

Til
Energistyrelsen

Dokumenttype
Miljøvurdering

Dato
August 2012

MILJØVURDERING AF PLAN FOR UDBUD AF GEOTERMI MILJØRAPPORT



**MILJØVURDERING AF
PLAN FOR UDBUD AF GEOTERMI
MILJØRAPPORT**

Revision **2**
Dato **2012-08-15**
Udarbejdet af **MJK, NLR, CUR, NDN, SSB, STRN, TIRK**
Kontrolleret af **JAKK**
Godkendt af **MJK**

Ref. RamDoc\Projects\2012\12671030\

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S
T +45 5161 6000
F +45 5161 8520
www.ramboll.dk

Ref: 12671030

INDHOLD

1.	Ikke teknisk resumé	1
2.	Indledning	6
2.1	Baggrund for udarbejdelse af miljøvurderingen	6
2.2	Afgrænsning af miljøvurdering	6
3.	Metode	7
4.	Planens indhold og formål	9
5.	Aktiviteter ved efterforskning og indvinding	11
5.1	Geofysiske undersøgelser	11
5.2	Boringer	16
5.3	Prøve- og indvindingspumpning	17
5.4	Indvinding	18
5.5	Afvikling af anlægget	18
5.6	Tidslinje	19
6.	Miljøvurdering	20
6.1	Natur	20
6.1.1	Miljøstatus	20
6.1.2	Miljøpåvirkning	22
6.1.3	Forbehold og afværgeforanstaltninger	24
6.2	Jordbund	25
6.2.1	Miljøstatus	25
6.2.2	Miljøpåvirkning	25
6.2.3	Forbehold og afværgeforanstaltninger	25
6.3	Grundvand	26
6.3.1	Miljøstatus	26
6.3.2	Miljøpåvirkning	26
6.3.3	Forbehold og afværgeforanstaltninger	28
6.4	Overfladevand	28
6.4.1	Miljøstatus	28
6.4.2	Miljøpåvirkning	29
6.4.3	Forbehold og afværgeforanstaltninger	30
6.5	Klimapolitiske faktorer	30
6.5.1	Miljøpåvirkning	32
6.5.2	Forbehold og afværgeforanstaltninger	32
6.6	Kumulative effekter	32
7.	Forbehold og Afværgeforanstaltninger	33
7.1	Natur	33
7.2	Jord	33
7.3	Grundvand	33
7.4	Overfladevand	34
7.5	Klimapolitiske faktorer	34
8.	Overvågningsprogram	35
9.	Referencer	36

1. IKKE TEKNISK RESUMÉ

Indledning

Energistyrelsen har udarbejdet en plan for udbud af geotermi med henblik på fjernvarmeforsyning (kollektiv varmeforsyning). Herudover er det muligt at søge om tilladelser til andre formål.

Ifølge lov om miljøvurdering af planer og programmer, jf. lovbekendtgørelse nr. 936 af 24. september 2009 skal offentlige myndigheders planer og programmer, der fastlægger rammer for fremtidige anlæg eller arealanvendelser, miljøvurderes, når myndigheden vurderer, at planen eller programmet kan få væsentlig indvirkning på miljøet. I overensstemmelse hermed skal Energistyrelsen tilvejebringe en miljøvurdering af planen for udbud af områder til efterforskning og indvinding af geotermisk energi.

I den indledende fase af miljøvurderingen er der udført en scoping, der er en afgrænsning af, hvilke emner der skal miljøvurderes. Scoping er udført på baggrund af en beskrivelse af projektets faser og hvilke aktiviteter, der forventes udført.

Metode

Miljøvurderingen omfatter en indledende beskrivelse af de forventede projektaktiviteter i forbindelse med efterforskning og indvinding af geotermisk energi. Dernæst beskrives miljøstatus og de overordnede påvirkninger på de miljøfaktorer, der er udvalgt i scopingfasen. Resultatet af vurderingerne er en række forslag til afværgeforanstaltninger og forbehold, der indarbejdes i planen for udbud.

Planens indhold og formål

Energistyrelsens plan danner grundlag for fremtidige udbud af områder til efterforskning og indvinding af geotermisk energi med henblik på fjernvarmeforsyning (kollektiv varmeforsyning). Herudover er det muligt at søge om tilladelser til andre formål. Det er hensigten, at der med planen og miljøvurderingen kan opstilles forbehold og afværgeforanstaltninger, afhængigt af miljøpåvirkningerne, som efterforsknings- og indvindingstilladelserne skal være i overensstemmelse med for at sikre at de miljømæssige påvirkninger minimeres.

Aktiviteter ved efterforskning og indvinding af geotermisk energi

Aktiviteterne ved efterforskning og indvinding omfatter følgende trin, som kræver godkendelse fra blandt andet Energistyrelsen:

- Geofysiske undersøgelser
- Boringer
- Prøve- og indvindingspumpning
- Indvinding
- Afvikling af anlægget

Et geotermisk anlæg kan variere i størrelse og kapacitet og bestå af to eller måske betydeligt flere borer og afhængigt af et givet projekts omfang. Der kan være mere end én boreplads.

Indledningsvis foretages typisk en kortlægning af eksisterende viden om det pågældende område baseret på gennemgang af eksisterende litteratur og tolkninger af den dybe undergrund, oftest efterfulgt af fornyet tolkning af eksisterende boringsoplysninger og seismiske data. Derefter foretages seismiske undersøgelser, der udføres med henblik på at kunne kortlægge undergrunden i det påtænkte indvindingsområde samt eventuelle forkastningszoner i undergrunden. Seismiske undersøgelser foretages enten som 2D eller 3D undersøgelser.

Seismiske undersøgelser

Seismiske undersøgelser udføres for at få information om lagene i undergrunden. En seismisk undersøgelse udføres ved, at der sendes trykbølger fra en lydkilde ned i undergrunden. Når trykbølgen møder forskellige geologiske lag, vil en del af trykbølgen blive reflekteret tilbage til overfladen. Her bliver refleksionen opfanget af specielle modtagere, der på forhånd er placeret i området. Resultatet er et billede af geologien i undergrunden.

Ved en 2D seismisk undersøgelse fås et billede, der viser et tværsnit af undergrunden. Når de 2D seismiske linjer indsamles i et fintmasket net, opnås et tredimensionalt billede af undergrunden. Dette kaldes 3D seismik.

Efterfølgende påbegyndes borearbejdet, der kræver etablering af en boreplads med et befæstet areal, der størrelsesmæssigt varierer alt efter det konkrete projekt. Generelt kræves ca. 10.000 m² ved anlæg af en enkelt boreplads udover et areal til placering af et bassin til opsamling af vand fra det geotermiske reservoir.

Når boringen er gennemført, gøres der klar til prøvepumpning. Prøvepumpningen sker ved en renpumpning i en afgrænset periode. Herefter foretages prøvepumpning, og afsænkningen i brønden ved forskellige pumpeydelse måles. Derefter foretages en sidste prøvepumpning af boringen ved fuld pumpeydelse.

En **reservoirbjergart** er en porøs bjergart, som indeholder vand, olie eller gas (fluider) i hulrummene mellem mineralkornene, dvs. i porerne, eller i sprækker. **Porøsitet** angiver, hvor mange porer og dermed hvor meget plads der er til fluiderne i bjergarten. Poresystemets gennemtrængelighed, også kaldet **permeabiliteten**, angiver, hvor let fluiderne kan passere gennem bjergarten.

Ved indvindingen pumpes vandet op og sendes efter filtrering gennem en varmeveksler (og evt. en eller flere varmepumper), inden det pumpes tilbage i undergrunden. Det geotermiske vand er stærkt saltholdigt og holdes i geotermikredsløbet. På fjernvarmesiden af varmeveksleren cirkuleres fjernvarmevandet frem i systemet. Anlægget skal kobles til enten et fjernvarmedistributionsnet eller til et system, hvor den geotermiske energi kan anvendes til andre formål end fjernvarme.

