.

### 5.4 Intern audit

Intern audit indgår som en naturlig del i løsningen af GEUS' opgaver og omfatter en lang række varierende processer, ofte som led i projekter. Procedurene for intern audit har fokus på laboratorier, dataarkiver og rapportsystemet. Intern audit bliver en målestok for kvalitetsledelsessystemets anvendelighed.

## 5.5 Projektproces

Alle projekter er i kraft af ledelsens godkendelse sikret, at de er i overensstemmelse med GEUS' mål. Regelmæssig opmærksomhed på projektforløb fra projektejer og projektleder bidrager til nødvendige justeringer, det være sig med arbejdskraft, viden, økonomi, tidsplan m.m. Også her er PROVIDER et centralt styringsværktøj.

En central del af GEUS' projekter er kommunikation inden for projektet med formål som effektivt samarbejde, fælles forståelse af opgave og mål til sikring af opgaveløsningens succes.

Data og dokumentation, uanset form, er som hovedregel et bærende fundament i opgaveløsningen, og som sådan underlagt særlig opmærksomhed og systematisk kontrol. Hertil kommer lovmæssige krav om, at alle ikke fortrolige data skal være tilgængelige. Det er fastsat i lov om GEUS § 12, at GEUS skal offentliggøre sine forskningsresultater, medmindre særlige hensyn, herunder samfundsmæssige hensyn og hensyn til virksomheders muligheder for at udnytte forskningsresultater, medfører, at offentliggørelse ikke bør finde sted.

Offentliggørelse kan fx være på internettet (GEUS' hjemmeside) eller i trykt form som fx rapporter, videnskabelige afhandlinger, bulletiner, kort, dvd'er og efter specificerede ønsker.

Slutproduktet er omfattet af kvalitetskontrol af "data", kontrol fra projektleder, projektejer eller andre særlige kompetente for at sikre, at det endelige dokument/rapport og data er i overensstemmelse med GEUS' mål, rekvirentens behov og forventninger.

Projektarbejdet bidrager væsentligt til en vedvarende forbedring af GEUS som organisation og videnscenter. Evaluering udføres, når projekterne afsluttes eller ved delmål i projekterne. Det åbner for dialog med kunden, sådan at der kan opnås det bedst mulige resultat for alle parter.



## 6. Kvalitetsstyring

### Indledning

Det dokumenterbare og formaliserede kvalitetsstyringssystem har til formål at sikre, at GEUS' ydelser hviler på et lovligt grundlag og har en sådan kvalitet, at de kan anvendes i forsknings- og rådgivningsmæssige sammenhænge.

Systemet bidrager til at fokusere medarbejdernes opmærksomhed på kvalitetssikring og kvalitetsudvikling. Det er et praktisk værktøj til opnåelse af forbedringer og sikring af kvalitet i GEUS' produkter som fx forskningsrapporter, kort, laboratorieundersøgelser, rådgivning, formidling m.m.

### 6.1 Styringsaktiviteter

#### *Kontraktudarbejdelse og -gennemgang*

GEUS udarbejder udkast til kontrakter om levering af produkter eller ydelser for at sikre, at alle kravspecifikationer er tilstrækkeligt og entydigt definerede og dokumenterede og at GEUS indgår aftaler på ensartede vilkår. Drejer det sig om større og komplicerede forhold, udarbejdes kontrakten i samarbejde med GEUS' kontraktjurist. GEUS indgår tillige aftaler på standardvilkår i fx EU-samarbejde under rammeprogrammerne. Afdelingslederen har ansvaret for kontrakterne. Inden underskrivelse af kontrakten sikrer afdelingslederen, at kontrakten har været forelagt Jura-enheden og undersøger om det har givet anledning til væsentlige forbehold.

Alle kontraktlige aftaler, der har større økonomiske konsekvenser for GEUS, skal tillige godkendes af GEUS' økonomichef inden underskrift.

Det påhviler projektejereren at udrede krav, der afviger fra udbudsmaterialet, og at sikre, at sådanne krav til produktet og ydelsen og kvalitetsstyringen heraf kan effektueres, hvis det er ønskeligt.

Resultaterne af kontraktgennemgangen registreres hos afdelingslederen og benyttes til planlægning af arbejdsudførelse og kvalitetsstyring.

#### *Styring af produktudvikling/konstruktion (forskning, rådgivning eller andre projekter)*

Den ansvarlige for opgaven (projektleder/projektejer) planlægger og styrer udførelsen af den enkelte opgave, når GEUS skal opfylde specificerede funktionskrav gennem eget forskningsarbejde, yde rådgivning eller gennemføre andre projekter i et kundeforhold.

Aktiviteterne skal være definerede og planlagte med en klar opgavefordeling mellem alle involverede parter, specielt i grænsefladerne. Projekterne skal udføres af kvalificeret personale, og der gennemføres og registreres projektgranskninger og vurderinger under projektforløbet til verifikation af resultatet. Den afdelingsleder/projektejer, som har projektlederen som underordnet, er ansvarlig for projektets gennemførelse.

For alle projekter udfyldes et elektronisk projektskema og en projektbeskrivelse i GEUS' centrale registreringssystem til projektstyring (PROVIDER). De involverede afdelingsledere og direktionen attesterer elektronisk projektskemaerne. Skemaet opdateres, hvis der sker væsentlige ændringer i projektet. Endvidere gemmes alle væsentlige dokumenter for projektet i PROVIDER. Projekterne styres i henhold til GEUS' Projekthåndbog.



### *Indkøb*

Produkter og ydelser indkøbes i henhold til de specificerede krav i aftalen eller kontrakten.

Indkøb skal generelt finde sted hos underleverandører, der er registrerede i GEUS' fortegnelse over godkendte leverandører. Indkøb sker efter de til enhver tid gældende regler – herunder i fornødent omfang som EU-udbud eller udbud efter annoncering. Leverandører udvælges på grundlag af deres evne til at opfylde alle specifikationer og kvalitetskrav og/eller ved udpegning af Moderniseringsstyrelsen i FM-aftaler (Finansministeriet) og SKI-aftaler (Staten og Kommunernes Indkøbs Service). Godkendte leverandører genvurderes regelmæssigt af Moderniseringsstyrelsen. GEUS indberetter negative erfaringer med leverandører til Moderniseringsstyrelsen.

### *Styring af produkter leveret af kunden*

Leverer en kunde materialer eller ydelser, der indgår i GEUS' slutprodukt til kunden, skal disse modtages og håndteres efter samme procedurer som leverancer indkøbt direkte hos en leverandør. Beskadigede materialer rapporteres til kunden.

### *Processtyring (sagsstyring)*

Alle interne og eksterne ydelser, der påvirker kvaliteten af GEUS' leverancer til en kunde, planlægges, udføres og overvåges under styrede forhold.

- Afdelingslederen er ansvarlig for, at egenskaber og kvalitetsmål er specificerede og opfyldes.
- Afdelingslederen skal sørge for, at arbejdsmetoder, krav til værktøjer og personalekvalifikationer er klarlagte og definerede, eventuelt beskrevet i arbejdsprocedurer, der fastlægger kriterier for den faglige udførelse og standard.
- Særlige processer skal i størst muligt omfang tilrettelægges og udføres efter skriftlige arbejdsprocedurer. De i GEUS forekommende særlige processer defineres i systemproceduren for sagsstyring. Der henvises til arbejdsprocedurefortegnelsen, kapitel 12 (Vejledninger og bilag).
- Afdelingslederen skal sørge for, at arbejdsudførelsen tilrettelægges, så krav til arbejdsmiljø og sikkerhed bliver opfyldt, og at arbejdet gennemføres i overensstemmelse med gældende normer og standarder.
- Afdelingslederen er ansvarlig for, at der udarbejdes og vedligeholdes en kvalitetsplan med kontrollerbare mål for de styringsaktiviteter, der er relevante for det enkelte projekt eller serviceydelse.
- Hver enkelt medarbejder skal medvirke til, at eget arbejde opfylder de stillede krav, og at udførelse sker i henhold til de givne arbejdsprocedurer.

### *Inspektion og prøvning*

- Afdelingslederen er ansvarlig for, at kontrol af produkter hvad enten det er data, rapporter, tjenesteydelser m.v., udføres og registreres for ethvert projekt- og sagsforløb. Ansvaret kan delegeres ud til kvalificeret personale.
- Leverancer fra underleverandører skal i videst muligt omfang kontrolleres. Kontrollen udføres efter kvalitetsplanen for det enkelte projekt/sag.
- Slutkontrol skal vise, at alle specificerede kontroller er udført, at resultaterne viser overensstemmelse med de specificerede krav, og at der foreligger godkendt dokumentation for dette.

### *Prøveregistrering og prøveopbevaring*

Afdelingslederen udarbejder og vedligeholder om nødvendigt arbejdsprocedurer for, hvorledes prøver skal håndteres og opbevares uden risiko for beskadigelse eller forringelse af kvalitet.

### *Uddannelse og træning*

Afdelingslederen er ansvarlig for at identificere behov for og gennemføre uddannelse og træning af alle medarbejdere, hvis aktiviteter påvirker kvaliteten under produktion og installation/aflevering.

Hver afdelingsleder udarbejder og vedligeholder et uddannelsesprogram for afdelingens medarbejdere i forbindelse med den årlige medarbejderudviklingssamtale. Specielt for GEUS' videnskabelige medarbejdere er der registreret et CV, der også omfatter den videnskabelige produktion.

#### *Service*

Såfremt krav til kunde- eller produktservice er specificeret i aftalegrundlaget for en leverance, er afdelingslederen ansvarlig for, at der udarbejdes og vedligeholdes procedurer for udførelse og verifikation af opfyldelse af kravene.

#### *Forbedring af kvalitetsledelsessystemet*

Det påhviler ledelsen/kvalitetsledelsen at behandle oplysninger om kundetilfredshed, produkternes overholdelse af krav, forhold vedrørende arbejdsprocesser og produkter med henblik på forbyggende handlinger og forbedringer af kvalitetsledelsessystemet.

## **6.2 Styringsværktøjer**

### *Dokument- og datastyring*

Alle dokumenter og data, der er nødvendige for at gennemføre kvalitetsstyring efter kravene i GEUS kvalitets-håndbog, skal styres i henhold til procedurer efter følgende principper:

- Kvalitetshåndbogen holdes opdateret og findes i elektronisk form og er tilgængelig for alle medarbejdere på intranettet.
- Som generel regel gælder, at alle dokumenter, der indgår i kvalitetshåndbogen, skal gennemgås og godkendes af kvalitetsledelsen. Kvalitetsledelsen foretager alle opdateringer af håndbogen.
- Arbejdsprocedurer, som udarbejdes til operationel brug inden for et afdelingsområde, skal gennemgås og godkendes af kvalitetsledelsen.
- Den, der godkender et dokument, er endvidere ansvarlig for at gennemgå og godkende ændringer i dokumentet. Den pågældende er også ansvarlig for, dels at gyldige udgaver af nødvendige dokumenter er tilgængelige og implementerede overalt, hvor de skal bruges, principielt i elektronisk form, hvor det er muligt, dels at forældede dokumenter bliver annulleret og fjernet fra brugsstederne.
- Retningslinjerne for dokumentstyring finder også anvendelse i styring af alle relevante sagsdokumenter hørende til et konkret projekt med leverancer til en kunde. Sagsdokumenter styres i GEUS' journaliseringssystem (Captia).

### *Produktidentifikation og -sporbarhed*

Materialer og produkter (rapporter, prøvemateriale m.v.) identificeres og mærkes entydigt for at sikre korrekt anvendelse og sporbarhed i alle faser under produktion, oplagring, levering og installation.

### *Styring af inspektions-, måle- og prøvningsudstyr*

Udstyr til brug for inspektion, måling og afprøvning skal være egnet, vedligeholdt og kalibreret. Enhver bruger af måle- og prøvningsudstyr skal være fortrolig med dets korrekte anvendelse og behandling.

Der udarbejdes og vedligeholdes generelle procedurer for styring og registrering af måle- og prøvningsudstyr, og for regelmæssig vedligeholdelse og kalibrering af udstyret og dokumentation heraf.

Afdelingslederen er ansvarlig for, at der kun benyttes registreret udstyr med godkendt vedligeholdelsesstatus, og at der findes procedurer for bedømmelse, accept og dokumentation af måleresultaters gyldighed.

### *Inspektions- og prøvningsstatus*

Angivelse af inspektionsstatus finder sted ved registrering af de inspektioner, der udføres under produktionsforløbet. Registreringerne viser, om en ydelse eller et produkt er "inspiceret og godkendt" eller "inspiceret og ikke-godkendt". Registreringerne indgår i GEUS' journaliseringssystem (Captia).

Afdelingslederen er ansvarlig for, at registreringerne bliver udført og eventuelt suppleret med en mærkning, følgekort eller lignende, der tydeliggør, om et produkt er synet og godkendt til viderebehandling.

### *Styring af afvigende produkter*

Produkter og dokumenter med afvigelser skal identificeres, om muligt fjernes fra produktionsstedet eller mærkes, registreres og følges op på med henblik på videre dispositioner. Eventuelle fejlrettelser skal altid inspiceres af kvalificeret, bemyndiget personale.

### *Korrigerende og forebyggende handlinger*

Afdelingslederen skal sikre, at årsagen til afvigelser bliver analyseret og klarlagt, og at effektive korrigerende handlinger, som forebygger gentagelse, bliver gennemført.

Analysen skal omfatte alle relevante arbejdsprocesser og baseres på registreringer vedrørende kvalitet, service-rapporter og klager fra kunder, dispensationer m.v. Nødvendige revisioner af arbejdsprocedurer gennemføres.

### *Styring af registreringer vedr. kvalitet*

Alle observerede data, der viser, om specificerede kvalitetskrav er opfyldt, skal identificeres, indsamles, registreres, opbevares og arkiveres i GEUS' journaliseringssystem.

Såfremt det er specificeret i aftalegrundlaget med en kunde, skal disse registreringer være tilgængelige for kunden i et aftalt tidsrum.

## **6.3 Styringsovervågning**

### *Intern kvalitetsaudit*

Kvalitetsledelsen udarbejder procedurer for udførelse af intern audit (revision) til verifikation af, at kvalitetsstyringssystemet efterleves i praksis og i overensstemmelse med det planlagte, og at det fungerer effektivt.

Den interne audit planlægges og gennemføres med faste intervaller, således at alle systemprocedurer i kvalitetshåndbogen bliver efterprøvet mindst 1 gang hvert 3. år.

Kvalitetsledelsen styrer planlægningen af audit. Den udvælger kvalificerede personer til at bistå med auditudførelsen i funktionsområder uden for deres eget.

Resultaterne af hvert audit registreres og forelægges for den respektive afdelingsleder, der er ansvarlig for rettidig korrektion af påviste mangler og afvigelser. Alle auditregistreringer skal være tilgængelige for GEUS' direktion.



## 7. Business Integrity Management System

### Indledning

GEUS' Business Integrity Management System (BIMS) omfatter Business Integrity Policy, Code of Conduct samt GEUS' Kvalitetsledelsessystem (QMS).

### 7.1 BIMS

GEUS' Business Integrity Management System (BIMS) bygger på GEUS' værdier, virksomhedskultur, vision og mission, samt Personalestyrelsens vejledning "God adfærd i det offentlige".

De danner basis for GEUS og dets medarbejders korrekte etiske adfærd overfor myndigheder, samarbejdspartnere, leverandører, kunder og medarbejdere indbyrdes. Centrale elementer er respekt, tillid, integritet, ansvarlighed, viden, kvalifikationer og gennemsigtighed.

En vigtig antagelse i GEUS' BIMS er, at det ikke er muligt at nedskrive regler og procedurer for alle tænkelige situationer, og dermed den antagelse, at GEUS' medarbejdere er i stand til at optræde hensigtsmæssigt i situationer, hvor det er svært at bedømme, hvad der er "rigtigt" eller "forkert".

### 7.2 Code of Conduct

GEUS' Code of Conduct fastlægger værdier og principper for institutionen som selvstændig og uafhængig forsknings- og rådgivningsinstitution med geologisk ekspertise på højeste niveau med særlig henblik på Danmark og Grønland, samt geologisk rådgivning inden for natur, miljø, klima, energi og mineraler.

Code of Conduct fastlægger GEUS' standard for god etisk adfærd til forebyggelse af uhæderlig eller korrump adfærd. God adfærd/opførsel gælder for alle GEUS' medarbejdere i forholdet til GEUS' samarbejdspartnere og kunder.

BIMS og Code of Conduct er i sin helhed tilgængelig for alle GEUS' medarbejdere via intranettet.



## 8. Miljø

### 8.1 Miljømæssige mål

GEUS følger retningslinjer og mål udstukket for offentlige virksomheder.

GEUS' strategi på området har fokus på nedbringelse af forbruget af el og varme. Der er ligeledes fokus på at nedbringe papir- og vandforbruget og i videst muligt omfang genanvende affald.

I GEUS' energihandlingsplan beskrives projekter og områder, som omhandler teknologisk og adfærdsregulerende initiativer. Forbedringer sker i et afbalanceret samspil med GEUS' formål og opgaver.

Aktiviteter og miljømål bliver løbende beskrevet og justeret. Resultaterne offentliggøres årligt i "GEUS ÅRSRAPPORT" som klimaregnskab og er tilgængelig på hjemmeside og intranet.

### 8.2 Ledelsesproces

Årsrapporten danner grundlag for yderligere tiltag på miljøområdet. Det gælder både nye initiativer og aktiviteter på igangværende områder og udvalgte miljøområder, det være sig fx bygninger og myndighedskrav under skelen til tekniske og økonomiske muligheder.

Ledelsen er vedvarende opmærksom på mulige besparelser inden for energiområdet. Tiltag på energiområdet har en generel karakter og vil som hovedregel berøre hele GEUS og alle medarbejdere.

### 8.3 Miljøproces

Der udføres regelmæssigt undersøgelser til forbedring af miljømæssige mål ud fra interne såvel som eksterne mål og planer.



## 9. Arbejdsmiljø, sundhed og sikkerhed

### Arbejdsmiljøpolitik

Det er GEUS' overordnede arbejdsmiljøpolitik at prioritere alle medarbejderes sundhed og sikkerhed højt og sikre gode fysiske og psykiske arbejdsforhold.

Det sker blandt andet ved at give medarbejderne en arbejdsplads, der sikkerheds- og sundhedsmæssigt lever op til de bedste standarder både teknisk og socialt. GEUS arbejder for arbejdsforhold, der er udviklende og understøttende for arbejdsglæde og engagement for alle medarbejdere. Særlig opmærksomhed knytter sig til arbejdsforhold, der kan indebære en særlig risiko som fx anvendelse af ny teknologi, laboratoriearbejde, lagerarbejde og feltarbejde. På alle områder tilstræbes at arbejdsmiljøarbejdet skal være forebyggende, så fysiske og psykiske skader undgås.

GEUS' arbejdsmiljøarbejde følger som minimum de af myndighederne fastsatte regler og lever op til Arbejdstilsynets henstillinger.

### Arbejdsmiljøorganisation og varetagelse af området

Arbejdsmiljølederen og personalechefen varetager den daglige ledelse af arbejdsmiljøarbejdet i GEUS. Opbygningen af arbejdsmiljøorganisationen på GEUS opfylder de krav, der er givet i loven om arbejdsmiljø. Alle medarbejdere er tilknyttet en eller flere arbejdsmiljøgrupper på GEUS.

GEUS har et Arbejdsmiljøudvalg – AMU, der består af en formand (Personalechefen), to arbejdslederrepræsentanter, to arbejdsmiljørepræsentanter og en daglig arbejdsmiljøleder. Arbejdsmiljøudvalget afholder møde hvert kvartal og endvidere efter behov.

Alle afdelinger har en valgt arbejdsmiljørepræsentant, og hvert af de 5 programområder har en udpeget arbejdsmiljøleder. Arbejdslederen og arbejdsmiljørepræsentanten udgør en arbejdsmiljøgruppe. Derudover er der tre arbejdsmiljøgrupper, der dækker hhv. udrustningen, feltarbejde til søs og feltarbejde i Grønland.

Arbejdsmiljøorganisationen - AMO, består af medlemmerne af AMU og arbejdsmiljøgrupperne. AMO afholder 2 årlige møder og derudover efter behov. Alle medlemmer af arbejdsmiljøorganisationen gennemfører den lovkrævede uddannelse.

Arbejdsmiljøgrupperne sørger for "den daglige drift" af arbejdsmiljøet i deres konkrete områder. Arbejdsmiljørepræsentanten og arbejdslederen samarbejder om løsning af spørgsmål og problemer vedr. sundhed og arbejdsmiljø.

Hvert andet år gennemføres en Medarbejdertilfredshedsundersøgelse (MTU), og minimum hvert tredje år gennemføres Arbejdspladsvurdering (APV). Disse undersøgelser omfatter tilfredsheden med ansættelsen, det fysiske og det psykiske miljø. Resultaterne drøftes i Direktionen, Chefkredsen, de enkelte afdelinger, Samarbejdsudvalget, AMU og AMO med henblik på løsninger, justeringer og forbedringer.

Der afsættes midler i budgettet til arbejdsmiljøfremmende foranstaltninger. Det gælder blandt andet ergonomiforhold, laboratorier (deres indretning og udstyr), computerudstyr og øvrige hjælpemidler, samt al lovbestemt uddannelse.

Sikkerheden omfatter endvidere bygning og lokaler, der er sikret mod uvedkommendes adgang ved nøglekort, nøgler og koder, samt en omfattende sikring af GEUS' datasystemer.