Energistyrelsen udsteder indvindingstilladelser på op til 30 år. Når denne periode nærmer sig udløbet, kan der søges om forlængelse, således at indvindingen kan fortsætte. Den samlede tilladelsesperiode kan ikke overstige 50 år. Når anlægget skal afvikles, fjernes de faste anlæg og bygninger, mens selve borerne forsejles med betonpropper afsat i nærmere specificerede dybder efter et af Energistyrelsen godkendt program. Herefter overskæres toppen af borerøret og afsluttes med en stålplade ca. 2 meter under terræn.

Miljøvurdering

Natur

Udførelse af seismiske undersøgelser kan påvirke beskyttet natur direkte i forbindelse med kørsel/færdsel på beskyttede naturarealer, i forbindelse med udlæg af lytteudstyr og lydkilder (vibratore og/eller sprængladninger), herunder lastbiltransport af dette udstyr. Yderligere kan de seismiske undersøgelser medføre en direkte påvirkning af dyrelivet i forbindelse med ødelæggelse af levesteder samt en indirekte påvirkning i forbindelse med støjgener og vibrationer.

Etablering af borepladsen kan medføre påvirkninger af beskyttet natur, hvis den placeres på et areal, hvor der forekommer beskyttet natur. Desuden kan der være en påvirkning af bilag IV-arter, hvis borepladsen etableres på et areal, der fungerer som yngle-, raste eller fourageringsområde for bilag IV-arter. Væsentligheden af en sådan påvirkning afhænger af hvilke naturtyper eller arter, der forekommer på arealet, og hvor længe anlægget skal være i drift. Etablering af borepladsen kræver en forudgående dispensation fra kommunen, hvis det medfører en påvirkning af beskyttede naturarealer.

Bortskaffelse af saltholdigt grundvand kan kun ske til saltholdige recipienter. Udledning af det saltholdige grundvand kræver en forudgående udledningstilladelse fra den pågældende kommune. I denne tilladelse vil potentielle påvirkninger i det konkrete projekt blive behandlet, og der vil være særlige vilkår, som kan afværge eller minimere de negative påvirkninger.

Jordbund

Da der bores i dybereliggende formationer i undergrunden, er det væsentligt, at de opborede materialer analyseres for indhold af miljøskadelige stoffer, idet der kan være uønskede stoffer i formationerne fra vulkansk aktivitet mv. Den største risiko for at finde uønskede stoffer er dog i forbindelse med anvendelsen af boremudder, da der tilsættes forskellige kemiske stoffer for at stabilisere boringen. Tilsætningen af miljøskadelige stoffer sker oftest i forbindelse med boring i særligt vanskelige formationer.

Grundvand

Boringerne kan gennembore beskyttende lerlag over et grundvandsmagasin, og hvis boringerne ikke forsegles tilstrækkelig godt, kan de fungere som transportveje for uønskede kemiske stoffer, f.eks. nitrat og pesticider, fra overfladen til grundvandsmagasinet.

Placeringen af borepladsen/det geotermiske overfladeanlæg har potentielt stor betydning for påvirkningen af grundvandet og vandindvindingsinteresser i forbindelse med et eventuelt uheld.

Ved udførelsen af borearbejdet kan der være en risiko for forurening af grundvandsressourcen med boremudder med et bredt spektrum af kemiske tilsætningsstoffer og med geotermisk vand med højt indhold af salte. Forureningsspredning kan potentielt ske gennem udstrømning fra det åbne borehul, gennem utætheder mellem foringsrør og formation samt ved spild på borepladsen. Der er desuden risiko for forurening af grundvandet, hvis boremudder og borespåner ikke håndteres hensigtsmæssigt.

Ved prøvepumpning oppumpes store mængder geotermisk vand med et højt indhold af salte og i visse tilfælde indhold af tungmetaller m.v. Det oppumpede vand vil oftest skulle opbevares i en periode, før det kan bortskaffes, f.eks. ved udledning til havet. Ved u hensigtsmæssig håndtering og opbevaring kan det oppumpede geotermiske vand udgøre en risiko for grundvandet.

Ved indvinding er der risiko for korrosion af rør i boring, pumpe, varmeveksler m.v. Brud som følge af korrosion kan medføre udslip af geotermisk vand med højt saltindhold med deraf følgende risiko for forurening af grundvandet.

Overfladevand

Ved seismiske målinger, der foretages på søterritoriet eller i ferskvandsområder, anvendes enten sprængladninger eller en trykluftskanon, Air Gun, med et tryk på op til 200 bar. Begge løsninger giver anledning til trykpåvirkninger og højfrekvent støj. Derudover vurderes der ikke at være risiko for påvirkning af overfladevand ved de seismiske undersøgelser.

I forbindelse med indretning af boreplads, herunder placering af bassiner, er der risiko for, at der kan ske overfladisk afstrømning med ler og silt fra frilagte og blottede arealer til dræn, vandløb eller søer. I forbindelse med anvendelse af boremudder kan der være risiko for, at der sker spild. De etablerede bassiner skal medvirke til at forhindre en overfladisk afstrømning af boremudder og opborede materialer til vandområder.

Ved anlæg af forsyningsledninger forudsættes det, at der tages hensyn til primært vandløbenes miljøforhold ved krydsninger. Krydsning af vandløb skal godkendes af den pågældende kommune.

Den potentielle påvirkning af beskyttede marine naturtyper og det øvrige marine miljø ved bortskaffelse af saltholdigt grundvand består bl.a. i en potentiel ændret saltholdighed, når der tilføres vand med en koncentration af salt på op til 25 %. Desuden kan der ske en hydraulisk påvirkning af bundforholdene, hvis vandet udledes i store mængder på kort tid. Temperaturen af det udledte vand er desuden en vigtig faktor i relation til miljøpåvirkningen.

Klimapolitiske faktorer

Den fremtidige udbygning af geotermisk energiudnyttelse skal ses i tæt samspil med både den eksisterende og fremtidige udbygning af fjernvarme fra bl.a. affaldsforbrændingen, centrale kraftvarmeanlæg, storskala solvarmeanlæg, store varmepumper evt. kombineret med sæsonvarmelagring /2/. De energipolitiske målsætninger er ikke fastsat for geotermi specifikt, men udnyttelsen af geotermi kan være en del af den gruppe af vedvarende energiformer, som supplerer de nuværende primære vedvarende energikilder, vindenergi og bioenergi.

Afværgeforanstaltninger

Natur

Det forudsættes, at der ikke etableres borepladser, gennemføres seismiske undersøgelser eller udledes saltholdigt vand i Natura 2000-områder, som medfører negativ påvirkning af udpegningsgrundlaget for det pågældende område. Er det ikke muligt at undgå en direkte påvirkning af beskyttede naturområder, må der etableres erstatningsnatur for det påvirkede område, hvis det nedlægges helt. Ved udledning af saltholdigt vand til recipient kan udledningerne evt. foretages så langsomt, at vandet fortyndes tilstrækkeligt til at saliniteten i recipienten ikke påvirkes nævneværdigt og dermed heller ikke plante- og dyrelivet.

Jord

Opborede materialer holdes adskilt og opdelt i batchs. De behandles, deponeres eller genanvendes alt efter klassificering. Der skal tages stilling til hvilke formationer, der bores igennem, som vil kunne have risiko for naturligt forhøjede indhold af tungmetaller, således de korrekte analyser foretages af det opborede materiale, og den rette håndtering herefter kan fastsættes.

Grundvand

Det forudsættes, at Energistyrelsens retningslinjer for forsegling af borerne overholdes. Det forudsættes, at grundvandsforhold og vandindvindingsinteresser inddrages i planlægningen af projektet og ved valg af boreplads, og at alle myndighedskrav i denne sammenhæng overholdes.

Stålføringsrør føres gennem grundvandszonen til fast formation under grundvandszonen, og der cementeres mellem foringsrør og formation fra bund til top. Der cementeres med en betonblanding, der ikke sprækker, således at der ikke efterfølgende kan strømme vand mellem foringsrør og formation.

Vand fra boreprocessen og afvanding af borematerialer opsamles og afledes til spildevandsrensningsanlæg. Det geotermiske anlæg designes med henblik på at minimere risikoen for korrosion, og med passende mellemrum udføres en passende inspektion af godstykkelser og tilstand af rør m.v.

Overfladevand

Det forudsættes at der i forbindelse med de seismiske forundersøgelser tages det fornødne hensyn til at undgå fysisk forstyrrelse af vandområder. Desuden forudsættes det, at generelle vilkår vedrørende seismiske undersøgelser overholdes. Ved indretning af boreplads og gennemførelse af borearbejder skal det sikres, at der ikke sker overfladisk afstrømning af boremudder eller overfladevand til eksisterende dræn eller direkte til vandområder.

I forbindelse med bortskaffelse af saltholdigt grundvand skal planlægningen af udledning af saltholdigt grundvand til recipient overvejes nøje i forhold til påvirkning, og udledningen vil blive vurderet i forhold til den konkrete vandplan for det konkrete vandområde (recipient).

Klimapolitiske faktorer

Vurderingerne af de klimapolitiske faktorer er foretaget på et overordnet strategisk niveau, og der vurderes ikke at være behov for afværgeforanstaltninger.

Overvågningsprogram

De potentielle miljøpåvirkninger, som er identificeret i miljøvurderingen, forventes at forekomme ved etablering af boreplads, ved de forskellige aktiviteter i forbindelse med forundersøgelser og prøveboringer samt ved den egentlige indvinding. Det vurderes på den baggrund, at den nødvendige overvågning først kan tilrettelægges på et senere stadie af planlægningen.

2. INDLEDNING

2.1 Baggrund for udarbejdelse af miljøvurderingen

Energistyrelsen har udarbejdet en plan for udbud af områder til efterforskning og indvinding af geotermisk energi med henblik på fjernvarmeforsyning (kollektiv varmeforsyning) (*omtales i det følgende som "Plan for udbud" eller "planen"*). Derudover det muligt at søge om tilladelser til andre formål.

Ifølge lov om miljøvurdering af planer og programmer, jf. lovbekendtgørelse nr. 936 af 24. september 2009, skal offentlige myndigheders planer og programmer, der fastlægger rammer for fremtidige anlæg eller arealanvendelser, miljøvurderes, når myndigheden vurderer, at planen eller programmet kan få væsentlig indvirkning på miljøet. I overensstemmelse hermed skal Energistyrelsen tilvejebringe en miljøvurdering af planen for udbud af områder til efterforskning og indvinding af geotermisk energi.

Miljøvurderingen skal også dække anvendelsen af geotermisk energi til andre formål end fjernvarmeforsyning (kollektiv varmeforsyning), fx til opvarmning af industrier og gartnerier, spabade, elektricitetsproduktion m.v. Derudover er miljøvurderingen begrænset til ikke at omfatte de øverste 250 meter af undergrunden, da de øverste 250 m er forbeholdt produktion af jordvarme, som kommunerne administrerer. Dog vil der blive taget højde for eventuelle påvirkninger af disse mellemliggende jordlag samt i terræn, da der skal etableres diverse borer og anlæg til udnyttelse og distribution af energien.

2.2 Afgrænsning af miljøvurdering

I den indledende fase af miljøvurderingen er der udført en scoping, der er en afgrænsning af, hvilke emner der skal miljøvurderes. Scoping er udført på baggrund af en beskrivelse af projektets faser og hvilke aktiviteter, der forventes udført.

I scoping er der taget udgangspunkt i et meget bredt og omfattende miljøbegreb, der blandt andet rummer *biologisk mangfoldighed, befolkning, menneskers sundhed, fauna, flora, jordbund, vand, luft, klimatiske faktorer, materielle goder, landskab, kulturarv, herunder kirker og deres omgivelser, samt arkitektonisk og arkæologisk arv.*

Den indledende scoping resulterede i at følgende emner skal miljøvurderes.

- Natur
- Jordbund
- Overfladevand og grundvand
- Klimatiske faktorer (set i et energi- og klimapolitisk perspektiv)

Scoping blev sendt i høring hos relevante myndigheder, herunder alle kommuner i hele landet, Naturstyrelsen, Miljøstyrelsen m.fl. Derudover er de tyske myndigheder informeret om planen, i henhold til Espoo konventionen.

I løbet af høringsperioden indkom elleve høringssvar. Høringssvarene gav ikke anledning til at ændre udpegningen af emner til viderebehandling i miljøvurderingen. Der vil dog som følge af høringssvarene være ekstra fokus på nogle miljøfaktorer, herunder grundvands- og drikkevandsinteresser.

3. METODE

Miljøvurderingen omfatter en indledende beskrivelse af de forventede projektaktiviteter i forbindelse med efterforskning og indvinding af geotermisk energi. Dernæst beskrives miljøstatus og de overordnede påvirkninger på de miljøfaktorer, der er udvalgt i scopingfasen. Resultatet af vurderingerne er en række forslag til afværgeforanstaltninger og forbehold, der skal tages hensyn til ved ansøgninger om efterforskning og indvinding. Miljøvurderingen fungerer således som bilag til planen.

Figur 3-1 Miljøvurderingen tager afsæt i resultatet af scoping – hvorefter de forskellige miljøforhold vurderes på et overordnet såvel som projektmæssigt niveau. Udbuddene der følger af "Plan for udbud", skal tage højde for forbehold og afværgeforanstaltninger i miljøvurderingen.



Miljøstatus

Beskrivelsen af miljøstatus er begrænset til at omfatte de i scoping udvalgte miljøfaktorer.

De overordnede planlægnings- og lovgivningsmæssige forhold, der er relevante i relation til planen, præsenteres. Herunder klimastrategier, energipolitiske tiltag, national og international naturbeskyttelse mv.

Miljøvurdering

Vurdering af påvirkninger

De potentielle miljøpåvirkninger som følge af de projektmæssige aktiviteter beskrives. Der tages udgangspunkt i en gennemgang af de vigtigste beskyttelsesinteresser og den potentielle påvirkning ved realisering af planen. Ved en miljøpåvirkning forstås i denne sammenhæng en given aktivitet i en bestemt fase af projektet og dennes betydning for det berørte miljø. Således vurderes udelukkende de virkninger, som efterforskning eller indvinding forventes at tilføje det fysiske og kemiske miljø.

I vurderingerne af de potentielle virkninger er der taget højde for påvirkningens art, type, grad af reversibilitet, intensitet, udbredelse og varighed. I hvor høj grad alle forhold kan beskrives afhænger imidlertid af vidensniveauet for både aktiviteten og receptoren.

Første trin i vurderingen identificerer virkningens omfang ved at klassificere intensiteten, den geografiske udbredelse og varigheden af virkningen. Intensiteten kategoriseres i fire niveauer: ingen, lille, mellem og stor.

Intensiteten sammenholdes med den geografiske udstrækning af påvirkningen, dvs. om der er tale om en lokal påvirkning inden for eller i umiddelbar nærhed af det område, der er genstand for miljøundersøgelserne, eller om der er tale om en regional påvirkning, der berører et større geografisk område.

Endelig kan der være nationale eller internationale påvirkninger. En sidste afgørende faktor i vurderingen af påvirkningen er dennes varighed. En stor del af påvirkningerne ved efterforskning og indvinding vil være af kort varighed, idet de primære påvirkninger finder sted i forbindelse med borearbejderne i efterforsknings- og etableringsfasen. Klassificeringen af den potentielle påvirkning sammenholdes efterfølgende med receptorens/recipientens følsomhed.

Resultat af vurderinger

Vurderingerne er ikke arealspecifikke, da miljøvurderingen tager udgangspunkt i, at hele Danmark udbydes som potentielt indvindingsområde. Den specifikke påvirkning ved realisering af et konkret projekt kan derfor først vurderes i en senere fase, hvor lokaliteten er kendt.

Der udpeges ikke områder, hvor geotermi ikke er muligt, ligesom der heller ikke udpeges områder, hvor det er særligt egnet. Dermed kan de generelle vurderinger anvendes i en konkret vurdering uanset placering af anlægget.