## 10. Referencesystem ISO 9001

GEUS KVALITETSHÅNDBOG	ISO-9001:2008 reference
0. Forord	1, 3
1. Ledelsens forpligtelser	5, 5.1
2. Kvalitetspolitik	5.3
3. Kvalitetsstyringssystem	4, 4.1, 4.2
4. Organisation og ansvar	5
4.1 Organisation	5, 4, 4.1
4.2 Direktionens ansvar	5, 5.1
4.3 Kvalitetsledelsens ansvar	5.1, 5.5
4.4 Afdelingens ansvar	5.1, 5.5
4.5 Ledelsens evaluering	5.6
5. Kvalitet	4, 5, 6
5.1 Kvalitetsmål	4.1, 4.2, 5.4
5.2 Ledelsesproces	6.2
5.3 Ledelsens evaluering	5.6
5.4 Intern audit	8.2
5.5 Projektproces	4.2, 5.2
6. Kvalitetsstyring	6, 6.1, 7
6.1 Styringsaktiviteter	6.2, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 8.2, 8.4
6.2 Styringsværktøjer	4.2, 4.5, 7.5, 7.6, 8.3
6.3 Styringsovervågning	8.2
7. Business Integrity Management System	SA 8000
7.1 BIMS	-
7.2 Code of Conduct	-
8. Miljø	5.2, 8.5, ISO 14001
8.1 Miljømæssige mål	-
8.2 Ledelsesproces	-
8.3 Miljøproces	-
9. Arbejdsmiljø, sundhed og sikkerhed	5.1, 6.4, 8.5, DS/OHSAS 18001, Arb.tils. BEK.nr. 87
9.1 Arbejdsmiljøpolitik	-
9.2 Arbejdsmiljøorganisation	-
9.3 Arbejdsmiljøproces	-
10. Referencesystem	4.2
11. Log for Kvalitetshåndbogen	4.2
12. Vejledninger og bilag	4.2



# 11. Log for GEUS Kvalitetshåndbog

## Revisionsfortegnelse for kvalitetshåndbogens del 1

Dato for revision/initialer						
Kapitel	Rev. 1	Rev. 2	Rev. 3	Rev. 4	Rev. 5	Rev. 6
0.						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						





## 12. Vejledninger og bilag

### Vejledninger

- GEUS' mission, værdier og vision (tilgængelig på intranettet)
- GEUS Kvalitetshåndbog (tilgængelig på intranettet)
- GEUS Business Integrity Management System – BIMS (tilgængelig på intranettet)
- GEUS Projekthåndbog (tilgængelig på intranettet)
- Projektbeskrivelse (tilgængelig på intranettet)
- Projektværktøjer, flere vejledninger (tilgængelig på intranettet)
- Indkøb og udbud (tilgængelig på intranettet)
- Miljø og energi (tilgængelig på intranettet)
- Sikringspolitik og sikringsinstruks (tilgængelig på intranettet)
- Informationssikkerhed (tilgængelig på intranettet)
- GEUS' Arbejds miljøpolitik (tilgængelig på intranettet)
- Feltarbejde på Grønland (tilgængelig på intranettet)
- Feltarbejde til søs (tilgængelig på intranettet)
- Jura og patenter (tilgængelig på intranettet)

### Arbejdsprocedurer

Rapporter	1
Marin seismik	2
Logging	3
Sedimentlaboratoriet	4
Boreprøve laboratoriet	5
Kemilaboratoriet bjergartsanalyse	6
Uorganisk geokemisk laboratorium	7
Organisk geokemisk laboratorium	8
Miljøkemisk laboratorium	9
CFC laboratorium	10
SEM laboratorium	11
Laboratorium for kerneanalyse	12
Geografiske Informations Systemer (GIS)	13
Databanker ZEUS	14
Databanker SAMBA	15
Databanker generelt	16
Udrustning	17
Kontraktblanket	18



# GEUS KVALITETSHÅNDBOG

## Del 1

### Kvalitetsledelse – Kvalitetsstyring

Kvalitetssystem efter DS/EN ISO 9001:2008

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

GEUS 2012 - ISBN 978-87-7871-309-4



# KVALITETSSTYRING AF FAGLIG RÅDGIVNING VED DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI, AARHUS UNIVERSITET

# 1 Kvalitetsstyring af faglig rådgivning ved DCE

Faglig rådgivning ved DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet (DCE) er omfattet af et kvalitetsstyringsstyringssystem, som er opbygget efter principperne i ISO-9001 Krav til kvalitetsledelsessystemer. Kvalitetsstyringssystemet har sit ophæng i Kvalitetssikringen af den forskningsbaserede myndighedsrådgivning ved Aarhus Universitet.

Kvalitetsstyringen af den faglige rådgivning ved DCE omfatter en række foranstaltninger og procedurer, som skal bidrage til at sikre den faglige kvalitet af DCE's rådgivning. Kvalitetsstyringssystemet er detaljeret beskrevet i "Kvalitetsstyring af faglig rådgivning vedr. miljø og energi og akkrediteret prøvning. Administrativ del (del 1)" og "Kvalitetsstyring af faglig rådgivning vedr. miljø og energi. Teknisk del (del 2A)".

## 1.1 Faglig rådgivning, forudsætninger

Forud for DCE's tilsagn om løsning af en rådgivningsopgave sikres det, at:

- der er tale om en faglig opgave. Hvis dele af opgaven har et politisk eller administrativt indhold, skal det være muligt tydeligt at adskille dette, således at det kun er den faglige del af opgaveløsningen, DCE bidrager til
- opgavens indhold og problemstilling er klart og entydigt formuleret for at imødegå eventuel konflikt herom i forbindelse med opgaveløsningen
- der er de fornødne ressourcer til rådighed for løsning af opgaven inden for den fastsatte tid.

## 1.2 Faglige kompetencer

Faglig rådgivning ved DCE er forskningsbaseret og varetages primært af institutterne for Bioscience og Miljøvidenskab. Aarhus Universitet sikrer, at de faglige forudsætninger for løsning af rådgivningsopgaver inden for DCE's kompetenceområder er til stede ved at ansætte medarbejdere inden for stillingsstrukturen for videnskabeligt personale ved universiteter.

Aarhus Universitets medarbejdere deltager i en lang række nationale og især internationale forskningsprojekter, hvorved det sikres, at de nyeste forskningsresultater af høj international kvalitet er til stede ved løsning af rådgivningsopgaver.

Derudover sker der en løbende kompetenceudvikling af medarbejderne som bidrager til faglig rådgivning ved DCE, dels ved interne og eksterne kurser, og dels ved at inddrage såvel erfarne som mindre erfarne medarbejdere i opgaveløsning med henblik på erfaringsudvikling.

### 1.3 Projektstyring

Projektstyring i forbindelse med rådgivningsopgaver sker med brug af Aarhus Universitets økonomistyringssystem, samt projektstyringssystemet ARS.

Rådgivningsopgaver i regi af DCE oprettes i projektstyringssystemet ARS som projekter med fordeling af timetallet allokeret til opgaven på de involverede medarbejdere og med angivelse af aftalte milepæle i overensstemmelse med opgavens tidsplan.

Medarbejderne registrerer deres tidsforbrug på opgaven i projektstyringssystemet ARS.

Opgavens fremdrift drøftes ved kvartalsvise budgetopfølgninger, hvor projektledere foretager vurderinger af fremdriften i projekterne sammenholdt med tidsforbruget, hvorefter opdatering af budgetter foretages med ansvar over for institutledelsen.

Ved opgaver, som har en varighed, der ikke gør det relevant med kvartalsvise fremdriftsvurderinger, er det projektlederens ansvar at sikre sammenhæng mellem opgavens fremdrift i forhold til den aftalte tidsplan og ressourceforbrug.

### 1.4 Fordeling af ansvar

Institutlederen i det institut, hvor en konkret opgave med faglig rådgivning udføres, har det overordnede ansvar for opgaven. Projektlederen refererer til institutlederen. Institutlederen kan have uddelegeret ansvaret til en viceinstitutleder, og projektlederen refererer da til viceinstitutlederen.

Større rådgivningsopgaver udføres normalt af et team sammensat af flere medarbejdere. Der kan være medarbejdere fra flere institutter involveret for at sikre, at opgaven løses med de bedste faglige kompetencer for den konkrete opgave. Opgaven er "hjemmehørende" i det institut, hvor projektlederen har organisatorisk ophæng.

I tilfælde af konflikt om opgaveløsningen mellem rekvirenten af DCE's rådgivning og Aarhus Universitets medarbejdere, er medarbejderne forpligtet til at orientere ledelsen, og i samarbejde med ledelsen håndtere konflikten.

### 1.5 Faglig kvalitetssikring

Faglig kvalitetssikring er en integreret del af DCE's faglige rådgivning og omfatter således al faglig rådgivning.

Det er instituttet, som udfører den faglige rådgivning, der er ansvarlig for den faglige kvalitetssikring af produktet. DCE foretager en kvalitetssikring, som skal sikre at produktet er i overensstemmelse med det rekvirerede og i konsistens med anden faglig rådgivning fra DCE.

Den faglige kvalitetssikring foretages af en fagfælle med den nødvendige faglige kompetence. I forbindelse med tilrettelæggelse af opgaveløsningen tages der stilling til,

hvem der skal forestå den faglige kvalitetssikring. Det anføres på produktet af rådgivningen, hvem der har forestået den faglige kvalitetssikring. Navnet anføres i rapporter på databladet og i notater i selve notatet.

Ved større opgaver eller manglende intern ekspertise kan det være relevant eller nødvendigt at inddrage eksternt review i den faglige kvalitetssikring. Dette vil i givet fald indgå i aftalen om opgaven.

Hvis rådgivningsopgaven omfatter kemiske analyser, vil kvalitetssikringen af disse ske i overensstemmelse med DCE's akkreditering heraf, hvad enten analyserne er omfattet af akkrediteringen eller ej (DANAK akkrediteringsnummer 411). Kvalitetsstyringen af akkrediteret prøvning er beskrevet i "Kvalitetsstyring af faglig rådgivning vedr. miljø og energi og akkrediteret prøvning. Administrativ del (del 1)" og "Kvalitetshåndbog – akkrediteret prøvning. Teknisk del (del 2B)". Kvalitetsstyringen af akkrediteret prøvning er i overensstemmelse med kravene i ISO 17025 Generelle krav til prøvnings- og kalibreringslaboratoriets kompetence.

## 1.6 Dokumenthåndtering

Post til DCE modtages som udgangspunkt via DCE, AU's hovedpostkasse: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk). DCE-centeren er ansvarlig for hovedpostkassen og sørger for journalisering og videregivelse til den rette medarbejder. Hvis post vedrørende en rådgivningsopgave sendes direkte til en medarbejder, er medarbejderen forpligtet til at orientere DCE-centeren, samt sikre journalisering.

Korrespondance vedrørende en rådgivningsopgave og anden sagsrelevant materiale journaliseres i Aarhus Universitets journalsystem Captia. Til anden sagsrelevant materiale henregnes bl.a. eventuelle ændringer eller tilføjelser til aftalen om en opgave, dokumentation for konklusioner i produktet samt kvalitetssikringsplanen.

## 1.7 Datalagring

Aarhus Universitet har politik, regler og procedurer vedrørende IT-sikkerhed. Disse er beskrevet Aarhus Universitets Informationssikkerhedshåndbog.

Aarhus Universitets IT-organisation stiller de IT-services og faciliteter, som er nødvendige for at understøtte opgaverne i institutter og nationale centre, til rådighed. IT-organisationen består af tre søjler:

- Service og support
- Drift og teknologi
- System og udvikling.

## 1.8 Offentliggørelse af resultater og produkter

Resultater og produkter af DCE's faglige rådgivning offentliggøres på centrets hjemmeside, medmindre andet er aftalt med rekvirenten af den faglige rådgivning. I forbindelse med en aftale om løsning af en rådgivningsopgave aftales følgende vedrørende offentliggørelse:

- hvad er produktet (rapport, notat eller andet)
- hvem er ansvarlig for offentliggørelse
- tidsplan for offentliggørelse
- hvem skal orienteres i forbindelse med offentliggørelse.

Produkter af DCE's rådgivning udarbejdes som udgangspunkt som en "videnskabelig rapport", "teknisk rapport" eller "faglig redegørelse" (notat).

Ved udarbejdelse af en rapport dokumenteres kvalitetssikringen heraf i en rapportmanchet. Kvalitetssikring af rapporter omfatter intern og/eller ekstern faglig kommentering afhængig af rapporttypen, korrekturlæsning og kvalitetssikring af opsætning og layout. Inden fremsendelse og offentliggørelse af et produkt godkendes den i det institut, hvor den er udarbejdet, og i DCE centerenheden. Rapportudgivelsen omtales i DCE's nyhedsbrev.

## 1.9 Vedligeholdelse af kvalitetsstyringen

Kvalitetsstyringen er opbygget med henblik på løbende forbedring. Redskaber til denne forbedring er:

- Opfølgning på identificerede fejl med afhjælpende handling, som retter op på fejlen, og ændring eller indførelse af procedure med henblik på at forhindre, at fejlen gentager sig
- Identificering af potentielle fejl og ændring eller indførelse af procedure med henblik på at forhindre, at fejlen opstår
- Vurdering af kundetilfredshed med henblik på at identificere eventuelle muligheder for at forbedre kvalitetsstyringen.

**Brevdato** 21-05-2015

**Afsender** Moltesen, Peter (pemol@nst.dk) Sendt af Peter Moltesen: pemol@nst.dk

**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Akttitel** SV: Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1730429

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** SV Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc (MIM Id nr. 1729785)  
Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016



---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Fra:** Moltesen, Peter (pemol@nst.dk)  
**Titel:** SV: Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc  
**Sendt:** 21-05-2015 13:34:05  
**Bilag:** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc;

Super. Det er med igen. Se vedhæft

Med venlig hilsen

**Peter Moltesen**

cand.scient.soc  
Tværgående planlægning  
Dir tlf.: (+45) 72 54 47 05  
[pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)



Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Haraldsgade 53  
DK - 2100 København Ø  
Tlf.: (+45) 72 54 30 00  
[www.naturstyrelsen.dk](http://www.naturstyrelsen.dk)

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sendt:** 21. maj 2015 11:19  
**Til:** Peter Moltesen  
**Emne:** Vs: Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc (MIM Id nr.: 1729785)

Se meget få rettelser fra KEBMIN (sproglige småting) - vil du indføje. Deres kommentar til geografisk afgræsning er håndteret og kan du derfor se bort fra (har talt med både KEBMIN og DTU). Mange tak. Tone

---

**Til:** Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk))  
**Cc:** Katja Scharmman ([KSC@ENS.DK](mailto:KSC@ENS.DK))  
**Fra:** Stig Kjeldsen ([stkje@kebmin.dk](mailto:stkje@kebmin.dk))  
**Titel:** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc  
**Sendt:** 20-05-2015 12:39:07

Kære Tone. Har prøvet at ringe. Et par sproglige justeringer og desværre en af større betydning, som vi også kommenterede på sidst.  
Ring gerne. Bh. Stig

## Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

20. maj 2015

---

### 1. Kort beskrivelse

Projekttitle: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.  
Kontaktperson: Peter Moltesen/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

### 2. Baggrund

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. Der skal derfor udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det pt. sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling. Udredningen kan eventuelt indgå i Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skiferlag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand og håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktion som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer. Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det belyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingsstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign.

Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke:

- En human sundhedsrisikoanalyse, eller en generel folkesundsanalyse af mulige berørte naboer til skifergasanlæg. Det er dog klart, at en fremtidig vurdering af eventuelle konkrete anlæg skal inddrage sundhedsanalyser og risikovurdering.
- En vurdering af befolkningens opfattelse og acceptabilitet af indvinding og efterforskning af skifergas og miljøpåvirkninger forbundet hermed.
- En vurdering af miljøværgeforanstaltninger forbundet med, støj, lys og vibrationer
- En risikovurdering. I stedet gennemføres en risikoscreening (heri inkluderet en kvantitativ "impact screening" ift. risici). I øvrigt er det nødvendigt at understrege, at mangelfuld information om, hvilke kemikalier der bliver anvendt ifm. indvindingen, indebærer stor usikkerhed om, hvad der kan formodes at komme op fra undergrunden ifm. indvindingen af skifergas. Dette har betydning for kvaliteten af den risikoscreening, der beskrives i den videnskabelige udredning og dermed for de miljøværgeforanstaltninger der beskrives i den videnskabelige udredning.
- Vurdering af de drivhusgasser, som for eksempel (men ikke udelukkende) de drivhusgasser som produceres af maskiner, lastbiler, eller ved afbrænding af skifergas frem for de nuværende brændstoffer, der anvendes til energiproduktion.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og foru-

rening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af boringer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og production af kulbringer (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014

- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Clima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013
- "Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada", maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

#### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 borer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af borer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske borer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

#### **5. Tidsplan og ressourcer**

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.



	Maj		Juni					August					September				Oktober				November					
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																										
Kick-off møde																										
Kernegruppemøde 1																										
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																										
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																										
Kernegruppemøde 2																										
Styregruppemøde 1																										
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																										
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																										
Kernegruppemøde 4																										
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																										
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																										
Styregruppemøde 2																										
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 5																										
Styregruppemøde 3																										
Følgegruppemøde 3																										
Kernegruppemøde 6 + 7																										
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																										

**Bemandingsplan:** Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.

**Projektbudget:** 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt af-rapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen)

- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Tone Madsen (chefkonsulent, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

**Brevdato** 21-05-2015

**Afsender** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk) Sendt af Stig Kjeldsen: stkje@kebmin.dk

**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Akttitel** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1731378

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)  
Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Cc:** Katja Scharmman (KSC@ENS.DK), jebso@kebmin.dk (jebso@kebmin.dk)  
**Fra:** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)  
**Titel:** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3)  
**Sendt:** 21-05-2015 23:44:45  
**Bilag:** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc;

Kære Tone.

En enkelt rettelse mere på side to (fra vores DC), således at det er tydeligt at udredningen også er et fagligt bidrag til den kommende evaluering: "Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVMsagsbehandling og Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget."

Beklager den sproglige rettelse lidt sendt i processen.

Bh. Stig

**Fra:** Stig Kjeldsen  
**Sendt:** 20. maj 2015 12:39  
**Til:** Tone Madsen  
**Cc:** Katja Scharmman  
**Emne:** Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas (3).doc

Kære Tone. Har prøvet at ringe. Et par sproglige justeringer og desværre en af større betydning, som vi også kommenterede på sidst.

Ring gerne. Bh. Stig

**Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst**

20. maj 2015

---

**1. Kort beskrivelse**

Projekttitel: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.  
Kontaktperson: Peter Moltesen/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

**2. Baggrund**

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. Der skal derfor udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. ~~Konkret vil det på sigt Nordjylland og Nordsjælland.~~

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling og ~~Udredningen kan eventuelt indgå i Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.~~

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skifergaslag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

**Kommentar [KS1]:** Samme kommentar som sidst – Studiet skulle gerne tage udgangspunkt i GEUS kortlægning af prospektive områder og ikke kun de to eksisterende tilladelser. Især set i lyset af hvis studiet skal kunne anvendes i evalueringen (midlertidige pause).



Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand og håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktioner som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsvivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer. Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det belyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign.

Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke:

- En human sundhedsrisikoanalyse, eller en generel folkesundsanalyse af mulige berørte naboer til skifergasanlæg. Det er dog klart, at en fremtidig vurdering af eventuelle konkrete anlæg skal inddrage sundhedsanalyser og risikovurdering.
- En vurdering af befolkningens opfattelse og acceptabilitet af indvinding og efterforskning af skifergas og miljøpåvirkninger forbundet hermed.
- En vurdering af miljøværgeforanstaltninger forbundet med, støj, lys og vibrationer
- En risikovurdering. I stedet gennemføres en risikoscreening (heri inkluderet en kvantitativ "impact screening" ift. risici). I øvrigt er det nødvendigt at understrege, at mangelfuld information om, hvilke kemikalier der bliver anvendt ifm. indvindingen, indebærer stor usikkerhed om, hvad der kan formodes at komme op fra undergrunden ifm. indvindingen af skifergas. Dette har betydning for kvaliteten af den risikoscreening, der beskrives i den videnskabelige udredning og dermed for de miljøværgeforanstaltninger der beskrives i den videnskabelige udredning.
- Vurdering af de drivhusgasser, som for eksempel (men ikke udelukkende) de drivhusgasser som produceres af maskiner, lastbiler, eller ved afbrænding af skifergas frem for de nuværende brændstoffer, der anvendes til energiproduktion.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og foru-

rening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af borer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og production af kulbringer (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014

- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Clima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013
- "Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada", maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

#### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 boringer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af boringer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske boringer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

#### **5. Tidsplan og ressourcer**

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj		Juni				August					September				Oktober				November					
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																									
Kick-off møde																									
Kernegruppemøde 1																									
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																									
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																									
Kernegruppemøde 2																									
Styregruppemøde 1																									
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																									
Følgegruppemøde 1																									
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																									
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																									
Kernegruppemøde 4																									
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																									
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																									
Styregruppemøde 2																									
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																									
Følgegruppemøde 1																									
Kernegruppemøde 5																									
Styregruppemøde 3																									
Følgegruppemøde 3																									
Kernegruppemøde 6 + 7																									
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																									

**Bemandingsplan:** Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.

**Projektbudget:** 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt af-rapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmann (geolog, Energistyrelsen)

- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Tone Madsen (chefkonsulent, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)





Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

**Brevdato** 26-05-2015

**Afsender** Thomas Skovgaard Mortensen (Sagsbehandler, Bestilling - Naturstyrelsen (§20, samråd, haste))

**Modtagere** nihho@nst.dk (nihho@nst.dk); Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning); Moltesen, Peter (pemol@nst.dk)

**Akttitel** SV: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas

**Aktnummer**

**Identifikationsnummer** 1735772

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** SV vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas (MIM Id nr. 1735709)

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** nihho@nst.dk (nihho@nst.dk), Tone Madsen (tomad@mim.dk), Moltesen, Peter (pemol@nst.dk)  
**Fra:** Thomas Skovgaard Mortensen (thsko@nst.dk)  
**Titel:** SV: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas  
**Sendt:** 26-05-2015 14:26:04

Ok.