Denne miljøvurdering håndterer de overordnede påvirkninger som forventes ved realisering af planen. Der vil dog være potentielle påvirkninger ved et konkret projekt udover de miljøforhold, der er behandlet her, da flere lokalitets- og anlægsspecifikke påvirkninger er sorteret fra i scopingfasen. I den efterfølgende planlægning og vurdering af miljøforhold ved et konkret projekt, skal der derfor igen ses på miljøforhold i et bredt perspektiv – som beskrevet i afsnit 2.2 vedr. scopingfasen.

Vurderingerne afsluttes med beskrivelser af forbehold og afværgeforanstaltninger, som der skal tages højde for ved de konkrete efterforsknings- og indvindingstilladelser.

4. PLANENS INDHOLD OG FORMÅL

Energistyrelsens plan danner grundlag for fremtidige udbud af områder til efterforskning og indvinding af geotermisk energi med henblik på fjernvarmeforsyning (kollektiv varmeforsyning). Herudover er det muligt at søge om tilladelser til andre formål (f.eks. til gartnerier, spa-centre, elektricitetsproduktion m.v.). Det er hensigten, at der med planen og miljøvurderingen kan opstilles forbehold og afværgeforanstaltninger, afhængigt af miljøpåvirkningerne, som efterforsknings- og indvindingstilladelserne skal være i overensstemmelse med for at sikre, at de miljømæssige påvirkninger minimeres.

Potentialer

De foreløbige undersøgelser foretaget af GEUS og Energistyrelsen tyder på, at der er et meget stort potentiale for især lavtemperatur-geotermi fra sandstensreservoirer, som ligger i ca. 800-3000 meters dybde. Her er vandtemperaturen ca. 30 - 90° C /3/.

Det skønnes, at et fjernvarmenet skal have en årlig afsætning på mindst 400-500 TJ, før de geotermiske varmepriser vil være konkurrencedygtige. Udover anvendelsen af geotermi til fjernvarme er der mulighed for at ansøge om anvendelse til andre formål. Det kan eksempelvis være til større gartnerier, spabade mv.

Marked

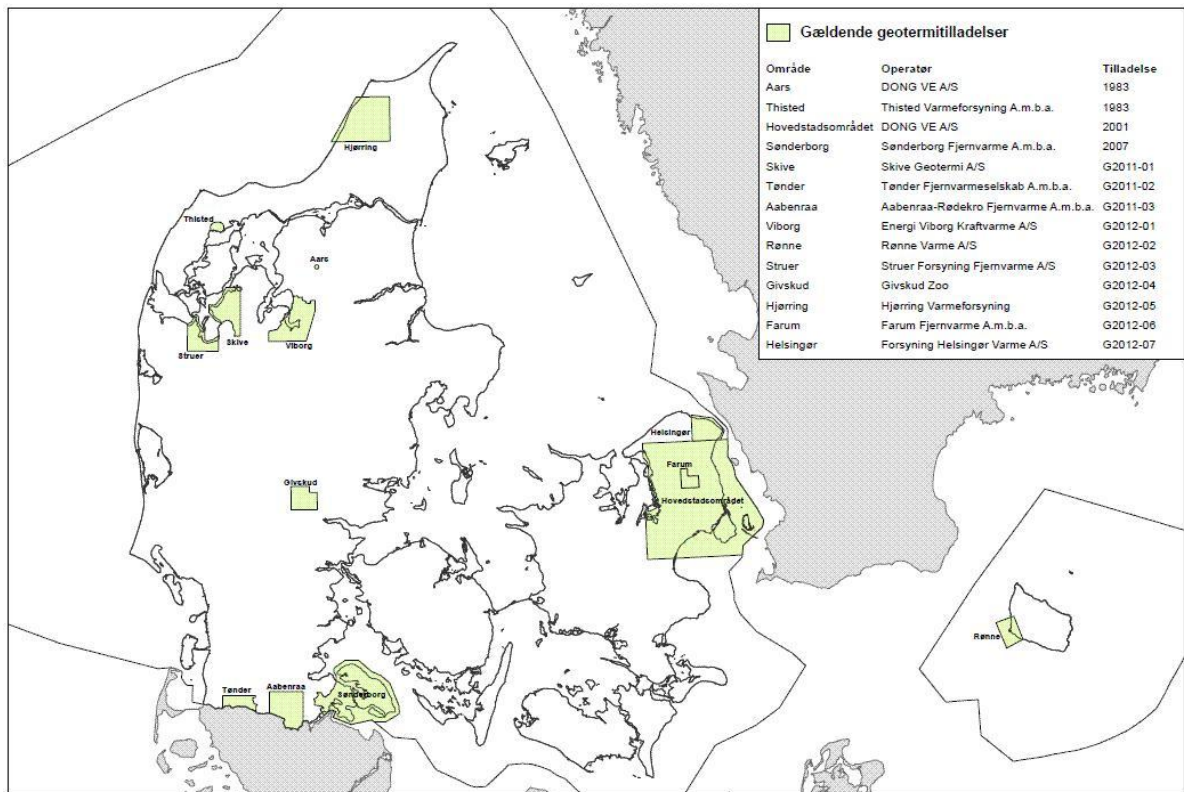
I 1978 fik DONG eneretstilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi for hele det danske landområde. Tilladelsen blev fornyet i 1983. Geotermi har været anvendt som energikilde siden 1984, hvor DONG etablerede Danmarks første geotermianlæg i Thisted. Siden er anlægget solgt til Thisted Varmeforsyning.

En meget stor del af DONG's koncessionsområde blev tilbageleveret til staten i 1993 og 2003, mens den sidste del blev tilbageleveret i sommeren 2010 dog undtaget to områder i henholdsvis Nordjylland (Aars) og ved Thisted. I Hovedstadsområdet / Nordsjælland er der i 2001 udstedt en tilladelse til en række selskaber benævnt Hovedstadens Geotermiske samarbejde - HGS.

I 2007 blev der udstedt en tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi i Sønderborg-området til DONG VE A/S (50 %) og Sønderborg Fjernvarme A.m.b.a. (50 %). DONG er efterfølgende trådt ud af tilladelsen i 2010, og tilladelsen indehaves nu 100 % af Sønderborg Fjernvarme A.m.b.a.

Der er siden ændringen af koncessionstildelingen i 2010 kommet en række andre selskaber til, som allerede er i færd med at undersøge muligheden for at etablere geotermianlæg. Yderligere overvejer en række fjernvarmeselskaber fremadrettet, hvorvidt potentialet for geotermisk energi skal undersøges nærmere i relation til fremtidens varmeforsyning.

Et samlet overblik over tildeling af koncessioner (geotermi tilladelser) fremgår af Figur 4-1.



Figur 4-1 Geotermittilladelser i Danmark. Status juni 2012. Seneste reviderede kortbilag fremgår af Energistyrelsens hjemmeside: www.ens.dk.

5. AKTIVITETER VED EFTERFORSKNING OG INDVINDING

I det følgende beskrives de forskellige aktiviteter i forbindelse med forundersøgelserne, efterforskning og indvinding af geotermisk energi samt afvikling af anlæg. Beskrivelserne er overordnede og generelle beskrivelser af normal praksis på området.

Et geotermisk anlæg kan variere i størrelse og kapacitet og består af to eller flere borer afhængigt af et givet projekts omfang. Et anlæg omfatter uanset størrelsen som minimum en boreplads, et bassin, en indvindings- og injektionsbygning, en teknikbygning, diverse parkerings- og vejarealer, samt selve boreriggen under udførelse af borearbejdet. Der kan være mere end én boreplads. Størrelsen på borepladsen afhænger af det konkrete projekt, men generelt vil pladsen optage ca. 10 - 15.000 m².

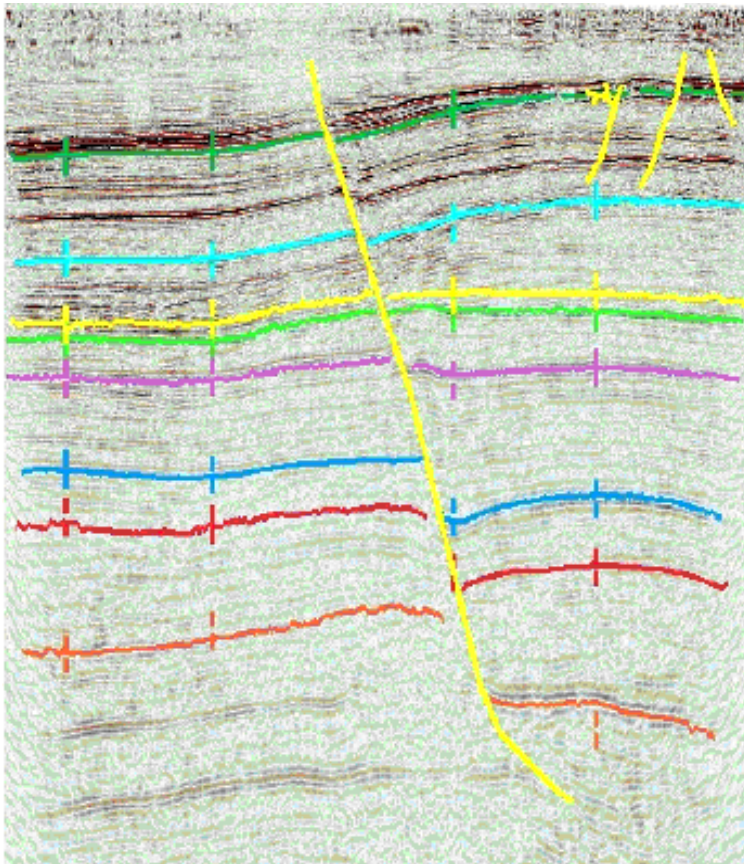
5.1 Geofysiske undersøgelser

Indledningsvis foretages typisk en kortlægning af eksisterende viden om det pågældende område baseret på gennemgang af eksisterende litteratur og tolkninger af den dybe undergrund, oftest efterfulgt af retolkning af eksisterende boringsoplysninger og seismiske data. Derefter foretages geofysiske målinger, der sammen med gennemgangen og retolkning af eksisterende data danner grundlag for vurdering af det geotermiske potentiale og undergrundens egnethed som indvindingsområde. Der findes forskellige geofysiske metoder til kortlægning af strukturer i undergrunden. I praksis er det dog ofte udelukkende seismiske undersøgelser, der benyttes, idet seismiske undersøgelser kan give et bedre billede af lagene i undergrunden og eventuelle forekommende forkastninger, sammenlignet med andre typer undersøgelser.

Seismik

Seismiske undersøgelser udføres for at få information om lagene i undergrunden. En seismisk undersøgelse udføres ved, at der sendes trykbølger fra en lydkilde ned i undergrunden. Når trykbølgen møder forskellige geologiske lag, vil en del af trykbølgen blive reflekteret tilbage til overfladen. Her bliver refleksionen opfanget af specielle modtagere, der på forhånd er placeret i området, se Figur 5-2. Resultatet er et billede af geologien i undergrunden.

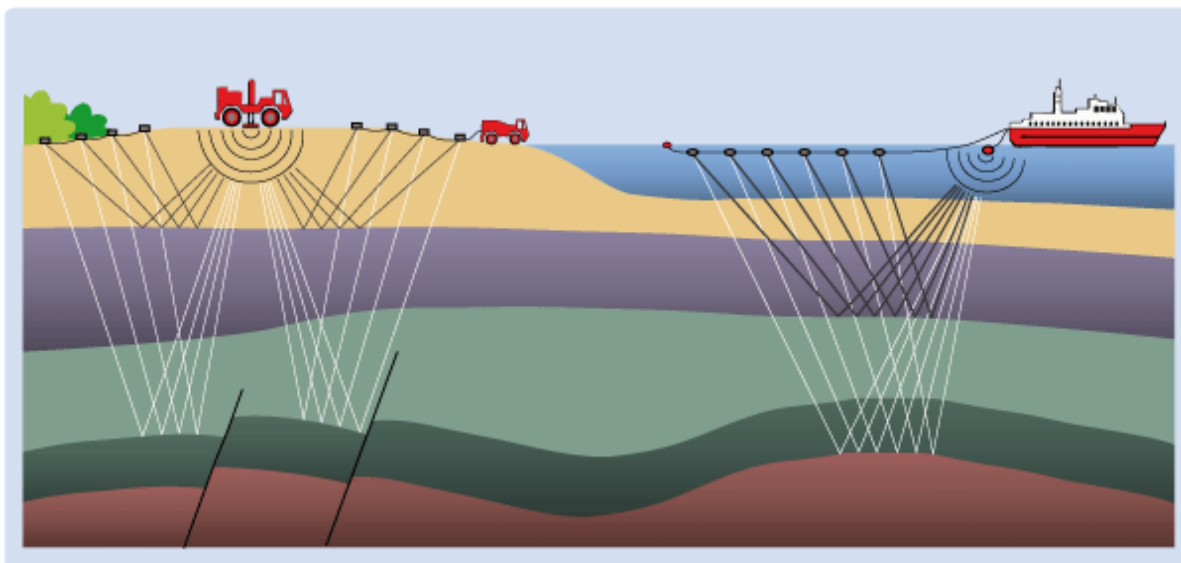
Ved en 2D seismisk undersøgelse fås et billede, der viser et tværsnit af undergrunden. Når de 2D seismiske linjer indsamles i et fintmasket net opnås et tredimensionalt billede af undergrunden. Dette kaldes 3D seismik.



Figur 5-1 Eksempel på en seismisk linje, hvor de horisontale farvede streger angiver de tolkede laggrænser, og den gule 'lodrette' streg angiver en tolket forkastning.

Seismiske undersøgelser foretages enten som 2D eller 3D undersøgelser:

- *2D seismiske undersøgelser* optages som linjemålinger. For at sikre målingen og positioneringen af de enkelte lag etableres ofte krydsende linjer. Denne måleform giver et billede af lagdelingen i undergrunden. De krydsende linjer udbygger datagrundlaget og øger kendskabet til undergrunden, samt datakvaliteten. De krydsende linjer kan desuden minimere risikoen for at større forkastninger, der forløber parallelt med et sæt af omtrent parallelle seismiske linjer ikke overses.
- *3D seismiske undersøgelser* udføres ved at foretage målingerne i et net, der kan have varierende maskevidde. Den højere detaljeringsgrad i analysen giver et mere præcist billede af undergrunden i forhold til 2D seismiske undersøgelser, herunder udbredelsen af eventuelle forkastninger.



Figur 5-2 Skematisk fremstilling af seismiske undersøgelser på land og til vands.

Valget af metode afhænger af kendskabsgraden til undergrunden i det valgte område, af undergrundens kompleksitet samt af størrelse og økonomi i det planlagte geotermiske anlæg. Fastlæggelse af de seismiske linjer og valg af metode bør foretages i samarbejde med kvalificerede rådgivere.

Forud for de seismiske undersøgelser udlægges der mikrofonkabler med én mikrofon pr. ca. 25 meter. Længderne af linjerne varierer afhængigt af afstand til nærmeste dybe boring og andre forhold.

Efterfølgende udføres selve målingerne, hvor kilden enten kan være en vibrator monteret på en lastbil, der afgiver trykbølger til undergrunden, eller sprængladninger placeret under jordoverfladen i den mættede zone. For seismiske undersøgelser på land gælder, at Energistyrelsens vilkår for seismiske målinger på landjorden skal overholdes og indarbejdes i arbejdsprogrammet.

Seismiske undersøgelser på land

På land skabes trykbølgerne i dag oftest ved hjælp af vibratore. Vibratorerne er monteret på store specialkøretøjer, der kaldes vibratorkøretøjer. Vibratorkøretøjerne er udstyret med tunge og kraftige stempler, se Figur 5-2, der presses mod underlaget. Herved genererer vibratorkøretøjerne de nødvendige trykbølger. De reflekterede trykbølger registreres ved hjælp af små, simple mikrofoner, der i fagsprog kaldes geofoner. Geofonerne placeres i jordoverfladen i lange rækker på op til flere kilometers længde. De mange geofoner, hvoraf der kan være op til flere tusinde, er forbundet til en optageenhed, som ofte er en lastbil fyldt med avanceret elektronik og kraftige computere.