Med venlig hilsen

**Thomas Skovgaard Mortensen**

Direktionssekretær  
Direktionen  
Dir tlf.: (+45) 72 54 20 07  
Mobil: (+45) 41 96 94 98  
[thsko@nst.dk](mailto:thsko@nst.dk)

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]

**Sendt:** 26. maj 2015 14:21

**Til:** Nina Hanne Holst; Peter Moltesen

**Cc:** Thomas Skovgaard Mortensen

**Emne:** Sv: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas (MIM Id nr.: 1735709)

Så har Oluf ikke godkendt den endelige version, som er den, jeg sendte i går aftes. I Olufs version var Egebos og Søren/Henriks ændringer ikke med. Vi kører med den version, som DC har godkendt. Michel Schilling har ringet med nogle yderligere ønsker til undersøgelsen, men jeg vil mene, at de er indeholdt i udredningen i forvejen. Ellers må kan det eventuelt blive en del af tilkøbs-optionen. Det må vi se på konkret, når/hvis det blir aktuelt. Ring hvis spørgsmål. Tone

---

**Til:** Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)), [nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk) ([nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk))  
**Cc:** Thomas Skovgaard Mortensen ([thsko@nst.dk](mailto:thsko@nst.dk))  
**Fra:** Peter Moltesen ([pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk))  
**Titel:** SV: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas  
**Sendt:** 26-05-2015 14:14:55

Oluf har godkendt den udgave, jeg sendte retur til DEP torsdag den 21. maj kl 13:34. Går ud fra det var den samme, der er forelagt Studsgaard og Tegen?

Jeg kan imidlertid se, at der efterfølgende er tilføjet nogle småting og at afgrænsningen er slettet henholdsvis den 22. maj og 25. maj. De ændringer er af gode grunde ikke forelagt Oluf.

Jeg vil ikke mene, af de ændringer giver anledning til, at Oluf skal se sagen igen, men det må være op til Thomas og Nina at vurdere? Vedhæftet er projektbeskrivelsen med DEPs ændringer modtaget den 25. maj.

Med venlig hilsen

**Peter Moltesen**

cand.scient.soc  
Tværgående planlægning  
Dir tlf.: (+45) 72 54 47 05  
[pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)



Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Haraldsgade 53  
DK - 2100 København Ø  
Tlf.: (+45) 72 54 30 00  
[www.naturstyrelsen.dk](http://www.naturstyrelsen.dk)

---

**Fra:** Nina Hanne Holst

**Sendt:** 26. maj 2015 11:58

**Til:** Tone Madsen

**Cc:** Thomas Skovgaard Mortensen; Peter Moltesen

**Emne:** SV: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas (MIM Id nr.: 1735215)

@Peter: det kan du formentlig bedre svare på om det er – men det antager jeg da.

---

**Fra:** Tone Madsen [<mailto:tomad@mim.dk>]

**Sendt:** 26. maj 2015 11:49

**Til:** Nina Hanne Holst

**Cc:** Thomas Skovgaard Mortensen; Peter Moltesen

**Emne:** Sv: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas (MIM Id nr.: 1735215)

Ja, for Studsgaard har godkendt den ;) Så hvis vi taler om den version, jeg sendte i går aftes, så ja. Mvh Tone

---

**Til:** Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk))

**Cc:** Thomas Skovgaard Mortensen ([thsko@nst.dk](mailto:thsko@nst.dk)), Moltesen, Peter ([pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk))

**Fra:** Nina Hanne Holst ([nihho@nst.dk](mailto:nihho@nst.dk))

**Titel:** VS: vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas

**Sendt:** 26-05-2015 11:39:43

Kære Tone

Kan du bekræfte, at I også er enige i projektbeskrivelsen, som den ligger?

Mvh. Nina

---

**Fra:** Thomas Skovgaard Mortensen

**Sendt:** 26. maj 2015 11:37

**Til:** Peter Moltesen; Nina Hanne Holst

**Emne:** vedr. projektbeskrivelse for videnskabelig udredning om skifergas

Kære Peter og Nina

Oluf har nu godkendt sagen – dog under forudsætning af at dep er enige.

Kan I give en melding om dette.

Sagen er på vej retur til jer i papir også.

Med venlig hilsen

**Thomas Skovgaard Mortensen**

Direktionssekretær

Direktionen

Dir tlf.: (+45) 72 54 20 07

Mobil: (+45) 41 96 94 98

[thsko@nst.dk](mailto:thsko@nst.dk)

**Brevdato** 29-05-2015  
**Afsender** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Modtagere** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Akttitel** Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Aktnummer** 30  
**Identifikationsnummer** 1743306  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig** Tone Madsen  
**Vedlagte dokumenter** Aktdokument  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Cc:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Titel:** Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 29-05-2015 22:27:42

Kære Mads

Hermed opfølgning på vores telefonsamtale tidligere i dag. Som følge af valgudskrivelse i onsdags har Statsministeriet udstukket retningslinjer for, hvad embedsmænd må/ikke må under valgkampen. Det er desværre i dag blevet klart for os, at det ikke er muligt for Miljøministeriet at underskrive kontrakt med jer på DTU, GEUS og DCE inden for disse retningslinjer. Vi må derfor afvente en ny minister. Så snart det er muligt, vil vi efter valgets afvikling vende tilbage til jer om undersøgelsen. Til den tid vil det være min kollega, Anders Fink, der kontakter dig, som du ved, overtager han efter mig, da jeg har fået nyt job pr. 1/7.

Beklager. Men god weekend. Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 01-06-2015  
**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Modtagere** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** RE: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Aktnummer**  
**Identifikationsnummer** 1743963  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** RE Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1743306)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Cc:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** RE: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 01-06-2015 08:36:26

Kære Tone

Tak for orienteringen.

Vi imødeser at høre fra jer efter valget. Anders, jeg slår lige på tråden for at knytte forbindelsen.

Tone, mange tak for samarbejdet og held og lykke i dit nye job.

Med venlig hilsen

**Mads H Odgaard**

Projektleder

Afdeling for Innovation og Sektorudvikling

---

**Danmarks Tekniske Universitet**

Anker Engelundsvej 1, bygning 101A

Bygning 101a

2800 Kgs. Lyngby

Direkte telefon 45251248

Mobil 26258052

[maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk)

[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)



---

**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]

**Sent:** 29. maj 2015 22:28

**To:** Mads H Odgaard

**Cc:** Anders Fink

**Subject:** Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr.: 1743306)

Kære Mads

Hermed opfølgning på vores telefonsamtale tidligere i dag. Som følge af valgudskrivelse i onsdags har Statsministeriet udstukket retningslinjer for, hvad embedsmænd må/ikke må under valgkampen. Det er desværre i dag blevet klart for os, at det ikke er muligt for Miljøministeriet at underskrive kontrakt med jer på DTU, GEUS og DCE inden for disse retningslinjer. Vi må derfor afvente en ny minister. Så snart det er muligt, vil vi efter valgets afvikling vende tilbage til jer om undersøgelsen. Til den tid vil det være min kollega, Anders Fink, der kontakter dig, som du ved, overtager han efter mig, da jeg har fået nyt job pr. 1/7.

Beklager. Men god weekend. Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent

Mobil: (+45) 4139 2419

[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4

1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)



**Brevdato** 03-06-2015

**Afsender** Tone Madsen (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Modtagere** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Akttitel** Vs: skifergasundersøgelsen

**Aktnummer** 87

**Identifikationsnummer** 1747569

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig** Tone Madsen

**Vedlagte dokumenter** SV skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1746975)  
Kontrakt - videnskabelig udredning om skifergas  
BILAG 4 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning.doc  
BILAG 1 - Tilbud\_og\_projekbeskrivelse  
BILAG 2 - Skifergas videnskabelig udredning(disposition for rapport)  
BILAG 3 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Titel:** Vs: skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 03-06-2015 10:51:35  
**Bilag:** Kontrakt - videnskabelig udredning om skifergas.doc; BILAG 4 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning.doc.xlsx; BILAG 1 - Tilbud\_og\_projektbeskrivelse.doc; BILAG 2 - Skifergas videnskabelig udredning (disposition for rapport).doc; BILAG 3 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas.xls;

Kære Anders. Nu er det jo dig, der er skifer-personen. Lad os lige vende denne, der skal sendes til KEBMIN-dep (Stig Kjeldsen - [stkje@kebmin.dk](mailto:stkje@kebmin.dk)) Tone

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Cc:** nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)  
**Fra:** Peter Moltesen (pemol@nst.dk)  
**Titel:** SV: skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 03-06-2015 09:39:34

Kære Tone

Vedhæftet er kontakten med tilhørende bilag.

Med venlig hilsen

**Peter Moltesen**

cand.scient.soc  
Tværgående planlægning  
Dir tlf.: (+45) 72 54 47 05  
[pemol@nst.dk](mailto:pemol@nst.dk)



Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Haraldsgade 53  
DK - 2100 København Ø  
Tlf.: (+45) 72 54 30 00  
[www.naturstyrelsen.dk](http://www.naturstyrelsen.dk)

---

**Fra:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sendt:** 2. juni 2015 20:49  
**Til:** Peter Moltesen  
**Emne:** skifergasundersøgelsen (MIM Id nr.: 1746975)

Kære Peter

Vil du sende mig kontrakten/projektbeskrivelsen som den ligger nu? Så lægger både vi og KEBMIN undersøgelsen parallelt op til nye ministre *first thing*, når de tiltræder (som en haster). Jeg sørger for, at KEBMIN-dep får det endelige dokument også. Tak ;)

Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00



## **Miljøministeriets Kontrakt vedrørende forskning og udvikling**

### **Kontrakt om videnskabelig udredning af international viden om skifergas i en dansk kontekst**

mellem:

Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø  
CVR-nr.: 33157274

og

Danmarks Teknisk Universitet  
Anker Engelundsvej 1, bygning 101A  
2800 Kgs. Lyngby  
CVR-nr.: 30060946

DCE  
Aarhus Universitet  
Nordre Ringgade 1  
8000 Aarhus C  
CVR-nr.: 31119103

GEUS  
Øster Voldgade 10  
DK-1350 København K  
CVR-nr.: 55145016

## INDHOLDSFORTEGNELSE

BILAGSFORTEGNELSE .....	3
FORTEGNELSE OVER ANVENDTE DEFINITIONER .....	4
DEL 1 – PROJEKTSPECIFIKKE BESTEMMELSER .....	6
1 KONTRAKTENS OMFANG OG ÆNDRING AF PROJEKTET .....	6
2 KONTRAKTPERIODE .....	6
3 LEVERINGSTID OG LEVERANCER .....	6
4 PROJEKTSTYRING .....	7
5 VEDERLAG OG PRISREGULERING .....	7
6 BETALINGSBETINGELSER OG FAKTURERING .....	8
7 OPSIGELSE AF KONTRAKTEN .....	8
8 RETTIGHEDER, PUBLICERING M.V. ....	9
9 AFVIGELSER FRA ”ALMINDELIGE BESTEMMELSER” .....	11
DEL 2 - ALMINDELIGE BESTEMMELSER .....	12
1 FORBEHOLD FOR BEVILLINGSÆNDRINGER/FINANSLOVSÆNDRINGER .....	12
2 KRAV TIL FORSKNINGSINSTITUTIONENS MEDARBEJDERE SAMT SAMARBEJDE .....	12
3 ERSTATNINGSANSVAR / ANSVARSBEGRÆNSNING .....	13
4 MISLIGHOLDELSE .....	13
5 FORSINKELSE .....	13
6 MANGLER .....	13
7 OPHÆVELSE .....	14
8 UNDERLEVERANDØRER .....	14
9 HABILITET .....	14
10 MYNDIGHEDSKRAV M.V. ....	15
11 FORSIKRING .....	15
12 FORCE MAJEURE .....	15
13 TAVSHEDSPLIGT .....	15
14 OVERDRAGELSE .....	16
15 LOVVALG/TVISTER/ VÆRNETING .....	16
16 ØVRIGE BESTEMMELSER .....	17
UNDERSKRIFTER .....	18

## **BILAGSFORTEGNELSE**

Bilag 1 – projektbeskrivelse af 22. maj 2015

Bilag 2 - skifergas videnskabelig udredning af 20. maj 2015 (disposition for rapport)

Bilag 3 - budget for videnskabelig udredning af 20. maj 2015

Bilag 4 - udspecificeret budget af 20. maj 2015

Bilag 5 - CV'er for tilknyttede ressourcepersoner af 20. maj 2015

## FORTEGNELSE OVER ANVENDTE DEFINITIONER

<b>Almindelige Bestemmelser</b>	betyder bestemmelserne i denne Kontrakts del 2.
<b>Arbejdsdag</b>	betyder en dag - mandag til fredag - bortset fra de i Danmark fastlagte officielle helligdage samt juleaftensdag, nytårsaftensdag og grundlovsdag
<b>Bilag</b>	betyder alle bilag, der fremgår af bilagsfortegnelsen ovenfor. Såfremt definitionen er efterfulgt af et specifikt nummer, henviser definitionen til det specifikke bilag, der fremgår af bilagsfortegnelsen ovenfor.
<b>Eksisterende Rettigheder</b>	betyder enhver industriel og immaterialretlig rettighed, herunder baggrundsteknologier, der eksisterer før Styrelsen eller Forskningsinstitutionen bestiller disse med henblik på brug under dette Projekt.
<b>Forskningsinstitutionen</b>	har den betydning, der er fastsat i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. (2).
<b>Forskningsinstitutionens Kontaktperson</b>	har den betydning, der er fastsat i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 4.1.
<b>Fortrolig Information</b>	har den betydning, der er fastsat i Almindelige Bestemmelser pkt. 13.1.
<b>Gældende Lovgivning</b>	betyder de til enhver tid gældende love og bekendtgørelser m.v. samt i Danmark retskraftig international og EU-ret, der måtte være gældende for forhold, der er omfattet af denne Kontakt.
<b>Kontrakt</b>	betyder Projektspecifikke Bestemmelser, Almindelige Bestemmelser, ændringstillæg samt Bilag.
<b>Kontraktperioden</b>	har den betydning, der er fastlagt i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 2.1.
<b>Leverancerne</b>	har den betydning, der er fastlagt i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 3.2.
<b>Leveringsfrister</b>	har den betydning, der er fastlagt i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 3.1.
<b>Part</b>	betyder Styrelsen eller Forskningsinstitutionen.

<b>Parterne</b>	betyder Styrelsen og Forskningsinstitutionen.
<b>Projektet</b>	det i projektbeskrivelsen beskrevne projekt, jf. Bilag 1.
<b>Projektlederen</b>	har den betydning, der er fastsat i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 4.2.
<b>Projektspecifikke Bestemmelser</b>	betyder bestemmelserne i denne Kontrakts del 1.
<b>Resultater</b>	betyder ethvert resultat under udførelsen af Projektet.
<b>Styregruppen</b>	har den betydning, der er fastsat i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 4.3.
<b>Styrelsen</b>	har den betydning, der er fastsat i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. (1).
<b>Styrelsens Kontaktperson</b>	har den betydning, der er fastsat i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 4.1.
<b>Underleverandør</b>	betyder en juridisk person eller fysisk person, som for Forskningsinstitutionen udfører en del af Forskningsinstitutionens forpligtelser i forhold til den faglige løsning af Projektet i henhold til denne Kontrakt.
<b>Vederlaget</b>	har den betydning, der er fastsat i Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 5.



## **DEL 1 – PROJEKTSPECIFIKKE BESTEMMELSER**

Der er dags dato indgået følgende Kontrakt mellem:

- (1) Naturstyrelsen, Haraldsgade 53, 2100 København Ø, CVR-nr.: 33157274 ("Styrelsen"), og
- (2) Danmarks Tekniske Univesitet, Anker Engelundsvej 1, bygning 101A, 2800 Kgs. Lyngby, CVR-nr.: 30060946
- (3) DCE, Aarhus Universitet Nordre Ringgade 1, 8000 Aarhus C, CVR-nr.: 31119103
- (4) GEUS, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K, CVR-nr.: 55145016 (DTU, DCE og GEUS benævnes samlet forskningsinstitutionen)

**PARTERNE HAR VEDTAGET FØLGENDE:**

### **1 KONTRAKTENS OMFANG OG ÆNDRING AF PROJEKTET**

- 1.1 Denne Kontrakt omfatter udførelse af Projektet. Projektets formål, omfang og indhold, Parternes Leverancer, tidsplan m.v. fremgår af Forskningsinstitutionens projektbeskrivelse og tilbud, jf. Bilag 1.
- 1.2 Styrelsen kan, jf. dog Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 1.3-1.4, kræve ændringer i Projektets omfang, således at Forskningsinstitutionen er forpligtet til at formindske eller forøge omfanget af Projektet i overensstemmelse med Styrelsens ønsker. I forbindelse med udvidelser og indskrænkninger – der maksimalt med henvisning til dette pkt. kan være 15 % i forhold til det oprindelige aftalte Projekt - vil Vederlaget blive reguleret.
- 1.3 Hver Part kan fremsætte forslag om ændring af Projektets indhold. Ændringer i Projektets indhold må dog ikke stride imod Projektets formål.
- 1.4 Ethvert forslag til ændring af Projektet behandles og godkendes af Parterne i fællesskab. Ændringsforslag bortfalder i tilfælde af uenighed.

### **2 KONTRAKTPERIODE**

- 2.1 Kontraktperioden løber fra den 5. juni 2015 til den 1. december 2015 ("Kontraktperioden"). Kontrakten ophører uden yderligere varsel ved Kontraktperiodens ophør. Styrelsen har dog en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning.

### **3 LEVERINGSTID OG LEVERANCER**

- 3.1 Forskningsinstitutionen skal overholde de leveringsfrister, der fremgår af projektbeskrivelsen, jf. Bilag 2, ("Leveringsfrister") idet der endvidere henvises til Almindelige Bestemmelser pkt. 5 om Forsinkelse.
- 3.2 Leverancerne fremgår af projektbeskrivelsen, jf. Bilag 1 og af eventuelle senere ændringer hertil ("Leverancerne").
- 3.3 Projektets primære Leverancer er en teknisk rapport, som affattes på dansk. Jf. bilag 1 og 2. Sekundært har Styrelsen en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning.

## Projektspecifikke Bestemmelser

- 3.4 Afrapportering og kommunikation i forbindelse med Projektets fremdrift skal foregå i henhold til projektbeskrivelsen, jf. Bilag 1.

### 4 PROJEKTSTYRING

- 4.1 Såvel Styrelsen som Forskningsinstitution skal hver have udpeget en kontaktperson for Projektet.

Kontaktperson for Styrelsen er Nina Holst ("Styrelsens Kontaktperson").

Kontaktperson for Forskningsinstitutionen er Mads H Odgaard ("Forskningsinstitutionens Kontaktperson").

- 4.2 Projektlederrollen tilfalder Danmarks Tekniske Universitet. Projektlederen er Steffen Foss Hansen ("Projektlederen").
- 4.3 Parterne har nedsat en Styregruppe for Projektet. Styregruppens formål, opgaver og pligter fremgår af Bilag 1.

Styregruppen består af følgende personer:

1. Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
2. Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
3. Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
4. Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
5. Statsgeolog Peter Britze, GEUS
6. Direktør Hanne Bach, DCE
7. Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)  
("Styregruppen")

Forskningsinstitutionen varetager sekretariatsfunktionen for Styregruppen. Der er krav om skriftlighed i forhold til beslutninger, referater m.v., som skal godkendes af Styregruppen.

Styregruppemøder skal afholdes i henhold til projektbeskrivelsen, jf. Bilag 1.

### 5 VEDERLAG OG PRISREGULERING

Projektet finansieres med følgende vederlag af Styrelsen, DKK 1 700 000 ekskl. moms ("Vederlaget"). Der er tale om en fastprisaf tale. Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning.

- 5.1 Vederlaget dækker alle omkostninger i forbindelse med Projektets udførelse, herunder transportomkostninger, omkostninger til rejser, hotelophold, kontorhold samt alle øvrige omkostninger forbundet med løsning af Projektet, medmindre andet fremgår af projektbeskrivelsen, jf. Bilag 1.
- 5.2 Forskningsinstitutionen skal i løbet af Kontraktperioden, såfremt Styrelsen anmoder om det, oplyse de til enhver tid gældende og anvendte takster i Projektet, såfremt sådanne takster findes.

## Projektspecifikke Bestemmelser

5.3 Vederlaget bliver ikke prisindeksreguleret i Kontraktperioden.

## 6 BETALINGSBETINGELSER OG FAKTURERING

6.1 Betaling sker som beskrevet i Bilag 1.

6.2 Forskningsinstitutionen skal levere en elektronisk faktura til Styrelsen. Fakturaen skal indeholde oplysninger om EAN-nr. 5798000873100, att.: Peter Moltesen, ”Videnskabelig udredning af international viden og skifergas i dansk kontekst”, projektnummer 044-01024. Fakturering skal i øvrigt ske under overholdelse af reglerne i lov om offentlige betalinger m.v., jf. lov nr. 1203 af 27. december 2003 med senere ændringer, jf. LBK nr. 798 af 28. juni 2007, og de regler, der er udstedt eller udstedes med hjemmel i loven. Enhver fakturering skal ske elektronisk, gebyrfrit og uden omkostninger for Styrelsen.