For at give trykbølgen tilstrækkeligt energi til at geofonerne kan opfange refleksionerne fra de dybereliggende lag, der bliver efterforsket for kulbrinter, anvendes ofte flere vibratorkøretøjer samtidig.

Tidligere blev dynamit anvendt som lydkilde, men denne teknik bruges i dag kun i meget specielle tilfælde, hvor det er nødvendigt at indsamle seismiske data i vandmættede områder, så som moser og lignende.

Når en seismisk undersøgelse skal foretages på land, skal selskabet, der står for undersøgelsen, blandt andet indhente samtykke fra de grundejere, hvis ejendom data skal indsamles over. I tilfælde hvor en grundejer ikke giver sit samtykke, kan selskabet søge Energistyrelsen om en midlertidig tilladelse til at komme ind på ejendommen. Selskabet skal godtgøre, at det er nødvendigt at få adgang til den berørte ejendom, og dokumentere, at de har gjort en rimelig indsats for at opnå grundejerens samtykke, herunder hvilke tiltag, der er gjort for at få en aftale i stand med grundejeren.

Energistyrelsen tager dernæst stilling til, hvorvidt det er nødvendigt at gennemføre undersøgelsen på netop denne ejendom, for at tilvejebringe de nødvendige oplysninger om undergrunden. Hvis Energistyrelsen vurderer, at det er nødvendigt at gennemføre undersøgelsen på ejendommen, er selskabet berettiget til at udføre undersøgelsen på ejendommen. Grundejeren kan i givet fald klage over Energistirelsens afgørelse til klima-, energi- og bygningsministeren.

Ved målinger, der foretages på søterritoriet eller i ferskvandsområder, anvendes enten sprængladninger eller en trykluftskanon, Air Gun, med et tryk på op til 200 bar. Begge løsninger giver anledning til trykpåvirkninger og højfrekvent støj. Energistirelsens vilkår for marine undersøgelser, /5//6//7/, samt efter Danmarks center for miljø og energi (DCE)'s anvisninger, /8/ skal overholdes og indarbejdes i arbejdsprogrammet. I øvrigt gælder, at Energistyrelsen altid på forhånd skal godkende program, udstyr og udførelsesmåde for både seismiske undersøgelser på land og til vands.

Seismiske undersøgelser til vands

Når seismiske data skal indsamles på havet, bliver det seismiske udstyr trukket efter et specielt indrettet skib. Trykbølgen bliver udsendt fra en luftkanon, der trækkes efter skibet, se Figur 5-2. I stedet for geofoner bruges hydrofoner til at opfange de reflekterede signaler. Hydrofonerne er placeret i 5-8 km lange kabler, der også trækkes efter skibet. Hvis indsamlingen skal foregå i lavvandede områder, er metoden den samme dog bruges mindre både, og længden på hydrofonkablerne er meget kortere.

Ved gennemførelse af seismiske undersøgelser på havet skal der træffes passende foranstaltninger for at tage hensyn til bl.a. havpattedyr som f.eks. marsvin, sæler mv.

Energistyrelsen skal altid for både seismiske undersøgelser på land og til vands på forhånd godkende undersøgelsesprogrammerne.

Habitatdirektivet kræver en streng beskyttelse af blandt andet samtlige arter af hvaler. Støj fra seismiske undersøgelser og nedramninger af pæle eller lignende i undergrunden er påvirkninger, der kan virke forstyrrende for havpattedyr som f.eks. marsvin.

Der er derfor behov for at anvende afværgeforanstaltninger, som kan give havpattedyr tilstrækkelig tid til at forlade området, inden aktiviteterne iværksættes.

Ved tilladelser efter undergrundsloven til at udføre seismiske undersøgelser er det således et standardvilkår, at der anvendes en såkaldt Soft start-procedure. Soft start indebærer, at der som optakt til en seismisk undersøgelse foretages en langsom optrapning af lydniveauet fra den luftkanon, der anvendes i undersøgelsen.

Hvis seismiske undersøgelser foretages ved brug af detonation af sprængstoffer, stilles der tilsvarende vilkår om, at små advarselsprængninger detoneres inden for en 20-30 minutters periode inden selve undersøgelsesprængningen. Der kan også stilles vilkår om, at der inden seismiske sprængninger skal foretages observationer af, om der er havpattedyr i området, og at sprængningerne skal udsættes, hvis det er tilfældet.

Andre geofysiske undersøgelser

Andre/supplerende metoder til kortlægning af strukturer i undergrunden er gravimetrisk anomalikortlægning og magnetometri, hvor man måler henholdsvis variationer i jordens tyngdefelt og variationer i jordens magnetfelt. Disse metoder giver et mere overordnet billede af strukturer i undergrunden og bidrager ikke til at fastlægge forekomst, udbredelse og størrelse af forkastninger. Der er i forbindelse med olieefterforskning på land i 1960'erne og 70'erne gennemført en regional gravimetrisk kortlægning af Danmark, dog med varierende detaljeringsgrad fra region til region. Denne kortlægning har været benyttet til at udpege interesseområder for kulbrinteefterforskning og dermed til at udpege områder til seismisk kortlægning. I praksis eksisterer der tilstrækkeligt gode kort over undergrunden til, at der kan træffes beslutning om der skal indsamles yderligere seismiske data.

Ved **gravimetrisk** og **magnetiske opmålinger** fra luften måles henholdsvis tyngdefeltet og den magnetiske feltstyrke, der udgår fra bjergarterne i et givet område. Fra kendskabet til forskellige bjergarternes vægtfylde og magnetiske egenskaber kan man ud fra målingerne tolke, hvilke bjergartstyper der forekommer i området. Indsamlingen af data sker ved flyvning i lav højde efter forudbestemte lige linjer. Der flyves dagligt over mange uger. Miljøeffekterne er minimale med denne type opmålinger fra luften, og primært knyttet til støjen fra flyet.

5.2 Boringer

Ved etablering af borepladsen vil der være behov for et befæstet areal, der størrelsesmæssigt varierer alt efter det konkrete projekt. Generelt kræves ca. 10.000 m² ved anlæg af en enkelt boreplads udover et areal til placering af et bassin. I tilknytning til pladsen etableres vandforsyning – ofte via en separat vandforsyningsboring, kloakafledning samt opsamling af overfladevand fra den centrale del af borepladsen med tæt bund via et drænsystem til olieudskiller, hvorfra forurening kan bortskaffes med slamsuger. For at forhindre nedsivning til grundvandet af bl.a. saltvand etableres endvidere et opbevaringsbassin med membran.

Borearbejde

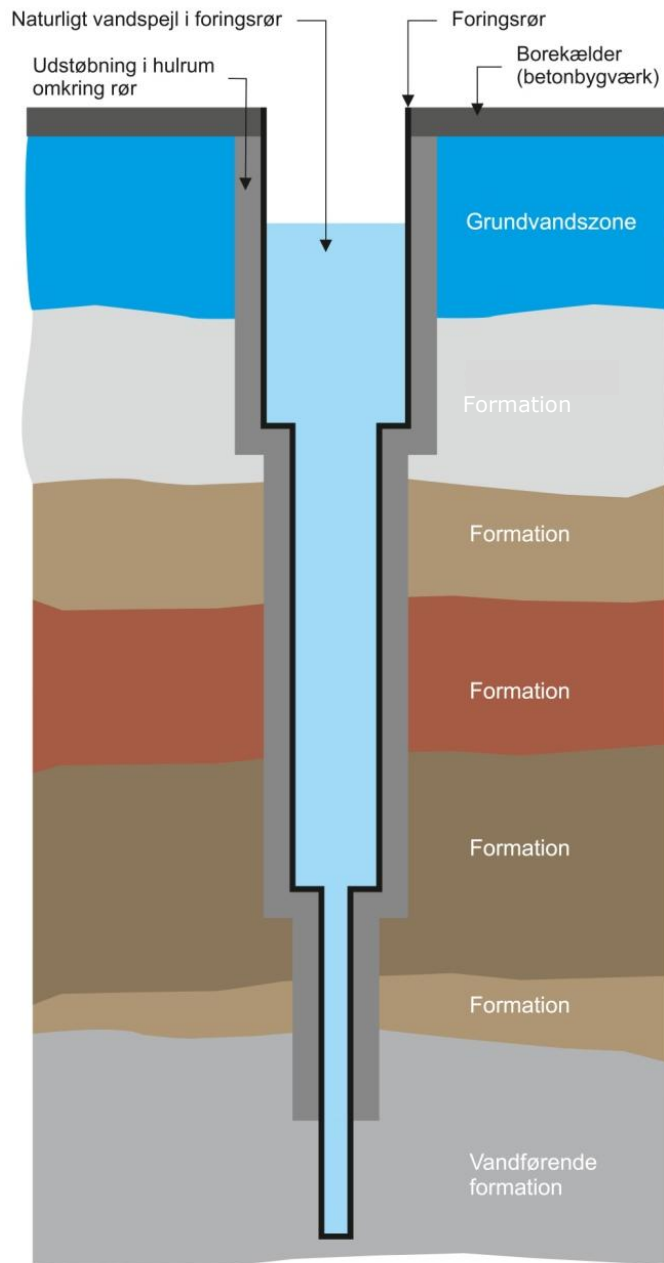
Ved planlægningen af borearbejdet skal det sikres, at grundvandsressourcen ikke påvirkes. Det gælder særligt i forbindelse med anvendelse af boremudder, der kan være tilsat kemiske stoffer. En af foranstaltningerne består i, gennem grundvandszonen, at sætte et stålføringsrør, som omstøbes med beton. Ved gennemboring af grundvandszonen udføres boringen desuden som en vandforsyningsboring med samme type boremudder, som benyttes ved vandforsyningsboringer. Principskitse af et borehul ses på Figur 5-3.

Herefter bores endnu en sektion, og der sættes stålføringsrør, der omstøbes med beton. Således fortsættes processen, indtil den ønskede formation er nået. Typisk i en dybde af 1.500 – 2.500 meter under overfladen afhængigt af geologien i området.

Det udborede materiale fra boreprocessen, kaldet borespåner, indeholder de bjergarter, der findes i undergrunden, samt en vis del boremudder fra boreprocessen. Materialet skal håndteres alt efter type. Det betyder bl.a., at der inden bortskaffelse udtages kemiske analyser, således at borespånerne kan behandles og eventuelt deponeres miljømæssigt forsvarligt.

Ved boring i særligt vanskelige jordarter i undergrunden kan det være nødvendigt, at tilsætte kemiske stoffer til boremudderet for at kunne stabilisere borehullet i formationen. Ved boring i ler kan der eksempelvis anvendes glykol. Der findes også en lang række mere eller mindre skadelige kemiske forbindelser, der kan tilsættes boremudderet afhængig af egenskaberne i de geologiske lag, som gennembøres.

Det er vigtigt, at der udarbejdes en håndterings- og deponeringsplan for borespånerne i samarbejde med den relevante myndighed og affaldshåndteringselskab på så tidligt et stadie som muligt.



Figur 5-3 Principskitse af geotermisk boring.

5.3 Prøve- og indvindingspumpning

Når boringen er udført, gøres der klar til prøvepumpning. Først renpumpes med fuld pumpekapa-citet i en afgrænset periode. Herefter foretages prøvepumpning, hvor afsænkningen i brønden ved forskellige pumpeydelse også måles. Derefter foretages en sidste prøvepumpning af bori-ngen ved fuld pumpeydelse.

I forbindelse med prøvepumpningen måles temperaturen på vandet fra det geotermiske reser-voir. Vandet fra prøvepumpningen tilledes bassinet, og der udtages analyser af vandet. Når ana-lyserne foreligger, vurderes det, om vandet kan afledes til en saltholdig recipient eller skal be-handles inden bortskaffelse. Vandmængden fra prøvepumpningen forventes typisk at være på ca. 2.000 – 4.000 m³ afhængigt af reservoirets egenskaber.

Når der er udført minimum to boringer gennemføres en reservoirstest. Her pumpes der i den ene boringen og pejles i den/de andre boring(er). Der pumpes, indtil der kan måles faldende vandstand i pejleboring(er). Dermed sikres det, at der er hydraulisk forbindelse, og der kan foretages en række beregninger af reservoirets hydrauliske egenskaber. Denne reservoirstest betyder, at der yderligere oppumpes op til ca. 10.000 m³ saltholdigt vand, som først ledes til bassinet og derefter udledes/transporteres til en godkendt recipient.

5.4 Indvinding

Et anlæg vil, afhængig af det konkrete projekt, bestå af følgende:

- En teknikbygning på ca. 250 – 750 m². Dette areal bliver væsentligt større, såfremt der skal benyttes varmepumper placeret i forbindelse med indvindingsanlægget.
- En bygning til inddækning af indvindings- og injektionsboringer på ca. 100 – 500 m²
- Et bassin på ca. 500 – 2.500 m³
- Vej og parkeringsareal

Ved etablering af meget store geotermiske anlæg eller ved anlæg, hvor der udføres lodrette og ikke afbøjede boringer, er det nødvendigt at etablere flere borepladser på forskellige lokaliteter inden for en afstand på ca. 0,5 til 2 km.

Vandet pumpes op fra reservoiret og sendes efter filtrering gennem en varmeveksler, inden det reinjiceres i det geotermiske reservoir. Det geotermiske vand er stærkt saltholdigt og holdes i geotermikredsløbet. På fjernvarmesiden af varmeveksleren cirkuleres vandet (normalt fjernvarmevand) frem i systemet.

Viser det sig, at vandet i det geotermiske reservoir er saltmættet, er der behov for særlige tiltag. Det kan være nødvendigt at opblende det geotermiske vand med grundvand fra en særskilt indvindingsboring. Dette sker for at reducere saltmætningen og dermed sikre anlægget mod udfældning af salt i de tekniske installationer og injektionsboringerne.

Anlægget skal kobles til enten et fjernvarmedistributionsnet eller til et system, hvor den geotermiske energi kan anvendes til andre formål end fjernvarme. Dette medfører anlægsarbejder ved etablering af ledninger, pumpestationer m.v. af varierende omfang alt afhængigt af afstanden til det eksisterende net.

Temperaturkravet til vandet er normalt på omkring 65 – 70° C, for at sikre, at vandet kan anvendes direkte i fjernvarmeforsyningen. Kan kravene til temperatur ikke opfyldes, er det nødvendigt at øge temperaturen. Temperaturen kan enten øges ved opblanding med vand fra traditionelle produktionsanlæg til fjernvarmeforsyning, øges vha. kedelanlæg eller ved at anvende varmepumper. Varmepumper kan enten placeres i forbindelse med indvindingsanlægget eller i forbindelse med tilslutningsanlægget til fjernvarmenettet.

Fordelen ved at anvende varmepumper er, at fremløbstemperaturen øges og returtemperaturen sænkes. Det betyder, at energiproduktionen kan øges med op til en faktor 1,8 i forhold til anlæg uden varmepumper.

5.5 Afvikling af anlægget

Energistyrelsen udsteder indvindingstilladelser med en løbetid på højst 30 år. Når denne periode nærmer sig udløbet, kan der søges om forlængelse, således at indvindingen kan fortsætte. Den samlede tilladelsesperiode kan ikke overstige 50 år.

Der kan være behov for etablering af nye boringer eller andre vedligeholdelsesmæssige foranstaltninger, for at driften kan opretholdes. Hvis der ikke gives en forlængelse, skal anlægget afvikles. De faste anlæg og bygninger fjernes (eller anvendes til andet formål), mens selve borin-

gerne forsegles med betonpropper afsat i nærmere specificerede dybder efter et af Energistyrelsen godkendt program. Herefter overskæres toppen af foringsrøret og afsluttes med en stålplade ca. 2 meter under terræn. Samme procedure anvendes, såfremt prøveboring og prøvepumpning ikke giver det ønskede resultat.