6.3 Vederlaget forfalder til betaling 30 kalenderdage efter modtagelse af fyldestgørende faktura.

6.4 Såfremt Forskningsinstitutionen skal fakturere Styrelsen et beløb i et bestemt kalenderår, skal fakturaen, hvori beløbet afkræves, være Styrelsen i hænde senest 5. december det pågældende kalenderår, for at udbetaling til Forskningsinstitutionen kan ske senest medio januar i det følgende kalenderår.

6.5 Såfremt oplysningerne på fakturaen er mangelfulde, eller fakturaen ikke er fremsendt elektronisk, forbeholder Styrelsen sig ret til at tilbageholde betaling, indtil fyldestgørende faktura er modtaget korrekt.

6.6 Ved forsinket betaling er Forskningsinstitutionen berettiget til at beregne renter i henhold til rentelovens bestemmelser herom.

## 7 OPSIGELSE AF KONTRAKTEN

7.1 Såvel Forskningsinstitutionen som Styrelsen kan opsig kontrakten med 3 måneders skriftligt varsel til udgangen af en kalendermåned.

7.2 Forskningsinstitutionen har ved opsigelse krav på vederlag for arbejde udført op til tidspunktet for opsigelsens ikrafttræden. Forskningsinstitutionen vil derudover ikke være berettiget til nogen anden form for godtgørelse eller erstatning, herunder tab af goodwill, driftstab, mistet fortjeneste, øvrigt vederlag eller lignende, ligesom Styrelsen ikke er berettiget til nogen form for godtgørelse eller erstatning, herunder tab af goodwill, driftstab, mistet fortjeneste, øvrigt vederlag eller lignende, såfremt Forskningsinstitutionen måtte opsig Kontrakten.

7.3 Såfremt Klagenævnet for Udbud eller domstolene erklærer Kontrakten for uden virkning og påbyder Styrelsen at bringe Kontrakten til ophør inden for en af Klagenævnet for Udbud eller domstolene fastsat frist, er Styrelsen berettiget til at opsig Kontrakten helt eller delvist med et varsel i overensstemmelse med Klagenævnet for Udbuds eller domstolenes påbud. Kontrakten ophører ved opsigelse således helt/delvist, som fastsat i påbuddet, med virkning fra påbuddets virkningstidspunkt.

Såfremt der i det påbud, som udstedes, er indeholdt yderligere betingelser eller krav, er Styrelsen berettiget til at videreføre disse betingelser eller krav i opsigelsen over for

## Projektspecifikke Bestemmelser

Forskningsinstitutionen under forudsætning af, at dette er sagligt begrundet, og Forskningsinstitutionen skal i så fald efterleve disse.

Forskningsinstitutionens eventuelle krav om erstatning eller anden form for godtgørelse som følge af, at Kontrakten erklæres for uden virkning, og påbud om ophør udstedes, herunder f.eks. for omkostninger ved at efterkomme yderligere betingelser eller krav, som Styrelsen har videreført i opsigelsen, skal som udgangspunkt afgøres efter dansk rets almindelige regler.

Såfremt Forskningsinstitutionen på tidspunktet for underskrivelse af denne Kontrakt havde eller burde have haft kendskab til de faktiske og/eller retlige omstændigheder, som bevirker, at Kontrakten erklæres for uden virkning, kan Forskningsinstitutionen ikke over for Styrelsen rejse krav om erstatning eller krav om anden form for godtgørelse som følge af, at Kontrakten erklæres for uden virkning, og påbud om ophør udstedes, herunder f.eks. for omkostninger ved at efterkomme yderligere betingelser eller krav, som Styrelsen har videreført i opsigelsen.

### 8 RETTIGHEDER, PUBLICERING M.V.

8.1 Miljøministeriet, herunder Styrelsen samt andre institutioner under Miljøministeriet (herefter "MIM"), får en ubegrænset, royalty-fri, ikke-eksklusive og uigenkaldelig brugsret til Projektets Leverancer og Resultater, se dog Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 8.4.

8.2 MIM's brugsret til Projektets Leverancer og Resultater omfatter følgende formål – dog ikke begrænset til:

a. anvende til egne formål:

- i. gøres tilgængelige for og anvendes af de ansatte i MIM
- ii. gøres tilgængelige for og anvendes af personer og virksomheder, der arbejder for eller samarbejder med MIM, herunder leverandører, underleverandører - uanset om disse er juridiske eller fysiske personer -, EU's institutioner, organer samt medlemsstaternes institutioner
- iii. installering, uploading og forarbejdning
- iv. arrangere, sammenstille, sammensætte, trække ud
- v. kopiering, reproduktion helt eller delvist og i ubegrænsede antal kopier

b. Ikke kommerciel distribution til offentligheden:

- i. udgivelse i papirformat
- ii. udgivelse i elektronisk eller digitalt format
- iii. offentliggøre på internettet som en fil, der kan downloades/ikke downloades
- iv. transmission ved brug enhver form for teknik inden for transmission
- v. offentlig præsentation eller fremvisning
- vi. kommunikation gennem pressens informationstjenester
- vii. inklusion i databaser eller registre
- vi. herudover i alle former og ved hjælp af alle metoder

c. Ændringer af MIM eller af tredjemand på vegne af MIM:

- i. afkorte
- ii. opsummere
- iii. foretage tekniske ændringer til indholdet:
  - nødvendig korrektion af tekniske fejl
  - tilføjelse af nye dele eller funktionaliteter

## Projektspecifikke Bestemmelser

- ændring af funktionaliteter
  - iv. tilføjelse af nye elementer, titler på afsnit, indholdsfortegnelse, resumé, grafik, undertekster, lyd osv.
  - v. udarbejdelse i lydform, udarbejdelse som en præsentation, animation, piktogrammer, slide-show, offentlig præsentation m.v.
  - vi. uddrage en del eller opdeling i dele
  - vii. bruge som et koncept eller ved udarbejdelse af et afledt stykke arbejde
  - viii. digitalisering eller konvertering af formatet til brug for opbevarings- eller brugsformål
  - ix. ændring af dimensioner
  - x. oversættelse, indsættelse af undertekster samt eftersynkronisering i følgende sprog:
    - alle officielle sprog i EU
    - sprog i kandidatlandene til optagelse i EU
- 8.3 Forskningsinstitutionens adgang til forskning (og såvel kommerciel som ikke-kommerciel udnyttelse heraf) begrænses på ingen måde af ovenstående.
- 8.4 Såfremt der i Projektets Leverancer og Resultater indgår udvikling/udarbejdelse af software, databaser, registre eller tilknyttede systemer, erhverver MIM ophavsret og enhver anden rettighed til disse, herunder også til al tilknyttet data i det format, som data bliver lagt ind i. Forskningsinstitutionen erhverver en ubegrænset, royalty-fri, ikke-eksklusive og uigenkaldelig brugsret hertil.
- 8.5 Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 8.4 betyder bl.a., at Forskningsinstitutionen, hvis MIM forlanger det, skal udlevere den berørte software, registre, databaser, tilknyttede systemer samt tilknyttet data. I forbindelse med eventuel konkurrenceudsættelse af opgaver med at vedligeholde og ajourføre den berørte software, registre, databaser, tilknyttede systemer samt tilknyttet data eller opgaver, der kræver anvendelsen af den berørte software, registre, databaser, tilknyttede systemer samt tilknyttet data, kan MIM forlange disse videregivet til tredjemand.
- 8.6 Anvendes Projektets Leverancer og Resultater i anden sammenhæng end nærværende Projekt, er Forskningsinstitutionen ikke ansvarlig for fejl eller mangler ved Leverancerne eller Resultaterne.
- 8.7 Ved Projektets afslutning har Parterne ret til at foretage publicering eller anden offentliggørelse af Leverancerne, herunder alt materiale og alle resultater samt delelementer heraf. På trods af foranstående skal den Part, der påtænker den første publicering/offentliggørelse, senest 14 kalenderdage inden publiceringen/offentliggørelsen orientere den anden Part. Parterne er ikke forpligtet til at orientere om publicering/offentliggørelse af delelementer, når selve Leverancerne og Resultaterne er publiceret/offentliggjort. I tilfælde, hvor der undervejs i Projektet forekommer Resultater, der med rimelighed ikke kan vente til det aftalte tidspunkt publicering/offentliggørelse, orienterer den Part, der påtænker offentliggørelse den anden Part 10 kalenderdage forud for offentliggørelsen med mindre Parterne aftaler andet.
- 8.8 Anvendelse af Leverancerne, herunder Resultater, data m.v. skal altid ske mod behørig kildehenvisning.

## Projektspecifikke Bestemmelser

- 8.9 Rettighederne, i henhold til dette pkt. 8, erhverves i takt med, at der bliver betalt i henhold til Projektspecifikke Bestemmelser pkt. 6.1.
- 8.10 MIM bevarer alle rettigheder til materiale, som udleveres til Forskningsinstitutionen i forbindelse med opgavens udførelse, og sådant materiale skal ved Kontraktens ophør tilbageleveres til MIM.
- 8.11 I forhold til de data, som hver Part måtte have bidraget med, er Parten ansvarlig for at overholde Gældende Lovgivning som f.eks. persondataloven.

### Eksisterende Rettigheder

- 8.12 I det omfang der i Projektet anvendes Eksisterende Rettigheder, forbliver disse Eksisterende Rettigheder undergivet rettighedshaverens ophavsret.
- 8.13 Forskningsinstitutionen skal dog give MIM en ubegrænset, royalty-fri, ikke-eksklusiv og uigenkaldelig brugsret til at udnytte de Eksisterende Rettigheder, til brug for Projektet, herunder Projektets Leverancer og Resultater i samme omfang, som det er beskrevet i pkt. 8.2.
- 8.14 Retsstilling i medfør af Almindelige Bestemmelser pkt. 8.12-8.13 ændres ikke, uanset om - og i givet fald hvorledes - denne Kontrakt bringes til ophør.

### Tredjemands garanti

- 8.15 Hvis tredjemand har rettigheder til Projektets Leverancer samt Resultater, eller der i Projektets Leverancer samt Resultater indgår tredjemands rettigheder, garanterer Forskningsinstitutionen, at disse rettigheder er fuldt clearret, således at MIM frit kan udnytte sine rettigheder som anført i dette pkt. 8. Forskningsinstitutionen garanterer desuden, at MIM kan overdrage sin ret til udnyttelse af tredjemands rettigheder i overensstemmelse med det i dette pkt. 8 anførte. Forskningsinstitutionen garanterer også, at eventuelle webmaterialer i form af links omkostningsfrit kan bruges af MIM, eller tredjemand udpeget af MIM.
- 8.16 Forskningsinstitutionen skal holde MIM skadesløs for ethvert krav, der måtte opstå som følge af, at tredjemands rettigheder ikke er clearret.

## **9 AFVIGELSER FRA ”ALMINDELIGE BESTEMMELSER”**

- 9.1 Der er ingen afgivelser fra ”Almindelige Bestemmelser”.
- 9.2 ”Projektspecifikke bestemmelser” fraviges, idet afsnit 8,4 og 8,5 ikke finder anvendelse.

## **DEL 2 - ALMINDELIGE BESTEMMELSER**

### **1 FORBEHOLD FOR BEVILLINGSÆNDRINGER/FINANSLOVSÆNDRINGER**

- 1.1 Såfremt Miljøministeriet ikke opnår fuldstændig finanslovsbevilling eller kun opnår delvis finanslovsbevilling for følgende finansår, eller såfremt Miljøministeriet ikke kan opnå sikkerhed for opnåelse af helt eller delvis finanslovsbevilling inden starten af finansåret, kan Styrelsen opsiges Kontrakten uden varsel.
- 1.2 Forskningsinstitutionen har i denne situation krav på vederlag for arbejde udført op til tidspunktet for opsigelsens ikrafttræden. Forskningsinstitutionen har dog kun krav på vederlag til overflødiggjort arbejdskraft og leje af lokaler herfor såfremt det kan dokumenteres og er forsøgt afværget på enhver tænkelig måde. Forskningsinstitutionen har ikke krav på mistet fortjeneste for det opsagte Projekt eller for projekter med relation til det opsagte Projekt.

### **2 KRAV TIL FORSKNINGSINSTITUTIONENS MEDARBEJDERE SAMT SAMARBEJDE**

#### Krav til Forskningsinstitutionens medarbejdere

- 2.1 Forskningsinstitutionen er forpligtet til i hele Kontraktperioden, inklusive eventuelle forlængelser, frem til levering af Leverancerne at opretholde den til udførelsen af nærværende Projekt fornødne kapacitet og viden, herunder i form af kvalificerede medarbejdere. Såfremt Forskningsinstitutionen foretager ændringer, der er af betydning for udførelsen af Projektet, skal dette hurtigst muligt skriftligt meddeles Styrelsen.
- 2.2 Forskningsinstitutionen skal af hensyn til kontinuiteten og kvaliteten i arbejdet i videst muligt omfang undgå udskiftning af medarbejdere eller væsentlige ændringer i rollefordelingen mellem medarbejderne under udførelsen af Projektet.
- 2.3 Såfremt Forskningsinstitutionen undtagelsesvist er nødsaget til at udskifte medarbejdere eller ændre rollefordelingen, må dette ikke have indvirkning på Forskningsinstitutionens løsning af Projektet, og udskiftning af medarbejdere må ikke medføre yderligere omkostninger eller forsinkelse for Styrelsen. Udskiftning af kernepersonel, ansvarlige medarbejdere og kontaktperson, kan ikke ske uden Styrelsens forudgående indhentede skriftlige samtykke. Medfører udskiftning af medarbejdere eller ændret rollefordeling meromkostninger for gennemførelsen af Projektet, afholdes disse alene af Forskningsinstitutionen.
- 2.4 Hvis det på grund af medarbejderens opsigelse af stillingen, eller andre forhold relateret til medarbejderens personlige forhold, er nødvendigt for Forskningsinstitutionen at udskifte en medarbejder på Projektet, skal Forskningsinstitutionen tilbyde medarbejdere med mindst tilsvarende kvalifikationer og erfaring som den tidligere medarbejder til Projektet.
- 2.5 Forskningsinstitutionen skal efter Styrelsens anmodning udskifte en medarbejder, såfremt Styrelsens anmodning er sagligt begrundet. Sker udskiftningen med begrundelse i forhold, der tilskrives medarbejderen eller Forskningsinstitutionen, afholder Forskningsinstitutionen eventuelle meromkostninger.

#### Samarbejde

- 2.6 Det forudsættes, at samarbejdet mellem Forskningsinstitutionen og Styrelsen foregår fleksibelt og smidigt, lige som det forudsættes, at Forskningsinstitutionen indgår i en

## Almindelige Bestemmelser

kontinuerlig dialog om kvalitet og kvalitetsudvikling på Projektet således, at Projektet løses bedst muligt.

- 2.7 Såfremt der opstår problemer med Projektet af økonomisk, faglig eller tidsmæssig art, skal Forskningsinstitutionen hurtigst muligt efter problemets opståen informere Styrelsens Kontaktperson om dette og fremkomme med en skriftlig indstilling om løsning heraf, som Parterne skal tage stilling til i fællesskab.

### 3 ERSTATNINGSANSVAR / ANSVARSBEGRÆNSNING.

- 3.1 Parterne er erstatningspligtige efter dansk rets almindelige regler. Består Forskningsinstitutionen af et konsortium, hæfter den enkelte forskningsinstitution i konsortiet solidarisk over for Styrelsen. Forskningsinstitutionernes interne fordeling af eventuelt erstatningsansvar er Styrelsen uvedkommende.
- 3.2 Parterne kan dog ikke kræve erstatning for driftstab, avancetab, indirekte tab eller følgeskader. Dog præciseres det, at enhver begrænsning i Parternes erstatningsansvar bortfalder ved ansvarspådragende handlinger eller undladelser, der kan tilregnes Parten som groft uagtsomme eller forsætlige.
- 3.3 Hver Parts samlede erstatningsansvar kan maksimalt udgøre et beløb svarende til Vederlaget.
- 3.4 Ethvert ansvar i henhold til denne Kontrakt bortfalder 5 år efter denne Kontrakts ophør.

### 4 MISLIGHOLDELSE

- 4.1 Såfremt en Part misligholder sine forpligtelser i henhold til denne Kontrakt, er den anden Part berettiget til at kræve erstatning for ethvert tab som følge heraf, jf. dog Almindelige Bestemmelser pkt. 3.

### 5 FORSINKELSE

- 5.1 Overskrider Forskningsinstitutionen en Leveringsfrist for Leverancer, foreligger der forsinkelse.
- 5.2 Såfremt Forskningsinstitutionen må forudse, at der er risiko for forsinkelse, skal Styrelsens Kontaktperson uden unødigt ophold underrettes herom, om baggrunden herfor samt om den forventede tidsmæssige varighed af færdiggørelsen af Projektet.
- 5.3 Forskningsinstitutionen skal ved risiko for forsinkelse tilbyde at allokere yderligere ressourcer til Projektet for at undgå eller overvinde forsinkelsen, selv om dette måtte ligge ud over rammerne i Forskningsinstitutionens tilbud, jf. Bilag 2. Sådan opnormering sker for Forskningsinstitutionens egen regning, medmindre forsinkelsen klart skyldes Styrelsens forhold.
- 5.4 I tilfælde af forsinkelse skal Styrelsen inden rimelig tid efter den konstaterede forsinkelse skriftligt give Forskningsinstitutionen meddelelse herom.

### 6 MANGLER

- 6.1 Der foreligger en mangel ved Leverancerne, hvis disse ikke opfylder de krav, som fremgår af denne Kontrakt, eller såfremt Leverancerne i øvrigt ikke er, som Styrelsen med rette kunne forvente.



## Almindelige Bestemmelser

- 6.2 Såfremt der foreligger en mangel, er Forskningsinstitutionen forpligtet til at genudføre Projektet eller afhjælpe manglen om muligt inden for en af Styrelsen fastsat rimelig frist. Såfremt Forskningsinstitutionen ikke genudfører Projektet eller afhjælper manglen, er Styrelsen berettiget til at kræve erstatning.

På Styrelsens anmodning, skal Forskningsinstitutionen uden unødigt ophold aflevere det indtil da udførte arbejde på Projektet, som Styrelsen allerede har betalt for.

- 6.3 I tilfælde af mangler skal Styrelsen uden ugrundet ophold efter de konstaterede mangler skriftligt give Forskningsinstitutionen meddelelse herom.

## 7 OPHÆVELSE

- 7.1 Såfremt en Part i væsentlig grad eller gentagne gange har misligholdt sine forpligtelser i henhold til denne Kontrakt, og – hvis den pågældende misligholdelse kunne berigtiges – har undladt at berigtige forholdet inden for en frist på 10 Arbejdsdage efter modtagelsen af skriftligt krav herom fra den anden Part, kan den anden Part skriftligt ophæve denne Kontrakt.
- 7.2 Bedømmelse af misligholdelsens væsentlighed foretages på baggrund af Projektets beskaffenhed, misligholdelsens karakter, risiko for gentagelse og misligholdelsens betydning for Styrelsen eller Forskningsinstitution.
- 7.3 At en Part ophører med den virksomhed, som Kontrakten vedrører, eller der indtræder andre omstændigheder, der bringer Kontraktens rette opfyldelse i fare, anses dog altid for væsentlig misligholdelse, der berettiger den anden Part til ved skriftlig meddelelse til den misligholdende Part med øjeblikkelig virkning at ophæve Kontrakten.

## 8 UNDERLEVERANDØRER

- 8.1 Forskningsinstitutionen kan ikke uden Styrelsens forudgående skriftlige samtykke overlade Kontraktens opfyldelse eller dele heraf til Underleverandører, med mindre dette udtrykkeligt er angivet i denne Kontrakt.
- 8.2 Styrelsen skal orienteres, hvis Forskningsinstitutionen udskifter en Underleverandør, eller hvis der sker en ændring af rollefordeling imellem Forskningsinstitutionen og en Underleverandør.
- 8.3 Ved brug af en Underleverandør, hæfter Forskningsinstitutionen for Underleverandørens opfyldelse af kravene i denne Kontrakt på samme måde som for sine egne forhold.
- 8.4 Forskningsinstitutionen skal i videst muligt omfang undgå udskiftning af Underleverandører. Såfremt Forskningsinstitutionen undtagelsesvist er nødsaget til at udskifte en Underleverandør, må det ikke påføre Styrelsen omkostninger eller forsinkelser.
- 8.5 Underleverandøren kan ikke i medfør af denne Kontrakt rejse nogen former for krav over for Styrelsen, hverken betalingskrav eller erstatningskrav.

## 9 HABILITET

- 9.1 Forskningsinstitutionen indestår for, at ingen af de til Projektet allokerede medarbejdere er inhabile i forhold til at skulle udføre Projektet for Styrelsen. Er Forskningsinstitutionen et konsortium, gælder samme regler for konsortiedeltagerne.

## 10 MYNDIGHEDSKRAV M.V.

10.1 Forskningsinstitutionen er under denne Kontrakt forpligtet til at overholde den til enhver tid Gældende Lovgivning, internationale, europæiske og/eller nationale standarder og kutyper, samt eventuelle af Styrelsen vedtagne interne retningslinjer, som er vedlagt denne Kontrakt eller som udleveres i Kontraktperioden.

Forekommer der overtrædelse heraf, vil det være at betragte som misligholdelse fra Forskningsinstitutionens side.

## 11 FORSIKRING

11.1 Såfremt Forskningsinstitutionen er en offentlig institution, kræver Styrelsen ikke, at der tegnes særskilt forsikring, da offentlige myndigheder er selvforsikrede, jf. CIR nr. 9783 af 9. december 2005.

11.2 Såfremt Forskningsinstitutionen er en privat virksomhed, skal Forskningsinstitutionen i hele Kontraktperioden og et år efter endelig levering opretholde en ansvarsforsikring til dækning af krav, der står i rimeligt til forhold Kontraktens størrelse. Forskningsinstitutionen skal til opfyldelse af dette krav tegne en forsikring i anerkendt forsikringsselskab til dækning af enhver skade, som Forskningsinstitutionen måtte have ansvaret for, herunder produktansvar.

11.3 Styrelsen kan til enhver tid kræve, at Forskningsinstitutionen fremsender dokumentation for opfyldelse af forsikringskravet.

11.4 Styrelsen skal skriftligt anmelde erstatningskrav til Forskningsinstitutionen snarest muligt efter, at skaden er konstateret.

## 12 FORCE MAJEURE

12.1 Ingen Part skal i henhold til denne Kontrakt anses for ansvarlig over for den anden Part for så vidt ansvaret skyldes forhold, der ligger uden for Partens kontrol, og som Parten ikke ved denne Kontrakts underskrift burde have taget i betragtning og ej heller burde have undgået eller overvundet.

12.2 Force majeure kan højst gøres gældende med det antal Arbejdsdage, som force majeure situationen varer.

12.3 Såfremt en Leveringsfrist for Forskningsinstitutionen udskydes på grund af force majeure, udskydes de betalinger, der knytter sig hertil, tilsvarende.

12.4 Force majeure kan kun påberåbes, såfremt den pågældende Part har givet skriftlig meddelelse herom til den anden Part senest 10 Arbejdsdage efter, at force majeure er indtrådt.

12.5 Uanset hvad der i øvrigt fremgår af denne Kontrakt, kan Parterne skriftligt opsige denne Kontrakt uden varsel, såfremt hindringen eller forsinkelsen som følge af force majeure situationen vil vare eller varer længere end 6 måneder.

## 13 TAVSHEDSPLIGT

13.1 "Fortrolig Information" omfatter alle oplysninger (mundtlige såvel som skriftlige uanset form), som en Part modtager fra den anden Part, eller på vegne af denne, i forbindelse med denne Kontrakt, det være sig forretningsmæssige, økonomiske, tekniske eller andre

## Almindelige Bestemmelser

oplysninger, og som den afgivne Part har påført betegnelsen ”Fortrolig”. Fortrolig Information omfatter dog ikke oplysninger, som:

- er eller bliver offentlige kendte gennem retmæssige handlinger og ikke som følge af misligholdelse af dette pkt. 13,
- er kendte af den modtagende Part forinden modtagelsen fra, eller på vegne af den anden Part, forudsat at oplysningerne ikke allerede er underlagt et tidligere krav om fortrolighed,
- er modtaget fra tredjemand, som ikke er underlagt en tilsvarende forpligtelse om fortrolighed over for den anden Part, eller
- udvikles selvstændigt af den modtagende Part uden brug af Fortrolig Information.

13.2 Forskningsinstitutionen og deres medarbejdere, skal iagttage ubetinget tavshed med hensyn til Fortrolig Information. Overtrædelse heraf vil kunne straffes i henhold til Gældende Lovgivning. Tavshedspligten påhviler også Forskningsinstitutionen og dennes medarbejdere i efter Kontraktens ophør, samt efter erhvervets henholdsvis ansættelsens ophør.

13.3 Hvis der foreligger konkrete beskyttelseshensyn, skal disse oplyses.

13.4 Såfremt Styrelsen pålægges et erstatningsansvar som følge af, at Forskningsinstitutionen, dennes medarbejdere eller eventuel Underleverandører overtræder deres tavshedspligt, er Forskningsinstitutionen forpligtet til at holde Styrelsen skadesløs.

13.5 Forskningsinstitutionen må ikke uden Styrelsens forudgående skriftlige tilladelse bruge Styrelsen som reference.

## 14 OVERDRAGELSE

14.1 Parterne har ret til at overdrage sine rettigheder og forpligtelser efter denne Kontrakt til en anden offentlig institution eller en institution, der ejes af det offentlige eller i det væsentlige drives for offentlige midler i forbindelse med ressortomlægninger og/eller andre organisationsændringer i staten.

14.2 En Part kan ikke uden den anden Parts forudgående skriftlige samtykke overdrage sine rettigheder og forpligtelser ifølge denne Kontrakt helt eller delvist, som f.eks. men ikke begrænset til virksomhedsoverdragelser, i andre situationer end dem, der opfylder kravene i Almindelige Bestemmelser pkt. 14.1.

14.3 Er Forskningsinstitution et konsortium, gælder samme regler for konsortiedeltagerne.

## 15 LOVVALG/TVISTER/ VÆRNETING

15.1 Kontrakten er undergivet dansk ret, idet der dog skal ses bort fra de Forenede Nationers konvention om aftaler om internationale køb (CISG).

15.2 Såfremt der opstår en tvist mellem Parterne i forbindelse med nærværende Kontrakt, skal Parterne med en positiv, samarbejdende og ansvarlig holdning søge at indlede forhandlinger med henblik på at løse tvisten.

## Almindelige Bestemmelser

- 15.3 Hvis forhandlingerne i henhold til Almindelige Bestemmelser pkt. 15.2 ikke kan løse tvisten, eller forhandlingerne afsluttes, uden at tvisten er bilagt, skal tvisten søges bilagt ved mediation ved Voldgiftsinstituttet efter de af Voldgiftsinstituttet herom vedtagne regler, som er gældende ved indleveringen af anmodningen af mediation.
- 15.4 Hvis mediation afsluttes, uden at tvisten er bilagt, skal tvisten endeligt afgøres ved voldgift ved Det Danske Voldgiftsinstitut efter de af Voldgiftsinstituttet vedtagne regler herom, som er gældende ved voldgiftssagens anlæg.
- 15.5 Voldgiftsretten skal bestå af tre voldgiftsdommere. Hver Part udpeger én voldgiftsdommer, mens den tredje voldgiftsdommer, der skal være voldgiftsrettens formand, udpeges af Voldgiftsinstituttet. Har en Part ikke udpeget en voldgiftsdommer inden 30 kalenderdage fra indgivelsen eller modtagelsen af begæring om voldgift, udpeges den pågældende voldgiftsdommer af Voldgiftsinstituttet.
- 15.6 Stedet for både mediation og voldgift er aftalt til København, og i begge tilfælde er processproget dansk.
- 15.7 Tvister mellem konsortiemedlemmer og mellem Forskningsinstitution og eventuelle Underleverandører er denne Kontrakt uvedkommende.

## 16 ØVRIGE BESTEMMELSER

### 16.1 Fortolkning

Såfremt der i Kontraktperioden opstår tvivl om Projektets omfang, forudsætninger, formål eller gennemførelse, er såvel Forskningsinstitutionen som Styrelsen forpligtet til øjeblikkeligt skriftligt at orientere den anden Part herom.

I tilfælde af eventuel uoverensstemmelse skal følgende indbyrdes rangorden anvendes ved fortolkning:

- Projektspecifikke Bestemmelser.
- Almindelige Bestemmelser.
- Alle senere ændringer og tilføjelser til denne Kontrakt med Bilag.
- Bilag, eksklusive Bilag 1, Forskningsinstitutionens tilbud.
- Alle mødereferater ligeledes underskrevet eller på anden måde skriftligt godkendt af Parterne fra møder afholdt efter indgåelsen af denne Kontrakt.
- Forskningsinstitutionens tilbud, jf. Bilag 1.

### 16.2 Delvis ugyldighed

Såfremt en eller flere af Kontraktens bestemmelser måtte blive erklæret helt eller delvist ugyldige, har dette ingen indflydelse på gyldigheden af Kontrakten i øvrigt. Parterne og/eller voldgiftsretten skal i så fald bestræbe sig på hurtigst muligt at fastsætte en gyldig bestemmelse til erstatning af den helt eller delvist ugyldige bestemmelse med i det

## Almindelige Bestemmelser

væsentligste samme indhold og effekt, således at Parterne så vidt muligt stilles således, at intentionerne med Kontrakten og senere ændringer hertil opfyldes.

### 16.3 Ændringer og tilføjelser

Ændringer og tilføjelser til denne Kontrakt skal være skriftlige for at være gyldige.

### 16.4 Ingen tredjemandsrettigheder

Ud over Parterne kan ingen tredjemand støtte ret på denne Kontrakt.

### 16.5 Aftaleeksemplarer

Denne Kontrakt er udarbejdet i to eksemplarer, hvoraf hver Part modtager et eksemplar.

- 0 -

## UNDERSKRIFTER

På vegne af Forskningsinstitutionen:

På vegne af Styrelsen:

---

Niels Axel Nielsen

Koncerndirektør

---

Anne-Marie Vægter Rasmussen

Kontorchef

På vegne af Forskningsinstitutionen:

På vegne af Forskningsinstitutionen:

---

GEUS

---

DCE

### Bilag 3 - Udspecificeret budget for skifergas videnskabelig udredning

#### DTU

##### DTU Miljø

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Steffen Foss Hansen	309000	744	415,32
Charlotte Scheutz	62000	864	71,76
Poul Løgstrup Bjerg	155400	1140	136,32
Henrik Rasmus Andersen	26500	834	31,77
Peter Kjeldsen	26500	898	29,51

##### DTU Man Eng

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Igor Korzine	52.000	857	60,68

##### DTU Byg

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Ida Lykke Fabricius	13330	1008,88	13,21
Morten Kanne Sørensen	209500	623,18	336,18
Björn Johannesson	10000	875,2	11,43
Lotte Bjerregaard Jensen	8851	883,5	10,02
Maja Nikolajew	48000	623,18	77,02

##### DTU Transport

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Thomas Sick Nielsen	19.000	882	21,5

##### DCE

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Hans Sanderson	41590	978	42,5
Pia Frederiksen	39100	1077	36,3
Jes Rasmussen	45040	801	56,2
Martin Mørk	19220	961	20
Jakob Strand	19000	950	20
Jesper Fredshavn	16500	1043	15,8
Poul Nordemann	121785	1049	116,1
Anne Winding	22360	1118	20

##### GEUS

	Total DKK	Timesats (DKK)	Total timer
Jacob Kidmose	99786	979	101,93

Niels Schovsbo	74158	979	75,75
Anders R Johnsen	69905	979	71,41
Troels Laier	29630	979	30,27
Trine Dahl-Jensen	90708	979	92,65
Peter Gravesen	50088	1294	38,71
Flemming Larsen	21050	1294	16,27

**Fordeling i kr. pr. opgave**

1.1      1.2      2.1      2.2      **Kvalitetssikring 3.1**      3.2

51000      47500

47.500

1330

153000

2470

30100



30100

31200

41000

25250

63500

3.3	Kvalitetssikring 4.1	4.2	4.3	4.4	Kvalitetssikring 5.1
					9500
9000		53000			
		155400			
			26500		
			26500		
	7500				
41500		15000			
10000					
					5000
					48000
					19.000
			39120		
					37203
	13000	32040			
		19220			
		19000			
	16500				
		24660			12750
		22360			
	66500	31.328			

27672

47500

7500

9500

**Kvalitetssikring Overordnet projektkoordination Projektmøder Styregruppemøder Overordnet kva**

102500

21500

8000

69000

4500

4500

3851

1897

23225

13000

4050

14000

1958

23225

1958

2580

1958

1958

2588

14000

4050

litetssikring (QA)

I alt

309000

62000

155400

26500

26500

52000

13330

209500

10000

8851

48000

19000

41590

39100

45040

19220

19000

16500

121785

22360

99786

74158

69905

29630

90708

50088

21050

**Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst**

22. maj 2015

---

**1. Kort beskrivelse**

Projekttitle: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.  
Kontaktperson: Nina Holst/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

**2. Baggrund**

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. For at styrke



eksisterende viden og kompetencer på området skal der udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det pt. sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt, og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling og Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skiferlag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand og håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktion som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer.

Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det be-

lyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign. Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke samtlige aspekter men de aspekter, der pt. vurderes som værende mest relevante.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og forurening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af borer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og production af kulbringer (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014
- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Klima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013

- “Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada“, maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 boringer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af boringer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske boringer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

## 5. Tidsplan og ressourcer

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj		Juni					August					September				Oktober				November					
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																										
Kick-off møde																										
Kernegruppemøde 1																										
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																										
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																										
Kernegruppemøde 2																										
Styregruppemøde 1																										
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																										
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																										
Kernegruppemøde 4																										
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																										
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																										
Styregruppemøde 2																										
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 5																										
Styregruppemøde 3																										
Følgegruppemøde 3																										
Kernegruppemøde 6 + 7																										
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																										

Bemandingsplan: Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.

Projektbudget: 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt afrapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen)



- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Anders Fink (fuldmægtig, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

## **BILAG 1 – Skifergas videnskabelig udredning**

### **Formål**

1. At afklare den eksisterende viden.
2. At afklare mulige afværgeforanstaltninger for at reducere negative miljøpåvirkninger.
3. At afklare om det er muligt at overføre dette til danske forhold.
4. At afklare hvor der mangler viden.

Disse punkter forventes at blive løst for hvert emne.

### **Leverance**

Videnskabelig udredning baseret på studie af litteraturen.

## Oversigt over opgaveindhold

### Indhold

KAPITEL 1 Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger .....	3
1.1. Overordnet, kortere procesbeskrivelse af skifergasproduktion både i en efterforskningsfase og en indvindingsfase .....	3
1.2. Overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas .....	3
KAPITEL 2 Skifergas og regional geologisk karakterisering .....	4
2.1 Introduktion til skifergas .....	4
2.2. Regional geologisk karakterisering .....	4
KAPITEL 3 Boring og effekter af frakturering .....	4
3.1. Frakturering i skifer .....	4
3.2. Seismisk aktivitet .....	4
3.3. Brøndintegritet .....	5
KAPITEL 4 Påvirkninger på miljø og vandressourcer .....	5
4.1 Vandressourcer og vandforbrug .....	5
4.2 Kemikalier og forurening af vandressourcer .....	5
4.3 Spildevand og affald .....	6
4.4. Radioaktive stoffer .....	6
KAPITEL 5 Effekter på landskab og trafik .....	6
5.1. Landskab og trafik .....	6

## **KAPITEL 1 Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger**

Ansvarlig: Lektor Steffen Foss Pedersen DTU Miljø. Medansvarlig: Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE og seniorforsker Anders Johnsen, GEUS

Samlet fremstilling af de forskellige trin i skifergasindvinding fra efterforskning til produktion med det formål at understrege de kritiske aktiviteter, som kan føre til negative påvirkninger af miljøet. Herunder en beskrivelse af, hvad skifergas er, hvor den findes i Danmark, samt den geologiske karakterisering af den relevante danske skiferformation.

### **1.1. Overordnet, kortere procesbeskrivelse af skifergasproduktion både i en efterforskningsfase og en indvindingsfase**

- Hvad er skifergas i en dansk sammenhæng, og hvordan dannes den?
- Geologisk karakterisering af relevante danske skiferformationer
- Gennemgang af metoder til vurdering af størrelse og estimater af størrelse af skifergas ressourcer i danske områder
- Beskrivelse af brønde
- 
- Beskrivelse af fraktureringsprocessen i undergrunden
- Beskrivelse af de vigtigste mekanismer for transport af gas og væske i skiferens porerum ifm. skifergasproduktion
- Beskrivelse af fraktureringsvæsker og "proppants" (afstivningsmaterialer) og baggrunden for valget af disse
- Beskrivelse af vandbehov
- Beskrivelse af problematikkerne ved flowback-væske, produktionsvæske og andet affald og spildevand
- Beskrivelse af påvirkning af undergrunden
- Beskrivelse af hvad man kan kalde et lille, mellem og stor indvindingsplads samt hvad man kan kalde sporadiske, udbredt og meget udbredt udvindingsaktivitet set med Danske forhold og i lyset af internationale erfaringer
- Tidshorisonter for efterforskning og indvinding

### **1.2. Overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas**

Ansvarlig: Seniorforsker Igor Kozine, DTU Man Eng. og lektor Steffen F. Hansen, DTU Miljø

- Risikoscreening af:
  - Lækage af gas fra brønden eller gas udslip ved blowout
  - Lækage af væsker fra brønden
  - Spild af flowback-væske og boremudder
  - Spild under generel håndtering af væsker, kemikalier på borepladsen
  - Påvirkning af vandressourcen herunder drikkevand, overfladevand og grundvandsafhængig natur
  - Forurening af grundvand og overfladevand, herunder grundvandsforurening fra fraktureringen via uønsket videre frakturdannelse i undergrunden
  - Påvirkning af miljøkvalitet i overfladevand og påvirkning af beskyttet natur
  - Seismologisk aktivitet
  - Miljøpåvirkning af radioaktive stoffer
  - Emission af metan og andre klimagasser og luftforurening

- O.a.
- Overførsel af risikovurderinger fra andre lande til danske forhold?
- Hvilke afværgeforanstaltninger findes for de pågældende risikoområder og kan de overføres til danske forhold. Herunder forslag til monitorering før, under og efter skifergasproduktion og evt. forslag til yderligere forskning på disse områder.

## **KAPITEL 2 Skifergas og regional geologisk karakterisering**

Ansvarlig: Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS

### **2.1 Introduktion til skifergas**

- Hvad er skifergas (hvad består det af)? (GEUS)
- Hvad er skifergas i den danske sammenhæng? (GEUS)
- Hvordan dannes skifergas? (GEUS)

### **2.2. Regional geologisk karakterisering**

- Geologisk karakterisering af relevante danske skiferformationer, herunder udbredelse, stratigrafi, geokemi, thermal historie, prospektive områder med videre (GEUS)
- Gennemgang af metoder til vurdering af skifergas ressourcens størrelse og estimater heraf for danske områder (GEUS)

## **KAPITEL 3 Boring og effekter af frakturering**

Ansvarlig: Professor Ida L. Fabricius, DTU Byg

### **3.1. Frakturering i skifer**

- Beskrivelse af state-of-the-art fraktureringsprocessen for lerskifer (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
  - Beskrivelse af de vigtigste mekanismer for transport af gas og væske i skiferens porerum ifm. skifergasproduktion (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen i dialog med DTU Miljø, Steffen Foss Pedersen)
  - Overførsel af erfaringer fra frakturering i Nordsøen og resten af verden (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Geomekaniske egenskaber af den danske skifer (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Potentialet for at anvende forskellige typer af vand i fraktureringsvæsken (brakvand, saltvand, etc.) (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
- Udbredelse/forstørrelse af sprækker mod eksempelvis overfladen, til vandmagasiner, forkastninger, større naturlige sprækker eller til undergrund med større permeabilitet for gas og væske (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen i samarbejde med GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Beskrivelse af mulige afværgeforanstaltninger (GEUS, Trine Dahl-Jensen)

### **3.2. Seismisk aktivitet**

- Beskrivelse af seismologisk aktivitet i DK. Herunder en tabel over registrerede jordskælv i Danmark, deriblandt følte jordskælv (GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Induceret seismologisk aktivitet i forbindelse med frakturering og mulig injektion af spildevand til undergrunden (GEUS, Trine Dahl-Jensen)
- Beskrivelse af mulige afværgeforanstaltninger, herunder monitorering (GEUS, Trine Dahl-Jensen)

### 3.3. Brøndintegritet

- Erfaringer fra Nordsøen for brønde (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Sikker konstruktion af brønde for at undgå lækage af gas og væsker både under produktion og efter dekommissionering (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Eventuel påvirkning af brøndenes integritet ifm. seismologisk aktivitet (DTU Byg, Björn Johannesson)
- Beskrivelse af forebyggende foranstaltninger for brøndlækage og for overfladeinstallationer, herunder monitorering, særligt mhp. at forebygge og overvåge udslip af metan (DTU Byg, Björn Johannesson, dialog med DTU Miljø, Charlotte Scheutz)

## KAPITEL 4 Påvirkninger på miljø og vandressourcer

Ansvarlig: Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø

### 4.1 Vandressourcer og vandforbrug

- Kvantificering af vandforbrug til frakturering og gasproduktion sammenlignet med vandressourcen (GEUS, Jacob Kidmose)
- Effekt af vandindvinding på overfladevandsområder og grundvandsafhængig natur (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen og Jesper Fredshavn)
- Rumlig karakterisering af områder med særlige drikkevandsinteresser og potentielle skifergasområder for at identificere potentielle interessekonflikter (GEUS, forsker Jacob Kidmose)
- Fordele og ulemper ved anvendelse af andre typer vand så som genbrugt vand, brakvand eller havvand for at reducere vandforbruget (GEUS, forsker Jacob Kidmose)
- Forudgående og efterfølgende monitorering af grundvandsstand, vandføring mv. (GEUS, forsker Jacob Kidmose)

### 4.2 Kemikalier og forurening af vandressourcer

- Beskrivelse af stofgrupper i fraktureringsvæske (DCE, Hans Sanderson, i samarbejde med DTU Miljø, Poul L. Bjerg, Steffen F. Hansen)
- Beskrivelse af transporten af (metan)gas og væske undergrunden for at afdække risikoen for forurening
  - Beskrivelse af transporten i skiferlaget efter frakturering (DTU Byg, Morten Kanne Sørensen)
  - Beskrivelse af transporten i grundvandszonen (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
- Beskrivelse af forurenende stofgruppers skæbne i miljøet
  - Transport og skæbne af miljøfremmede stoffer (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
  - Transport og geokemiske processer for uorganiske stoffer (fra evt. tilført vand og uorganiske stoffer frigivet fra skiferformationen) (GEUS, Jakob B. Kidmose)
- Beskrivelse af miljøpåvirkningen af metan emission (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
  - Metan i dansk grundvand (GEUS, Troels Laier)
  - Metan fra skifergasproduktion i grundvand (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)
- Mulige påvirkninger af jord ved spild (DCE, Anne Winding)
- Mulige miljøpåvirkninger af gas og forurenende stoffer i grundvandsmagasiner (DTU Miljø, Poul L. Bjerg)
- Mulige påvirkninger af overfladevand, herunder udledte kemikalier, termisk påvirkning og hydraulisk effekt af udledning af procesvand (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen, Martin Mørk, Jakob Strand)
- Afværgemekanismer for at reducere metan emissioner fra brønden/installationer (DTU Miljø, Charlotte Scheutz)

- Beskrivelse af afværgeforanstaltninger for at undgå spild og negative påvirkninger af miljøet (DTU Miljø, Poul L. Bjerg, GEUS, Jakob B. Kidmose,, DCE, Poul Nordemann Jensen)
- Forudgående og efterfølgende monitoring af grund- og overfladevand (DCE, Poul Nordemann Jensen, Jes Rasmussen, GEUS, Jakob B. Kidmose, DTU Miljø, Poul L. Bjerg)

#### **4.3 Spildevand og affald**

- Beskrivelse af udfordringer ved og strategier for håndtering af og oprensning af spildevand fra skifergasproduktion (DTU Miljø, Henrik Andersen)
- Håndtering af deponering af boremudder og borespåner (DTU Miljø, Peter Kjeldsen)

#### **4.4. Radioaktive stoffer**

- Beskrivelse af radioaktive stoffer frigivet fra skiferformationen (GEUS, Peter Gravesen)
- *Best practice* for håndtering og deponering af radioaktive stoffer (GEUS, Peter Gravesen)
  - Borespåner
  - Opløst i spildevand
  - På gasform (radon)

### **KAPITEL 5 Effekter på landskab og trafik**

Ansvarlig: Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg

#### **5.1. Landskab og trafik**

Ansvarlig: Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg

- Beskrivelse af borepladsen, dens infrastruktur, og rumlige udbredelse fra anlæggelse til dekommissionering, og det potentielle antal af borepladser ved kommerciel produktion, samt efterfølgende retablering af borepladsens areal (DTU Byg, Lotte Bjerregaard Jensen, Maja Nikolajew)
- Beskrivelse af påvirkning på landskab, herunder borepladsens (-ernes) størrelse i forhold til landskabets struktur, arealanvendelse, kulturlandskab, og øvrige beskyttelsesforhold, herunder særlige hensyn til beskyttede naturtyper – akvatiske og terrestriske, samt mulige afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DCE, Pia Frederiksen)
- Beskrivelse af visuel påvirkning og mulige afværgemekanismer, for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Byg, Lotte Bjerregaard Jensen, Maja Nikolajew)
- Beskrivelse af trafik og påvirkningen deraf samt afværgemekanismer for at modvirke den negative (miljø)påvirkning (DTU Transport, Thomas Sick Nielsen)



**BILAG 2 - Budget for videnskabelig udredning om skifergas**

**Budget for videnskabelig udredning om skifergas baseret på BILAG 1**

Timebudget **1.700.000,00**

8,8%	148.950,00	Overordnet projektkoordination		148.950,00
3,3%	56.500,00	Projektmøder	100%	56.500,00
0,9%	16.100,00	Styregruppemøde	100%	16.100,00
5,7%	97.000,00	Overordnet kvalitetssikring (QA)	100%	97.000,00

DTU Miljø	DTU Byg	DTU Transport	DTU Man Eng	DTU i alt	GEUS	DCE
69%				69%	16%	16%
38%	8%		8%	54%	23%	23%
50%				50%	25%	25%
71%				71%	14%	14%

DTU Miljø	DTU Byg	DTU Transport	DTU Man Eng	DTU i alt	GEUS	DCE
102.500,00	-		-	102.500,00	23.225,00	23.225,00
21.500,00	4.500,00		4.500,00	30.500,00	13.000,00	13.000,00
8.000,00	-		-	8.000,00	4.050,00	4.050,00
69.000,00	-		-	69.000,00	14.000,00	14.000,00
-	-		-	-	-	-

**Kapitel 1 ande Beløb**

**Kapitel andel**

**Kapitel Andel Beløb**

1			
12,1%	206.200,00	Overordnet procesbeskrivelse af skifergasproduktion	1.1 111.200,00
		Overordnet beskrivelse af risici	1.2 95.000,00

46%	0%		0%	46%	27%	27%
50%	0%		50%	100%	0%	0%

51.000,00	-		-	51.000,00	30.100,00	30.100,00
47.500,00	-		47.500,00	95.000,00	-	-

**Kapitel 2-4 andel**

**76.000,00 2**

		Introduktion til skifergas	2.1 31.200,00
		Regional geologisk karakterisering	2.2 41.000,00
		Kvalitetssikring	3.800,00

					100%	
					100%	
	35%			35%		65%

-	-		-	-	-	-
-	-		-	-	31.200,00	-
-	-		-	-	41.000,00	-

3			
62,4%	1.060.300,00	Frakturering i skifer	3.1 178.250,00
		Seismisk aktivitet	3.2 63.500,00
		Brøndintegritet	3.3 60.500,00
		Kvalitetssikring	15.000,00

	86%			86%	14%	
					100%	
15%	85%			100%		
	50%			50%	50%	

-	1.330,00		-	1.330,00	-	2.470,00
-	-		-	-	-	-
-	153.000,00		-	153.000,00	25.250,00	-
-	-		-	-	63.500,00	-
9.000,00	51.500,00		-	60.500,00	-	-
-	7.500,00		-	7.500,00	7.500,00	-

4			
		Vandressourcer og vandforbrug	4.1 96.000,00
		Kemikalier og forurening af vandressourcer	4.2 438.800,00
		Spildevand og affald	4.3 53.000,00
		Radioaktive stoffer	4.4 47.500,00
		Kvalitetssikring	31.750,00

					69%	31%
47%	3%			51%	13%	36%
100%				100%		
					100%	
30%				30%	30%	40%

-	-		-	-	66.500,00	29.500,00
208.400,00	15.000,00		-	223.400,00	59.000,00	156.400,00
53.000,00	-		-	53.000,00	-	-
-	-		-	-	47.500,00	-
9.500,00	-		-	9.500,00	9.500,00	12.750,00

**Kapitel 5 andel**

5			
6,8%	114.950,00	Landskab og trafik	5.1 109.202,50
		Kvalitetssikring	5.747,50

	49%	18%		67%		33%
	67%					33%

-	-		-	-	-	-
-	53.000,00	19.000,00	-	72.000,00		37.202,50
-	3.850,83		-	3.850,83		1.896,68

Procent	Total
100,0%	1.700.000,00

579.400,00	289.680,83	19.000,00	52.000,00	940.080,83	435.325,00	324.594,18
------------	------------	-----------	-----------	------------	------------	------------

**1.700.000,00**

**Total andel til kvalitetssikring**

91.180,83	31.000,00	31.116,68
-----------	-----------	-----------

<b>Brevdato</b>	04-06-2015
<b>Afsender</b>	Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)
<b>Modtagere</b>	Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)
<b>Akttitel</b>	Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas
<b>Aktnummer</b>	31
<b>Identifikationsnummer</b>	1748834
<b>Versionsnummer</b>	1
<b>Sagsnummer</b>	2014 - 7578
<b>Ansvarlig</b>	Anders Fink
<b>Vedlagte dokumenter</b>	Aktdokument BILAG 1 - Tilbud_og_projektbeskrivelse
<b>Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)</b>	
<b>Udskrevet</b>	05-04-2016

---

**Til:** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)  
**Fra:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Titel:** Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 04-06-2015 11:09:42  
**Bilag:** BILAG 1 - Tilbud\_og\_projekbeskrivelse.doc;

Kære Stig Kjeldsen

Jeg har her i Miljøministeriets departement overtaget ansvaret for skifergasområdet efter Tone Madsen.

Vedhæftet er DTUs endelige tilbud og projektbeskrivelse, efter det har været forbi MIMs depchef. Afsnittet om afgrænsning af udredningen er, som Tone og du har talt om, forkortet ift. den tidligere version, og der er sket et par sproglige rettelser.

Det vil kun være tilbud og projektbeskrivelsen, der bliver lagt til vores minister til godkendelse efter valget, og som jeg har forstået, at I også lægger op til godkendelse parallelt hos KEBMIN.

Ud over projektbeskrivelsen er der også udarbejdet en kontrakt mellem NST og DTU/DCE/GEUS samt bilag om budget, timer og disposition for rapporten. Dette lægges ikke op til ministeren. Hvis du ønsker dette til orientering, så lad mig vide det.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Fuldmægtig  
Natur & plan  
Mobil: (+45) 9356 4055  
[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Børsgade 4  
DK - 1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
EAN: 5798000862005  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst**

22. maj 2015

---

**1. Kort beskrivelse**

Projekttitle: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.  
Kontaktperson: Nina Holst/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

**2. Baggrund**

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. For at styrke

eksisterende viden og kompetencer på området skal der udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det pt. sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt, og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling og Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skiferlag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand og håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktion som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer.

Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det be-

lyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign. Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke samtlige aspekter men de aspekter, der pt. vurderes som værende mest relevante.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og forurening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.



Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af borer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og production af kulbringer (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014
- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Klima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013

- “Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada“, maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 boringer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af boringer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske boringer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

## 5. Tidsplan og ressourcer

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj		Juni					August					September				Oktober				November					
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																										
Kick-off møde																										
Kernegruppemøde 1																										
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																										
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																										
Kernegruppemøde 2																										
Styregruppemøde 1																										
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																										
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																										
Kernegruppemøde 4																										
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																										
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																										
Styregruppemøde 2																										
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 5																										
Styregruppemøde 3																										
Følgegruppemøde 3																										
Kernegruppemøde 6 + 7																										
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																										

Bemandingsplan: Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.

Projektbudget: 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt afrapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen)

- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Anders Fink (fuldmægtig, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

**Brevdato** 12-06-2015  
**Afsender** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk) Sendt af Stig Kjeldsen: stkje@kebmin.dk  
**Modtagere** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** Re: Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Aktnummer** 88  
**Identifikationsnummer** 1758553  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** Re Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1748834)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)  
**Titel:** Re: Tilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 12-06-2015 18:21:08

Hej Anders.

Velkommen til!

Ser fint ud fra min stol. Skal vi sigte efter at ramme ny minister med endelig godkendelse af sagen ca tre-fire dage efter tiltrædelse?

T.o. Har vi lige fået forespørgsel fra TV2 nord på lidt blandet, herunder projektbeskrivelsen for studiet. Jeg har bedt vores pressechef henvise til jer på dette punkt (jf også tidligere koordinerede linje om at i, som lead på projektet, tager pressen).

God weekend.  
Stig

Sendt fra min iPhone

Den 04/06/2015 kl. 11.10 skrev Anders Fink <[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)>:

Kære Stig Kjeldsen

Jeg har her i Miljøministeriets departement overtaget ansvaret for skifergasområdet efter Tone Madsen.

Vedhæftet er DTUs endelige tilbud og projektbeskrivelse, efter det har været forbi MIMs depchef. Afsnittet om afgrænsning af udredningen er, som Tone og du har talt om, forkortet ift. den tidligere version, og der er sket et par sproglige rettelser.

Det vil kun være tilbud og projektbeskrivelsen, der bliver lagt til vores minister til godkendelse efter valget, og som jeg har forstået, at I også lægger op til godkendelse parallelt hos KEBMIN.

Ud over projektbeskrivelsen er der også udarbejdet en kontrakt mellem NST og DTU/DCE/GEUS samt bilag om budget, timer og disposition for rapporten. Dette lægges ikke op til ministeren. Hvis du ønsker dette til orientering, så lad mig vide det.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**  
Fuldmægtig  
Natur & plan  
Mobil: (+45) 9356 4055  
[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Børsgade 4  
DK - 1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
EAN: 5798000862005  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)



<BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse.doc>

<E MIM DEP DK.png>

**Brevdato** 17-06-2015  
**Afsender** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Modtagere** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk) Sendt af Stig Kjeldsen: stkje@kebmin.dk  
**Akttitel** Sv: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Aktnummer** 32  
**Identifikationsnummer** 1762792  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig** Anders Fink  
**Vedlagte dokumenter** Re Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1748834)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)  
**Fra:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Titel:** Sv: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 17-06-2015 13:31:00

Hej Stig

Tak for din mail. Beklager mit sene svar. Vi tog i denne søde valgtid mandag og tirsdag væk til kontorseminar i Lemvig.

Jeg synes, det lyder som en god ide med at sigte efter en godkendelse 3-4 dage efter tiltrædelse. Sagen ligger som en af de vigtigste for vores minister at se på efter tiltrædelse.

Tak i øvrigt for orienteringen om forespørgslen fra TV2 nord.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Natur & plan

Dir tlf.: (+45) 9356 4055

[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

---

**Til:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Stig Kjeldsen (stkje@kebmin.dk)  
**Titel:** Re: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 12-06-2015 18:21:08

Hej Anders.

Velkommen til!

Ser fint ud fra min stol. Skal vi sigte efter at ramme ny minister med endelig godkendelse af sagen ca tre-fire dage efter tiltrædelse?

T.o. Har vi lige fået forespørgsel fra TV2 nord på lidt blandet, herunder projektbeskrivelsen for studiet. Jeg har bedt vores pressechef henvise til jer på dette punkt (jf også tidligere koordinerede linje om at i, som lead på projektet, tager pressen).

God weekend.

Stig

Sendt fra min iPhone

Den 04/06/2015 kl. 11.10 skrev Anders Fink <[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)>:

Kære Stig Kjeldsen

Jeg har her i Miljøministeriets departement overtaget ansvaret for skifergasområdet efter Tone Madsen.

Vedhæftet er DTUs endelige tilbud og projektbeskrivelse, efter det har været forbi MIMs depchef. Afsnittet om afgrænsning af udredningen er, som Tone og du har talt om, forkortet ift. den tidligere version, og der er

sket et par sproglige rettelser.

Det vil kun være tilbud og projektbeskrivelsen, der bliver lagt til vores minister til godkendelse efter valget, og som jeg har forstået, at I også lægger op til godkendelse parallelt hos KEBMIN.

Ud over projektbeskrivelsen er der også udarbejdet en kontrakt mellem NST og DTU/DCE/GEUS samt bilag om budget, timer og disposition for rapporten. Dette lægges ikke op til ministeren. Hvis du ønsker dette til orientering, så lad mig vide det.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Fuldmægtig

Natur & plan

Mobil: (+45) 9356 4055

[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Børsgade 4

DK - 1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

EAN: 5798000862005

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

<BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse.doc>

<E MIM DEP DK.png>

**Brevdato** 19-06-2015

**Afsender** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk) Sendt af Stig Kjeldsen: stkje@kebmin.dk

**Modtagere** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)

**Akttitel** SV: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas

**Aktnummer** 89

**Identifikationsnummer** 1765913

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig**

**Vedlagte dokumenter** SV Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1762792)  
BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse (3) mtc

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)  
**Titel:** SV: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 19-06-2015 15:39:51  
**Bilag:** BILAG 1 - Tilbud og projektbeskrivelse (3) mtc.doc;

Hej Anders.

Her lige rettelse af et par enkelte slåfejl (s.6) og en enkelt formel præcisering (s.1).

Bh. Stig

---

**Fra:** Anders Fink [mailto:anfin@mim.dk]  
**Sendt:** 17. juni 2015 13:31  
**Til:** Stig Kjeldsen  
**Emne:** Sv: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr.: 1762792)

Hej Stig

Tak for din mail. Beklager mit sene svar. Vi tog i denne søde valgtid mandag og tirsdag væk til kontorseminar i Lemvig.

Jeg synes, det lyder som en god ide med at sigte efter en godkendelse 3-4 dage efter tiltrædelse. Sagen ligger som en af de vigtigste for vores minister at se på efter tiltrædelse.

Tak i øvrigt for orienteringen om forespørgslen fra TV2 nord.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**  
Natur & plan  
Dir tlf.: (+45) 9356 4055  
[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

---

**Til:** Anders Fink ([anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk))  
**Fra:** Stig Kjeldsen ([stkje@kebmin.dk](mailto:stkje@kebmin.dk))  
**Titel:** Re: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 12-06-2015 18:21:08

Hej Anders.

Velkommen til!

Ser fint ud fra min stol. Skal vi sigte efter at ramme ny minister med endelig godkendelse af sagen ca tre-fire dage efter tiltrædelse?

T.o. Har vi lige fået forespørgsel fra TV2 nord på lidt blandet, herunder projektbeskrivelsen for studiet. Jeg har bedt vores pressechef henvise til jer på dette punkt (jf også tidligere koordinerede linje om at i, som lead på projektet, tager pressen).

God weekend.  
Stig

Sendt fra min iPhone

Den 04/06/2015 kl. 11.10 skrev Anders Fink <[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)>:

Kære Stig Kjeldsen

Jeg har her i Miljøministeriets departement overtaget ansvaret for skifergasområdet efter Tone Madsen.

Vedhæftet er DTUs endelige tilbud og projektbeskrivelse, efter det har været forbi MIMs depchef. Afsnittet om afgrænsning af udredningen er, som Tone og du har talt om, forkortet ift. den tidligere version, og der er sket et par sproglige rettelser.

Det vil kun være tilbud og projektbeskrivelsen, der bliver lagt til vores minister til godkendelse efter valget, og som jeg har forstået, at I også lægger op til godkendelse parallelt hos KEBMIN.

Ud over projektbeskrivelsen er der også udarbejdet en kontrakt mellem NST og DTU/DCE/GEUS samt bilag om budget, timer og disposition for rapporten. Dette lægges ikke op til ministeren. Hvis du ønsker dette til orientering, så lad mig vide det.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Fuldmægtig

Natur & plan

Mobil: (+45) 9356 4055

[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4

DK - 1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

EAN: 5798000862005

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

<BILAG 1 - Tilbud og projektbeskrivelse.doc>

<E MIM DEP DK.png>

## Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

22. maj 2015

---

### 1. Kort beskrivelse

Projekttitle: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.  
Kontaktperson: Nina Holst/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

### 2. Baggrund

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas på land. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. For at styrke



eksisterende viden og kompetencer på området skal der udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det pt. sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt, og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling og Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget. Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skiferlag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand og håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktion som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer.

Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det be-

lyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign. Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke samtlige aspekter men de aspekter, der pt. vurderes som værende mest relevante.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og forurening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af boringer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og produktion af kulbrinter (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014
- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Klima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013

- “Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada“, maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 boringer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af boringer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske boringer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

## 5. Tidsplan og ressourcer

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj		Juni					August					September				Oktober				November					
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																										
Kick-off møde																										
Kernegruppemøde 1																										
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																										
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																										
Kernegruppemøde 2																										
Styregruppemøde 1																										
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																										
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																										
Kernegruppemøde 4																										
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																										
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																										
Styregruppemøde 2																										
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 5																										
Styregruppemøde 3																										
Følgegruppemøde 3																										
Kernegruppemøde 6 + 7																										
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																										

Bemandingsplan: Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.

Projektbudget: 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt afrapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen)



- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Anders Fink (fuldmægtig, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

**Brevdato** 22-06-2015  
**Afsender** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Modtagere** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Akttitel** Sv: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Aktnummer** 90  
**Identifikationsnummer** 1767426  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig** Anders Fink  
**Vedlagte dokumenter** RE Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1743306)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Fra:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Titel:** Sv: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 22-06-2015 13:18:06

Hej Mads

Tak for snakken.

Her er min kontaktinfo:

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Fuldmægtig  
Natur & plan  
Mobil: (+45) 9356 4055  
[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
DK - 1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
EAN: 5798000862005  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

---

**Til:** Tone Madsen (tomad@mim.dk)  
**Cc:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Titel:** RE: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 01-06-2015 08:36:26

Kære Tone

Tak for orienteringen.

Vi imødeser at høre fra jer efter valget. Anders, jeg slår lige på tråden for at knytte forbindelsen.

Tone, mange tak for samarbejdet og held og lykke i dit nye job.

Med venlig hilsen

**Mads H Odgaard**

Projektleder  
Afdeling for Innovation og Sektorudvikling

---

**Danmarks Tekniske Universitet**  
Anker Engelundsvej 1, bygning 101A  
Bygning 101a  
2800 Kgs. Lyngby  
Direkte telefon 45251248  
Mobil 26258052  
[maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk)  
[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)



**From:** Tone Madsen [mailto:tomad@mim.dk]  
**Sent:** 29. maj 2015 22:28  
**To:** Mads H Odgaard  
**Cc:** Anders Fink  
**Subject:** Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr.: 1743306)

Kære Mads

Hermed opfølgning på vores telefonsamtale tidligere i dag. Som følge af valgudskrivelse i onsdags har Statsministeriet udstukket retningslinjer for, hvad embedsmænd må/ikke må under valgkampen. Det er desværre i dag blevet klart for os, at det ikke er muligt for Miljøministeriet at underskrive kontrakt med jer på DTU, GEUS og DCE inden for disse retningslinjer. Vi må derfor afvente en ny minister. Så snart det er muligt, vil vi efter valgets afvikling vende tilbage til jer om undersøgelsen. Til den tid vil det være min kollega, Anders Fink, der kontakter dig, som du ved, overtager han efter mig, da jeg har fået nyt job pr. 1/7.

Beklager. Men god weekend. Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent  
Mobil: (+45) 4139 2419  
[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Børsgade 4  
1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 22-06-2015  
**Afsender** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Modtagere** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk) Sendt af Stig Kjeldsen: stkje@kebmin.dk  
**Akttitel** Sv: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Aktnummer** 33  
**Identifikationsnummer** 1767660  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig** Anders Fink  
**Vedlagte dokumenter** SV Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1762792)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)  
**Fra:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Titel:** Sv: Tiltbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 22-06-2015 14:28:34

Hej Stig

Tak for dine rettelser.

vh

Anders

---

**Til:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Stig Kjeldsen (stkje@kebmin.dk)  
**Titel:** SV: Tiltbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 19-06-2015 15:39:51

Hej Anders.

Her lige rettelse af et par enkelte slåfejl (s.6) og en enkelt formel præcisering (s.1).

Bh. Stig

---

**Fra:** Anders Fink [mailto:anfin@mim.dk]  
**Sendt:** 17. juni 2015 13:31  
**Til:** Stig Kjeldsen  
**Emne:** Sv: Tiltbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr.: 1762792)

Hej Stig

Tak for din mail. Beklager mit sene svar. Vi tog i denne søde valgtid mandag og tirsdag væk til kontorseminar i Lemvig.

Jeg synes, det lyder som en god ide med at sigte efter en godkendelse 3-4 dage efter tiltrædelse. Sagen ligger som en af de vigtigste for vores minister at se på efter tiltrædelse.

Tak i øvrigt for orienteringen om forespørgslen fra TV2 nord.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Natur & plan

Dir tlf.: (+45) 9356 4055

[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

---

**Til:** Anders Fink ([anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk))  
**Fra:** Stig Kjeldsen ([stkje@kebmin.dk](mailto:stkje@kebmin.dk))  
**Titel:** Re: Tiltbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 12-06-2015 18:21:08

Hej Anders.

Velkommen til!

Ser fint ud fra min stol. Skal vi sigte efter at ramme ny minister med endelig godkendelse af sagen ca tre-fire dage efter tiltrædelse?

T.o. Har vi lige fået forespørgsel fra TV2 nord på lidt blandet, herunder projektbeskrivelsen for studiet. Jeg har bedt vores pressechef henvise til jer på dette punkt (jf også tidligere koordinerede linje om at i, som lead på projektet, tager pressen).

God weekend.  
Stig

Sendt fra min iPhone

Den 04/06/2015 kl. 11.10 skrev Anders Fink <[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)>:

Kære Stig Kjeldsen

Jeg har her i Miljøministeriets departement overtaget ansvaret for skifergasområdet efter Tone Madsen.

Vedhæftet er DTUs endelige tilbud og projektbeskrivelse, efter det har været forbi MIMs depchef. Afsnittet om afgrænsning af udredningen er, som Tone og du har talt om, forkortet ift. den tidligere version, og der er sket et par sproglige rettelser.

Det vil kun være tilbud og projektbeskrivelsen, der bliver lagt til vores minister til godkendelse efter valget, og som jeg har forstået, at I også lægger op til godkendelse parallelt hos KEBMIN.

Ud over projektbeskrivelsen er der også udarbejdet en kontrakt mellem NST og DTU/DCE/GEUS samt bilag om budget, timer og disposition for rapporten. Dette lægges ikke op til ministeren. Hvis du ønsker dette til orientering, så lad mig vide det.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Fuldmægtig

Natur & plan

Mobil: (+45) 9356 4055

[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4

DK - 1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

EAN: 5798000862005

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

<BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse.doc>

<E MIM DEP DK.png>



**Brevdato** 23-06-2015  
**Afsender** Mads H Odgaard (maod@dtu.dk)  
**Modtagere** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** RE: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Aktnummer** 91  
**Identifikationsnummer** 1768180  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** RE Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr. 1767426)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Anders Fink ([anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk))  
**Fra:** Mads H Odgaard ([maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk))  
**Titel:** RE: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 23-06-2015 09:03:43

Hej Anders

Fint. Mange tak.

Se mail om kontrakt lige om lidt.

Mvh.

Mads

---

**From:** Anders Fink [<mailto:anfin@mim.dk>]  
**Sent:** 22. juni 2015 13:18  
**To:** Mads H Odgaard  
**Subject:** Sv: Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr.: 1767426)

Hej Mads

Tak for snakken.

Her er min kontaktinfo:

Med venlig hilsen

**Anders Fink**  
Fuldmægtig  
Natur & plan  
Mobil: (+45) 9356 4055  
[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4  
DK - 1215 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 60 00  
EAN: 5798000862005  
[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

---

**Til:** Tone Madsen ([tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk))  
**Cc:** Anders Fink ([anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk))  
**Fra:** Mads H Odgaard ([maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk))  
**Titel:** RE: Vedr. skifergasundersøgelsen  
**Sendt:** 01-06-2015 08:36:26

Kære Tone

Tak for orienteringen.

Vi imødeser at høre fra jer efter valget. Anders, jeg slår lige på tråden for at knytte forbindelsen.

Tone, mange tak for samarbejdet og held og lykke i dit nye job.

Med venlig hilsen

**Mads H Odgaard**

Projektleder

Afdeling for Innovation og Sektorudvikling

---

**Danmarks Tekniske Universitet**

Anker Engelundsvej 1, bygning 101A

Bygning 101a

2800 Kgs. Lyngby

Direkte telefon 45251248

Mobil 26258052

[maod@dtu.dk](mailto:maod@dtu.dk)

[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)



---

**From:** Tone Madsen [<mailto:tomad@mim.dk>]

**Sent:** 29. maj 2015 22:28

**To:** Mads H Odgaard

**Cc:** Anders Fink

**Subject:** Vedr. skifergasundersøgelsen (MIM Id nr.: 1743306)

Kære Mads

Hermed opfølgning på vores telefonsamtale tidligere i dag. Som følge af valgudskrivelse i onsdags har Statsministeriet udstukket retningslinjer for, hvad embedsmænd må/ikke må under valgkampen. Det er desværre i dag blevet klart for os, at det ikke er muligt for Miljøministeriet at underskrive kontrakt med jer på DTU, GEUS og DCE inden for disse retningslinjer. Vi må derfor afvente en ny minister. Så snart det er muligt, vil vi efter valgets afvikling vende tilbage til jer om undersøgelsen. Til den tid vil det være min kollega, Anders Fink, der kontakter dig, som du ved, overtager han efter mig, da jeg har fået nyt job pr. 1/7.

Beklager. Men god weekend. Mvh Tone

**Tone Madsen**

Chefkonsulent

Mobil: (+45) 4139 2419

[tomad@mim.dk](mailto:tomad@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

Børsgade 4

1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

**Brevdato** 01-07-2015  
**Afsender** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk) Sendt af Stig Kjeldsen: stkje@kebmin.dk  
**Modtagere** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Akttitel** OK til projektbeskrivelse om skifergas  
**Aktnummer** 92  
**Identifikationsnummer** 1778247  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig**  
**Vedlagte dokumenter** OK til projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr. 1767660)  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016

---

**Til:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Fra:** Kjeldsen, Stig (stkje@kebmin.dk)  
**Titel:** OK til projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 01-07-2015 09:33:12

Kære Anders.

Vores minister har godkendt sagen / projektbeskrivelse, så ok herfra til at I går videre med det kontraktlige.

Hvis I opdaterer jeres eget ministerienavn i dokumentet, skal vi selvfølgelig også bede om at vores opdateres til Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet.

Bh. Stig

*Specialkonsulent / Special Advisor*

Stormgade 2-6 / DK-1470 København K / Denmark  
Direkte +45 4083 5634  
[kirto@kebmin.dk](mailto:kirto@kebmin.dk) / [www.kebmin.dk](http://www.kebmin.dk)



---

**Fra:** Anders Fink [mailto:anfin@mim.dk]  
**Sendt:** 22. juni 2015 14:29  
**Til:** Stig Kjeldsen  
**Emne:** Sv: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr.: 1767660)

Hej Stig

Tak for dine rettelser.

vh

Anders

---

**Til:** Anders Fink ([anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk))  
**Fra:** Stig Kjeldsen ([stkje@kebmin.dk](mailto:stkje@kebmin.dk))  
**Titel:** SV: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas  
**Sendt:** 19-06-2015 15:39:51

Hej Anders.

Her lige rettelse af et par enkelte slåfejl (s.6) og en enkelt formel præcisering (s.1).

Bh. Stig

---

**Fra:** Anders Fink [mailto:anfin@mim.dk]  
**Sendt:** 17. juni 2015 13:31

**Til:** Stig Kjeldsen

**Emne:** Sv: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas (MIM Id nr.: 1762792)

Hej Stig

Tak for din mail. Beklager mit sene svar. Vi tog i denne søde valgtid mandag og tirsdag væk til kontorseminar i Lemvig.

Jeg synes, det lyder som en god ide med at sigte efter en godkendelse 3-4 dage efter tiltrædelse. Sagen ligger som en af de vigtigste for vores minister at se på efter tiltrædelse.

Tak i øvrigt for orienteringen om forespørgslen fra TV2 nord.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Natur & plan

Dir tlf.: (+45) 9356 4055

[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Miljøministeriet  
Departementet

---

**Til:** Anders Fink ([anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk))

**Fra:** Stig Kjeldsen ([stkje@kebmin.dk](mailto:stkje@kebmin.dk))

**Titel:** Re: Ttilbud og projektbeskrivelse om skifergas

**Sendt:** 12-06-2015 18:21:08

Hej Anders.

Velkommen til!

Ser fint ud fra min stol. Skal vi sigte efter at ramme ny minister med endelig godkendelse af sagen ca tre-fire dage efter tiltrædelse?

T.o. Har vi lige fået forespørgsel fra TV2 nord på lidt blandet, herunder projektbeskrivelsen for studiet. Jeg har bedt vores pressechef henvise til jer på dette punkt (jf også tidligere koordinerede linje om at i, som lead på projektet, tager pressen).

God weekend.

Stig

Sendt fra min iPhone

Den 04/06/2015 kl. 11.10 skrev Anders Fink <[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)>:

Kære Stig Kjeldsen

Jeg har her i Miljøministeriets departement overtaget ansvaret for skifergasområdet efter Tone Madsen.

Vedhæftet er DTUs endelige tilbud og projektbeskrivelse, efter det har været forbi MIMs depchef. Afsnittet om afgrænsning af udredningen er, som Tone og du har talt om, forkortet ift. den tidligere version, og der er sket et par sproglige rettelser.

Det vil kun være tilbud og projektbeskrivelsen, der bliver lagt til vores minister til godkendelse efter valget, og som jeg har forstået, at I også lægger op til godkendelse parallelt hos KEBMIN.

Ud over projektbeskrivelsen er der også udarbejdet en kontrakt mellem NST og DTU/DCE/GEUS samt bilag om budget, timer og disposition for rapporten. Dette lægges ikke op til ministeren. Hvis du ønsker dette til orientering, så lad mig vide det.

Vi tales ved.

Med venlig hilsen

**Anders Fink**

Fuldmægtig

Natur & plan

Mobil: (+45) 9356 4055

[anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)



Børsgade 4

DK - 1215 København K

Tlf.: (+45) 72 54 60 00

EAN: 5798000862005

[www.mim.dk](http://www.mim.dk)

<BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse.doc>

<E MIM DEP DK.png>

**Brevdato** 10-07-2015  
**Afsender** Anders Fink (Sagsbehandler, Natur og klimatilpasning)  
**Modtagere** maod@dtu.dk (maod@dtu.dk)  
**Akttitel** Godkendelse af tilbud og projektbeskrivelse om skifergas!  
**Aktnummer** 35  
**Identifikationsnummer** 1788934  
**Versionsnummer** 1  
**Sagsnummer** 2014 - 7578  
**Ansvarlig** Anders Fink  
**Vedlagte dokumenter** Aktdokument  
BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse  
**Dokumenter uden PDF-version (ikke  
vedlagt)**  
**Udskrevet** 05-04-2016



**Til:** maod@dtu.dk (maod@dtu.dk)  
**Cc:** nihho@nst.dk (nihho@nst.dk)  
**Fra:** Anders Fink (anfin@mim.dk)  
**Titel:** Godkendelse af tilbud og projektbeskrivelse om skifergas!  
**Sendt:** 10-07-2015 15:27:58  
**Bilag:** BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse.doc;

Kære Mads

Ministeren har her til eftermiddag godkendt tilbuddet og projektbeskrivelsen, og vi er dermed klar til at gå videre, så kontrakten kan underskrives.

Vi skal dog hurtigst muligt inden have udarbejdet en opdateret tidsplanen, da valget jo har forsinket os en smule.

Jeg har prøvet at ringe på begge dine numre her til eftermiddag uden held.

Men ring/skriv gerne til mig snarest muligt, så vi kan komme videre.

vh

**Anders Fink**

Fuldmægtig I Natur & Plan  
+45 93 56 40 55 | [anfin@mim.dk](mailto:anfin@mim.dk)

**Miljø- og Fødevareministeriet**

Departementet I Børsgade 4 I 1215 København K I Tlf. +45 72 54 60 00 I [mim@mim.dk](mailto:mim@mim.dk) I [www.mfvm.dk](http://www.mfvm.dk)

## Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

22. maj 2015

---

### 1. Kort beskrivelse

Projekttitle: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.  
Kontaktperson: Nina Holst/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

### 2. Baggrund

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas på land. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. For at styrke

eksisterende viden og kompetencer på området skal der udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det pt. sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt, og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling og Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skiferlag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand og håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktion som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer.

Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det be-

lyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign. Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke samtlige aspekter men de aspekter, der pt. vurderes som værende mest relevante.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og forurening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af borer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og produktion af kulbrinter (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014
- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Klima, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013

- “Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada“, maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 boringer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af boringer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske boringer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

## 5. Tidsplan og ressourcer

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj		Juni					August					September				Oktober				November				
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																									
Kick-off møde																									
Kernegruppemøde 1																									
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																									
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																									
Kernegruppemøde 2																									
Styregruppemøde 1																									
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																									
Følgegruppemøde 1																									
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																									
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																									
Kernegruppemøde 4																									
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																									
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																									
Styregruppemøde 2																									
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																									
Følgegruppemøde 1																									
Kernegruppemøde 5																									
Styregruppemøde 3																									
Følgegruppemøde 3																									
Kernegruppemøde 6 + 7																									
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																									

Bemandingsplan: Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.



Projektbudget: 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt afrapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.

## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen)

- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Anders Fink (fuldmægtig, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.

**Brevdato** 10-07-2015

**Afsender** Miljøministeriet (mim@mim.dk)

**Modtagere** retursager-nst@nst.dk (retursager-nst@nst.dk)

**Akttitel** Retursag - Aftale med DTU, DCE og GEUS om udarbejdelse af udredning om skifergas

**Aktnummer** 36

**Identifikationsnummer** 1788997

**Versionsnummer** 1

**Sagsnummer** 2014 - 7578

**Ansvarlig** Marianne Mølsted Hansen

**Vedlagte dokumenter** Aktdokument  
Indgåelse af aftale med DTU om skifergasundersøgelse

**Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)**

**Udskrevet** 05-04-2016

**Til:** retursager-nst@nst.dk (retursager-nst@nst.dk)

**Fra:** Miljøministeriet (mim@mim.dk)

**Titel:** Retursag - Aftale med DTU, DCE og GEUS om udarbejdelse af udredning om skifergas

**Sendt:** 10-07-2015 15:40:58

**Bilag:** Indgåelse af aftale med DTU om skifergasundersøgelse.pdf;



Miljøministeriet

Natur & plan  
J.nr. 2014 - 7578  
Ref. Anders Fink  
10-07-2015

## Indgåelse af aftale med DTU om skifergasundersøgelse

---

<b>Opgave:</b>	til beslutning	
<b>Frist:</b>	06-07-2015	
<b>Godkendes af:</b>	<b>Godkendt dato:</b>	<b>Bemærkninger:</b>
Anders Fink	30-06-2015	
Pia Holm Nielsen	30-06-2015 15:25:05	
Henrik Studsgaard	30-06-2015 21:33:24	Vil gerne forelægge denne sag for ministeren. H
Eva Kjer Hansen	10-07-2015 13:21:32	Godk af EKH

---

### Bemærkninger:

### Vedlagte dokumenter

Forelæggelsesside  
Forklæde - Aftale med DTU om skifergasundersøgelse  
BILAG 1 - Tilbud og projekbeskrivelse (3) mtc

### Dokumenter uden PDF-version (ikke vedlagt)



<b>Til ministeren</b>	Natur & plan
RØD	J.nr.
<b>Frist: 6. juli</b>	Ref. anfin
	Den 30. juni 2015

Godkendt af

DEP J.nr.	Styrelse omr. chef	Styrelse Direktion
2014-7578		

Ministeren

## Aftale med DTU, DCE og GEUS om udarbejdelse af udredning om skifergas

### Indstilling

Til ministerens godkendelse vedlægges projektbeskrivelsen for DTUs videnskabelige udredning om skifergas.

### Problem

Den tidligere regering (SR) vedtog i 2014 at få udarbejdet en videnskabelig udredning af international viden om miljørisici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas relateret til en dansk kontekst. Ministeren skal godkende projektbeskrivelsen, for at Naturstyrelsen kan indgå aftale med Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet (DCE) og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS).

### Status

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den eksisterende viden omhandler skifergasindvinding i andre lande og kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle.

Virksomheden Total begyndte i maj 2015 med at prøvebore efter skifergas i Nordjylland. Hvis resultaterne viser skifergas, kan Total anmelde videre efterforskning efter skifergas, hvilket i så fald vil skulle ske ved frakturering (*fracking*) af undergrunden. Naturstyrelsen er myndighed for godkendelse af Vurdering af Virkning på Miljøet (VVM) for en eventuelt kommende fase med frakturering. Da Naturstyrelsen ikke har den fornødne viden til at træffe afgørelse om en eventuel miljøgodkendelse til frakturering til undergrunden, initierede den tidligere regering igangsættelsen af en uvildig videnskabelig udredning ledt af DTU med inddragelse af ekspertise fra GEUS og DCE. Projektbeskrivelsen blev lige før valgets udskrivelse godkendt af både Miljøministeriets og Klimaministeriets departementschefer. Den endelige udredning forventes overdraget til Naturstyrelsen primo december 2015. Projektbeskrivelsen forelægges parallelt den nye energi-, forsynings- og klimaminister til godkendelse.

Udredningen er nødvendig, for at Naturstyrelsen kan træffe afgørelse om eventuel miljøgodkendelse til frakturering af undergrunden på et fyldestgørende og fagligt grundlag.

### Løsning – Strategi og proces

Ministeren godkender projektbeskrivelsen, således at der kan indgås kontrakt med DTU, DCE og GEUS.

### Økonomi

Det samlede budget for undersøgelse er på 1,8 mio. kr., hvoraf Energi-, forsynings- og klimaministeriet bidrager med 0,7 mio. kr. og Miljø- og Fødevarerministeriet med 1,1 mio. kr.

### Pressestrategi

NST håndterer eventuelle henvendelser fra pressen.



**Projektbeskrivelse for videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst**

22. maj 2015

---

**1. Kort beskrivelse**

Projekttitle: Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst

Resumé: Der skal udarbejdes en uvildig videnskabelig udredning, hvori specifikke forhold i Danmark, herunder særligt den danske geologi, sættes i relation til eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas på land. Det primære fokus er at belyse mulige miljøpåvirkninger i en dansk kontekst samt afdække i hvilket omfang, eksisterende viden om imødegåelse af mulige negative miljøpåvirkninger kan overføres til danske forhold.

Rekvirent: Naturstyrelsen, Miljøministeriet.

Kontaktperson: Nina Holst/Naturstyrelsen.

Deltagende institutioner: DTU er *lead* på opgaven, men det forudsættes at DTU inddrager den størst tilgængelige ekspertise på områder, herunder særligt GEUS på alle områder og niveauer og herudover også DCE. Det forudsættes, at der skal inddrages både geologisk, hydrogeologisk, anlægsteknisk samt driftsteknisk viden samt viden om miljøvurderinger.

Periode: Maj – 1. december 2015

**2. Baggrund**

Miljøministeriet ved Naturstyrelsen er i henhold til VVM-bekendtgørelsen, VVM-myndighed for anlæg med direkte henblik på frakturering i forbindelse med efterforskning og indvinding af skifergas på land. Der kan muligvis komme en VVM-anmeldelse af efterforskning af skifergas med frakturering i Frederikshavns Kommune fra det franske energiselskab Total, hvis den igangværende prøveboring viser gas i skiferlagene.

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark. Den viden, der foreligger på området, omhandler skifergasindvinding i andre lande, og denne viden kan ikke umiddelbart anvendes på danske forhold som følge af bl.a. geologiske forskelle. Da der samtidig er miljømæssige risici forbundet med skifergasindvinding, er der behov for at sikre, at en evt. indvinding tilpasses de geologiske forhold i Danmark, så miljøpåvirkningerne mindskes mest muligt. For at styrke

eksisterende viden og kompetencer på området skal der udarbejdes en udredning, der beskriver danske forhold i forbindelse med skifergasindvinding.

Udredningen er til brug for myndighedsarbejdet med eventuel skifergasefterforskning og -indvinding med brug af frakturering, miljøkonsekvenserne herved og mulige afværgeforanstaltninger. Den viden DTU, GEUS og DCE opbygger på området, skal også efter udredningens afslutning stilles til rådighed for Miljøministeriet i forbindelse med konkrete henvendelser fra ministeriet.

### 3. Opgavebeskrivelse

#### Overordnet formål

Der skal udarbejdes en videnskabelig udredning, hvori eksisterende viden om efterforskning og indvinding af skifergas sættes i relation til specifikke forhold i Danmark, herunder særligt de danske områder, hvor det er relevant i forhold til efterforskning efter og indvinding af skifergas. Konkret vil det pt. sige Nordjylland og Nordsjælland.

Udredningens primære fokus er at belyse de mulige miljømæssige problemstillinger fra efterforskning og indvinding af skifergas i Danmark. Herunder mulige påvirkninger af jord, grundvand (drikkevand) og overfladevand, udledning til luften, spildevand, affald (herunder naturligt forekommende uorganiske-, organiske- og radioaktive stoffer) og jordskælv. Ligesom udredningen skal komme med bud på afværgeforanstaltninger til at imødegå eventuelle negative miljøpåvirkninger.

I udredningen redegøres for den eksisterende internationale viden om, hvordan eventuelle negative miljøpåvirkninger kan imødegås, herunder hvilke *best practice*-løsninger der findes indenfor olie- og gasindustrien og evt. sammenlignelige processer inden for andre brancher i forbindelse med udførelse af skifergasrelaterede aktiviteter. Denne viden skal omskrives til anvendelse under danske forhold. Der tages udgangspunkt i EU's henstillinger om skifergas, samt i IEA's *golden rules* samt i EU's BREF-dokumenter (om bedste tilgængelige teknik for forskellige sektorer og processer).

Udredningen bidrager til at kvalificere statens vidensgrundlag generelt, og mere specifikt er udredningen et fagligt bidrag til Miljøministeriets eventuelt kommende VVM-sagsbehandling og Klima-, Energi- og Bygningsministeriets kommende evaluering til Folketinget.

Miljøministeriet skal efter udredningens afslutning kunne trække på DTU, GEUS og DCEs faglige, forskningsbaserede viden.

#### Fagligt omfang

Der er endnu ikke erfaringer med efterforskning og indvinding af skifergas på land i Danmark, men der er erfaring med frakturering offshore, dog ikke i skiferlag. Disse erfaringer inddrages i udarbejdelsen af den videnskabelige udredning.

Udredningen belyser en række miljøforhold, herunder mulige miljømæssige konsekvenser, der bl.a. er identificeret på baggrund af EU-Kommissionens rapport fra august 2012 "*Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe*" og Det tyske Miljøråd (SRU), som i maj 2013 udgav "*Fracking for Shale Gas Production*".

Erfaringerne fra andre lande har vist, at indvinding – og i mindre grad efterforskning – efter skifergas ved anvendelse af frakturering, rejser spørgsmål i relation til beskyttelse og anvendelse af grundvand og håndtering af affald fra borerne.

De miljømæssige konsekvenser vil på grund af det relativt beskedne omfang af borer/brønde formentlig være mindre i efterforskningsfasen end i en indvindingsfase, og derfor vil de særlige miljømæssige spørgsmål knyttet til frakturering især blive aktualiseret i sidstnævnte fase.

Nedenfor er beskrevet en række mulige påvirkninger, som udredningen som minimum skal belyse nærmere i en dansk kontekst, herunder risici for, at de indtræffer, samt metoder til kontrol af, om påvirkningerne vil finde sted i Danmark samt forslag til forholdsregler for at undgå/minimere negative miljøpåvirkninger kendt fra andre lande.

#### *Frakturering – kemikalier og forurening af jord, grundvand, søer og vandløb og hav*

For at kunne efterforske muligheden for produktion af naturgas fra skiferlag, og senere at kunne indvinde gas fra skiferlag, anvendes frakturering, som er opsprækning af skiferlagene med vand tilsat kemikalier og små keramiske kugler eller sand. Herved frigøres gassen. I Danmark ligger de relevante skiferlag generelt set 2-3 km eller mere under grundvandsmagasinerne.

Frakturering nødvendiggør brug af vand i større mængder. Det kan påvirke grundvands-/drikkevandsmagasiner, såfremt der anvendes/indvindes denne type vand til frakturering. Ved etablering af produktionsanlæg med mange borer kan det vise sig at udgøre en væsentlig miljøpåvirkning. Endvidere kan overfladevandområder samt grundvandsafhængige terrestriske naturtyper blive påvirket af en vandindvinding.

Der kan muligvis anvendes brakvand eller havvand (som i Nordsøen) til frakturering, ligesom genbrug af vand er en mulighed. I stigende omfang gennemføres der genbrug af vand ved skifergasprojekter i USA og Canada. Både ved brug af brakvand, ferskvand eller havvand vil der kunne opstå risiko for forurening af søer og vandløb, samt kystområder bl.a. på grund af saltindholdet i det anvendte vand.

Risici, fordele og ulemper samt *best practice* belyses derfor for såvel grundvand som havvand og for så vel prøveproduktion som egentlig kommerciel skifergasproduktion og sættes i relation til de danske forhold.

Procesvandet tilsættes kemikalier, og det kan give udfordringer i forhold til håndtering af frackingvæske, back flow, boremudder og borespåner. Der har været stort fokus på de kemikalier, som indgår i frackingvæsken, men det er ikke kun de tilsatte kemikalier, der kan give forureningsproblemer. Frackingvæsken vil også kunne opløse problematiske stoffer fra formationen, således at back flow kan indeholde både organisk og uorganisk forurening. Der kan derfor være risiko for forurening på borepladsen og i værste fald nedsivning til grundvandet eller udløb i nærliggende vandløb og søer. Risikoen for en eventuel grundvandsforurening, samt påvirkning af grundvandsressourcen ved frakturering, belyses derfor nærmere sammen med risikoen for forurening af jord og overfladevand. Det be-

lyses også, hvordan disse risici kan imødegås, fx ved en hensigtsmæssig indretning af borepladsen med en tæt membran under pladsen, og opsamlingstanke for afledte væsker fra borepladsen el. lign. Vælges det at transportere back flow-vandet væk fra borestedet med lastbil, vil der være risiko for forurening fra spild ved påfyldning/tømning samt ved trafikuheld. Vælges bortledning gennem spildevandsrør, vil der bestå en risiko for forurening ved rørbrud. Risici og afværgeforanstaltninger udredes for dette.

#### *Radioaktive stoffer*

Skiferen, som der efterforskes efter på land i Danmark, er blandt andet alunskiferen. Alunskiferen indeholder tungmetaller og radioaktivt materiale, hvorfor håndteringen af borespåner bør overvåges/måles for deres indhold af naturlige radioaktive stoffer. Tilstedeværelse af naturligt forekommende radioaktive stoffer er ikke begrænset til efterforskning og indvindingsaktiviteter fra skiferlag, men kendes også i forbindelse med aktiviteter i traditionel olie og gasproduktion. I forbindelse med olie- og gasaktiviteter i den danske del af Nordsøen håndteres der naturligt forekommende radioaktive stoffer. Erfaringer fra andre lande samt Nordsøen, herunder håndtering og afværgeforanstaltninger, belyses.

#### *Landskab og trafik*

Trafik og landskabet vil påvirkes i form af anlæg på borestedet og etablering af arbejdspladser, forstærkede veje af hensyn til de tunge transportere og indretninger til opbevaring af kemikalier, spildevand og affald.

Den landskabelige og trafikale påvirkning skal belyses for såvel efterforskningsboringer som ved egentlig kommerciel gasproduktion, herunder hvor mange borepladser med flere indvindingsbrønde, der må forventes ved en kommerciel produktion, og hvilken størrelsesorden, der må forventes på hver boreplads.

Det skal i udredningen belyses, hvordan eksempler på anlæg i borings- og produktionsfasen, transportveje mm. vil påvirke landskabet i en eventuel indvindingsfase, herunder mulighederne for at reducere de visuelle påvirkninger. De landskabelige forhold for såvel en eventuel efterforskningsfase, som en egentlig produktionsfase skal både analyseres skriftligt og belyses.

#### *Metan, radon og andre klimagasser*

Udslip af metan (som er hovedbestanden af naturgas) er en af de klimagasser som omtales i forbindelse med skifergasindvinding. Miljøpåvirkningen af metan, forebyggelsen heraf samt miljøafværgeforanstaltninger mod metan i grundvand belyses. Radon er et radioaktivt stof, der kan risikere at komme op med den brugte frackingvæske og skifergas. Omfang, mulige miljøpåvirkninger og best practice for afværgeforanstaltninger i forhold til sådanne udslip belyses.

#### *Jordskælv*

Afhængig af de geologiske forhold kan der også være risiko for (mindre) jordskælv ved gennemførelse af boringerne. Det skyldes, at frakturering kan reaktivere lokale forkastningszoner. Denne risiko belyses set i forhold til de geologiske forhold i Danmark.

#### Afgrænsning af udredningen

Der vil i undersøgelsen være primært fokus på en evt. kommende indvindingsfase med permanente anlæg mv.

Udredningen omfatter ikke samtlige aspekter men de aspekter, der pt. vurderes som værende mest relevante.

Vurderingen af miljøafværgeforanstaltninger skal omfatte det marine område, men kun fsva. problemstillinger, der vedrører efterforskning og indvinding på land (ikke til havs), eksempelvis miljørisici og afværgeforanstaltninger ved anvendelse af havvand som procesvand ved frakturering.

Konsortieparterne forudser i øvrigt, at der vil være spørgsmål af relevans for opgaven, som pga. mangelfuldt datagrundlag i nogen grad vil stå ubesvarede i den færdige videnskabelige udredning.

#### **4. Fremgangsmåde og metode**

Kvaliteten og dokumentationen af den videnskabelige udredning sikres vha. følgende tiltag:

Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU er overordnet ansvarlig for leverancen.

Lektor Steffen Foss Pedersen, DTU Miljø er faglig koordinator for projektet som helhed og har ansvar for Kapitel 1 med den samlede fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger.

Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS er faglig koordinator for GEUS' leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Direktør Hanne Bach, DCE er faglig koordinator for DCEs leverancer og delleverancer til den videnskabelige udredning.

Seniorforsker Niels Schovsbo, GEUS er ansvarlig for Kapitel 2 om introduktionen til skifergas og geologisk karakterisering. Professor Ida Lykke Fabricius, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 3 om boring og frakturering. Professor Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø er ansvarlig for Kapitel 4 om kemikalier og forurening af vandressourcer, spildevand og affald, vandressourcer og vandforbrug og radioaktive stoffer. Lektor Lotte Bjerregaard Jensen, DTU Byg er ansvarlig for Kapitel 5 om effekter på landskab og trafik.

Af Bilag 1 fremgår, hvilke ressourcepersoner der er ansvarlig for de enkelte delafsnit af hvert kapitel. Antallet af ressourcepersoner kan forekomme at være højt. Begrundelsen for antallet er, at kvaliteten af den videnskabelige udredning afhænger af, at viden, som kun meget specialiserede ressourcepersoner har, indgår i udredningen.

Udover ovenstående forankring af kvalitetssikringen anvendes de deltagende institutioners kvalitetssikringsprocedurer (se Bilag 5). Desuden sikres kvaliteten vha. fremlæggelser, drøftelse og beslutninger om ændringer af udkast til den videnskabelige udredning i kernegruppen og styregruppen.

Løsningen af flere af enkeltopgaverne, sammenskrivningen af afsnittene pr. kapitel og af selve kapitlerne i den samlede fremstilling i Kapitel 1 forudsætter, at forskere på tværs af interne enheder i GEUS, DCE og DTU arbejder sammen. For at imødegå denne udfordring afholdes 1 heldagsseminar med skrivegrupper og fremlæggelse i plenum af indsigter og sammenhænge skabt i hvert delafsnit og i hvert kapitel.

Produktionen af flere af afsnittene i den videnskabelige udredning afhænger af produktionen af andre afsnit. For at forebygge, at der opstår "flaskehalsproblemer", er det integreret i projektplanen, hvornår det enkelte afsnit, der er en forudsætning for et eller flere andre afsnit, skal foreligge i en udgave, som den pågældende forsker, der har ansvar for sidstnævnte afsnit, kan støtte sit arbejde på eget afsnit på.

Faglig troværdighed af den videnskabelige udredning er selvsagt afgørende som kvalitetskriterium. Den faglige troværdighed afhænger bl.a. af dokumentation for, hvilket baggrundsmateriale de enkelte afsnit baserer sig på. Dokumentationen heraf sikres gennem etablering af et fælles referencesystem, som alle forskere anvender til at dokumentere baggrundsmateriale med.

Udredningen sikrer en afdækning af, hvorledes enkelte dele i et skifergasprojekts levetid udføres, herunder udførelse af borer, løsninger i forbindelse med bortskaffelse af spildevand etc. og hvilke *best practice*-løsninger, der findes i de enkelte relevante delfaser i et skifergasprojekt indenfor olie- og gasindustrien. Dette skal danne grundlag for vurdering af mulige miljømæssige påvirkninger og afværgeforanstaltninger i de forskellige faser i et skifergasprojektets levetid.

#### Eksisterende litteratur

Der findes en omfattende mængde rapporter og videnskabelige artikler om skifergas – i europæisk sammenhæng foranlediget af bl.a. Europa-Kommissionen, UK og Polen, som kan indgå i den videnskabelige udredning, bl.a. (men ikke begrænset til):

- EU Kommissionens henstilling om minimumsprincipper for efterforskning og produktion af kulbrinter (såsom skifergas) ved hjælp af hydraulisk højvolumenfrakturering (fracking), 22. januar 2014
- Support to the identification and potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe, report for European Commission DG Environment, 10. august 2012
- Shale gas extraction in the UK, a review of hydraulic fracturing, The Royal Society & Royal Academy of Engineering, juni 2012
- Climate impact of potential shale gas production in the EU, report for European Commission DG Climate, 30. juli 2012
- Hydrofracking Risk Assessment, Executive Summary, Study concerning the safety and environmental compatibility of hydrofracking for natural gas production from unconventional reservoirs, Panel of experts, april 2012 (Tyskland)
- Environmental Aspects of Hydraulic Fracturing Treatment Performed on the Łebień LE-2H Well, november 2011.
- "Fracking for Shale Gas Production", Det tyske Miljøråd (SRU), maj 2013

- “Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada“, maj 2014, foranlediget af the Council of Canadian Academies
- Nyeste videnskabelige review-artikler på området.

### Erfaringer med frakturering

Fraktureringsteknikken kendes allerede fra Nordsøen, hvor frakturering har været anvendt til i ca. 130 boringer i den danske del af Nordsøen. Frakturering har desuden været anvendt i 10.000-vis af boringer på verdensplan. Udredningen inddrager erfaringerne fra både danske og udenlandske boringer med frakturering. Energistyrelsen bidrager til kortlægning af kilder, der kan være relevant at inddrage i udredningen.

## 5. Tidsplan og ressourcer

Tidsplan: Projektet færdiggøres senest den 1. december 2015, hvor den endelige videnskabelige udredning afleveres.

Den overordnede tidsplan fremgår af nedenstående skema.

	Maj		Juni					August					September				Oktober				November					
	21	22	23	24	25	26	27	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
<b>Delfase A: Mobilisering af projekt</b>																										
Kick-off møde																										
Kernegruppemøde 1																										
Milepæl 1: Synopsis for Kapitel 1-5																										
<b>Delfase B: Gennemførelse</b>																										
Kernegruppemøde 2																										
Styregruppemøde 1																										
Milepæl 2: Første udkast til Kapitel 2-5																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 3/heldagsseminar for alle forskere																										
Milepæl 3: Første udkast til Kapitel 1 og andet udkast til Kapitel 2-5																										
Kernegruppemøde 4																										
<b>Delfase C: Færdiggørelse og overlevering af færdig udredning</b>																										
Milepæl 4: Færdigt udkast til samlet rapport																										
Styregruppemøde 2																										
Milepæl 5: Samlet rapport til fremlæggelse for følgegruppe																										
Følgegruppemøde 1																										
Kernegruppemøde 5																										
Styregruppemøde 3																										
Følgegruppemøde 3																										
Kernegruppemøde 6 + 7																										
Milepæl 6: Endelig færdiggørelse af fagligt indhold, struktur og aflevering																										

Bemandingsplan: Bilag 1 indeholder en oversigt over arbejdsopgaveansvar/-fordeling og budget. I Bilag 2 er opstillet et budget for opgaverne. I Bilag 3 er opstillet et udspecificeret budget inklusiv timeantal og timesatser for de tilknyttede medarbejdere. Bilag 4 indeholder oversigt over CV'er som dokumentation for medarbejdernes kompetencer og relevante erfaringer.

Projektbudget: 1,7 mio. kr. til den videnskabelige udredning.

Der er aftalt en overordnet betalingsplan, hvor DTU fakturerer Naturstyrelsen, Miljøministeriet med 50 % af honoraret efter første nærmere aftalte skriftlige delleverance og 50 % efter endelig godkendt af-rapportering. Det er aftalt mellem DTU, GEUS og DCE, at GEUS og DCE fakturerer DTU med 50 % af deres særskilte honorar, efter Miljøministeriet har betalt DTU de første 50 % af honoraret, og at GEUS og DCE fakturerer DTU de sidste 50 % efter endelig godkendt afrapportering.

Ønsker Miljøministeriet at gøre brug af rådgivningsoptionen (se afsnittet "Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur" under pkt. 6) kan der rekvireres for op til 100.000 kr. rådgivning i 2016.



## 6. Leverancer, fremdriftssikring og organisering

### Projektets organisation og fremdriftssikring:

DTU, GEUS og DCE nedsætter en styregruppe, der består af:

- Koncerndirektør Niels Axel Nielsen, DTU (formand)
- Institutdirektør, professor Michael H. Faber, DTU Byg
- Institutdirektør, professor Thomas H. Christensen, DTU Miljø
- Statsgeolog Flemming Larsen, GEUS
- Statsgeolog Peter Britze, GEUS
- Direktør Hanne Bach, DCE
- Kontorchef Jan E. Molzen, DTU (sekretær)

Styregruppens medlemmer holder møde i juni, september og oktober måned. På møderne redegør sekretæren for fremdriften og for opmærksomhedspunkter fremadrettet og foreslår indstillinger om handlinger, som styregruppen beslutter om.

DTU har som lead det overordnede ansvar for projektet. Dette indebærer retten til at omdisponere opgaveansvar og budgetforhold, såfremt der ikke leveres af tilpas kvalitet og til aftalt tid. Alle evt. ønsker om omdisponeringer skal fremlægges og motiveres på et styregruppemøde, så alle konsortiepartnere før en evt. effektivering har mulighed for at fremføre synspunkter herom. Dog har hver institution mulighed for at omdisponere 10 % af institutionens budget uden forudgående fremlæggelse på et styregruppemøde.

Adskillige delafsnit er afhængige af indsigter i andre delafsnit, hvilket igen betyder, at kvaliteten af delafsnit og kapitler er afhængig af kvaliteten af andre delafsnit og kapitler. Forskerne på tværs af GEUS, DCE og på DTU har dermed en interesse i på forkant at kunne følge med i, hvad indholdet i andre delafsnit tegner sig til at blive samt i, hvordan indhold de deltagende forskere har ansvar for bliver anvendt i andre delafsnit/kapitler.

Som konsekvens af dette er der behov for, at der på tværs af GEUS, DCE og DTU bliver lejlighed til at forholde sig til delafsnit undervejs i tilblivelsesprocessen.

Med formålet at strømline denne proces med gensidig kvalitetssikring af delafsnit og for at etablere et frugtbart samarbejde om indholdet af Kapitel 1 etableres der en kernegruppe, der består af:

- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen, DCE (medansvarlig)
- Forsker Anders Johnsen, GEUS (medansvarlig)
- Lektor Steffen Foss Hansen, DTU Miljø (ansvarlig)
- Specialkonsulent Mads H. Odgaard, DTU (sekretær)

Der nedsættes en følgegruppe, som består af:

- Katja Scharmman (geolog, Energistyrelsen)

- Stig Kjeldsen (specialkonsulent, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet)
- Nina Holst (funktionsleder, Naturstyrelsen)
- Anne-Marie Vægter Rasmussen (kontorchef, Naturstyrelsen)
- Yvonne Korup (kontorchef, Miljøstyrelsen)
- Finn Pedersen (funktionsleder, Miljøstyrelsen)
- NN (Sundhedsstyrelsen)
- NN (Sundhedsministeriet)
- Anders Fink (fuldmægtig, Miljøministeriet)

Følgegruppens medlemmer holder møde i august og september måned og et afsluttende møde i oktober med DTU med afrapportering af den endelige udredning. På møderne redegør DTU kort for fremdriften og om opmærksomhedspunkter fremadrettet.

Projektet gennemføres via følgende kapitler. Bilag 1 uddyber hvert kapitel:

Kapitel 1	Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger
Kapitel 2	Skifergas og regional geologisk karakterisering
Kapitel 3	Boring og effekter af frakturering
Kapitel 4	Påvirkninger på miljø og vandressourcer
Kapitel 5	Effekter på landskab og trafik

#### Leverancer, slutprodukt og indholdsmæssige struktur:

Projektet har en leverance samt en option på yderligere rådgivning:

- En endelig projektbeskrivelse, som skal afklares i et samarbejde mellem DTU, GEUS og DCE Dokumentation og afrapportering i en teknisk rapport, som affattes på dansk. Rapporten offentliggøres af Miljøministeriet senest 4 måneder efter, at konsortieparterne har afleveret en godkendt rapport. De deltagende institutioner kan samtidig offentliggøre rapporten på deres respektive hjemmesider.
- Efter udredningens afslutning har Miljøministeriet en option for i 2016 at rekvirere for op til 100 timers á kr. 1.000 yderligere rådgivning..

Den tekniske rapport struktureres over et indledende afsnit (Kapitel 1) med en samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger samt en kronologisk analyse af efterforsknings- og indvindingsfasen på tværs af 3 faglige hovedområder (Kapitel 2-5). Ressourcerne til udarbejdelsen af rapporten anvendes som følger:

1. 8,8 pct. til overordnet projektkoordinering
2. 9,9 pct. til møder og overordnet kvalitetssikring (QA)
3. 12,1 pct. til rapporten: Samlet fremstilling af miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger (Kapitel 1)
4. 62,4 pct. af rapporten: Skifergas og geologisk karakterisering, boringer og effekter af frakturering, påvirkninger på miljø og vandressourcer (Kapitel 2-4)
5. 6,8 pct. af rapporten: Effekter på landskab og trafik (Kapitel 5)

Analyser af risici forbundet med efterforskning og indvinding af skifergas vil blive håndteret under de enkelte delemner. En overordnet beskrivelse af risici ved efterforskning og indvinding af skifergas indgår i den overordnede fremstilling.