5.6 Tidslinje

Aktiviteternes varighed afhænger af det konkrete projekt, lokalitetens sårbarhed og karakter. Nedenfor er den forventede varighed skitseret:

Tabel 5-1 Forventet varighed af aktiviteter.

Seismiske eller øvrige geologiske forundersøgelser	~ 4 - 12 måneder (afhængigt af undersøgelsens omfang)
Boringer og prøvepumpning	Kan forløbe i intervaller af 2 - 4 måneders boring afhængigt af dybden / 2 - 4 ugers prøvepumpning pr. boring. Den samlede periode afhænger således af antallet af lokaliteter og kompleksiteten af disse. Boring af en brønd og en efterfølgende prøvepumpning kan samlet set vare 5 måneder eller mere, såfremt der opstår uforudsete komplikationer.
Etablering af permanent anlæg	~ 6 - 12 måneder
Indvinding	~ potentielt 50 år eller mere. Dette afhænger af reservoirets beskaffenhed.

6. MILJØVURDERING

I det følgende foretages en indledende vurdering af de potentielle miljøpåvirkninger ved realisering af efterforskning og indvinding af geotermi. Der ses både på de konkrete projektaktiviteter og på et strategisk niveau, hvor planen vurderes i forhold til øvrig overordnet planlægning.

Når det i scoping er vurderet, at der er en potentiel påvirkning, men at denne ikke vil kunne reguleres via den behandlede plan, eller at påvirkningen i høj grad afhænger af det konkrete projekt, vil emnet ikke blive vurderet på nuværende stadie. Det betyder ikke, at den pågældende miljøfaktor negligeres, men derimod, at der på et senere planlægnings- og projektstadie, kan udarbejdes forbehold, afværgeforanstaltninger m.v. Det gælder eksempelvis de visuelle påvirkninger, påvirkninger på kulturmiljø og påvirkninger på befolkning i form af fx støj og vibrationer, da disse forhold i høj grad afhænger af placering og indretning af anlægget.

En efterforsknings- og indvindingstilladelse er ikke i sig selv tilstrækkelig for at kunne opstarte et projekt, da der er en række øvrige tilladelser, der skal indhentes samt lovgivnings- og planlægningsmæssige bindinger, der skal tages højde for. Dette er også medvirkende til, at nogle af miljøforholdene først behandles ved det konkrete projekt.

Den indledende scoping resulterede i at følgende emner skal miljøvurderes.

- Natur
- Jordbund
- Overfladevand og grundvand
- Klimatiske faktorer (set i et energi- og klimapolitisk perspektiv)

6.1 Natur

6.1.1 Miljøstatus

International lovgivning - Habitatbekendtgørelsen

Natura 2000-områder er et netværk af naturområder i hele EU, der indeholder særligt værdifuld natur set i et europæisk perspektiv. Natura 2000-områderne er udpeget for at beskytte levesteder og rasteområder for fugle (fuglebeskyttelsesområder) og for at beskytte naturtyper samt plante- og dyrearter (habitatområder), der er truede, sårbare eller sjældne i EU. For hvert område er der givet en liste – det såkaldte udpegningsgrundlag - med naturtyper, arter og fugle, som det enkelte område er udpeget for at beskytte. I Figur 6-1 ses et kort over Natura 2000-områdernes placeringer i Danmark.



Figur 6-1 Natura 2000-områder i Danmark. Der forekommer 252 Natura 2000-områder der til sammen dækker 8,3 % af det samlede landareal og 17,7 % af arealet på havet.

Habitatbekendtgørelsen rummer ud over udpegnen af habitatområder endvidere en mere generel beskyttelse af en række arter opført på habitatdirektivets bilag IV, som også gælder uden for Natura 2000-områdernes grænser. Der er tale om arter på land og i marine og ferske vandområder /10/. Bekendtgørelsens ordlyd er som udgangspunkt meget restriktiv og angiver, at der ikke må gives tilladelser eller vedtages planer m.v., som kan beskadige eller ødelægge yngle- og rasteplasser for visse dyrearter.

Hvis der skal gennemføres efterforskning efter geotermi inden for et Natura 2000-område, kræver det en vurdering af om projektet i sig selv eller i forbindelse med andre planer eller projekter kan medføre en negativ påvirkning af udpegningsgrundlaget for det pågældende Natura 2000-område. Hvis det ikke kan afvises, at planen eller projektet vil kunne medføre en påvirkning af en naturtype eller art på udpegningsgrundlaget, kan planen/projektet ikke gennemføres /10/.

National lovgivning - Naturbeskyttelsesloven

Naturbeskyttelsesloven rummer en række beskyttelsesbestemmelser, herunder den generelle beskyttelse af naturarealer /11/.

Beskyttet natur

Ifølge naturbeskyttelseslovens § 3 er det ikke tilladt at foretage indgreb i de beskyttede naturtyper, som kan medføre en ændring i arealernes tilstand. Kommunerne har dog mulighed for at dispensere fra denne bestemmelse /11/ ofte med vilkår om etablering af erstatningsnatur.

Naturtyper, der er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3, er:

- Søer og vandhuller, der er mindst 100 m².
- Moser, enge, heder, overdrev, strandenge og strandsumpe, der hver for sig eller i sammenhæng har et areal på mindst 2.500 m². Moser under 2.500 m² er også beskyttede, hvis de ligger ved beskyttede vandløb eller søer.

De fleste vandløb er også beskyttede via en særskilt § 3-udpegning. Ved søer forstås både naturlige og helt eller delvist menneskeskabte vandhuller, bassiner og damme.

Der forekommer § 3-beskyttede områder spredt ud over hele Danmark. En stor del af disse arealer er små, ligger isoleret i landskabet og er af begrænset naturværdi. Der forekommer dog også større sammenhængende områder med stor naturværdi. Beskyttelsen af § 3-områder i Danmark er generelt mindre restriktiv end beskyttelsen af naturarealerne i Natura 2000-områderne.

6.1.2 Miljøpåvirkning

I det efterfølgende gennemgås de potentielle påvirkninger, som efterforskning og indvinding af geotermisk energi potentielt kan medføre på beskyttede naturarealer og -arter i det åbne land. Dette gælder både inden for og uden for Natura 2000-områder. I det efterfølgende betegner *beskyttede naturområder* følgende udpegninger, som ikke nødvendigvis er overlappende:

- Arealer der er udpeget som § 3-beskyttede i henhold til naturbeskyttelsesloven /11/ og som kan forekomme spredt over hele landet.
- Arealer inden for Natura 2000-områder, der er udpeget som naturtyper, der skal beskyttes i henhold til det pågældende udpegningsgrundlag (habitatnaturtyper). Beskyttelsen er i henhold til bekendtgørelse om internationale naturbeskyttelsesområder /10/.

Seismiske undersøgelser

Udførelse af seismiske undersøgelser kan påvirke beskyttet natur direkte i forbindelse med kørsel/færdsel på beskyttede naturarealer, i forbindelse med udlæg af lytteudstyr og lydilder (vibratører og/eller sprængladninger), herunder lastbiltransport af dette udstyr. Yderligere kan de seismiske undersøgelser medføre en direkte påvirkning af dyrelivet i forbindelse med ødelæggelse af levesteder samt en indirekte påvirkning i forbindelse med støjgener og vibrationer. Graden af påvirkning vil afhænge af den pågældende lokalitet.

Idet 2D seismiske undersøgelser kan gennemføres fra eksisterende veje, vurderes det muligt at gennemføre disse undersøgelser inden for Natura 2000-områder, forudsat at der ikke sker forstyrrelse af arter på udpegningsgrundlaget. 3D undersøgelserne derimod gennemføres i et mere finmasket net og ikke fra eksisterende veje og stier. Afhængigt af udpegningsgrundlaget for de pågældende Natura 2000-områder vurderes det således vanskeligt at gennemføre 3D seismiske undersøgelser inden for Natura 2000-områder, uden at det medfører en påvirkning af naturtyper og/eller arter på udpegningsgrundlaget.

Forskellige naturtyper er mere eller mindre sårbare overfor påvirkninger som beskrevet ovenfor. På arealer med våd eller fugtig bund (f.eks. moser, kildevæld, kær og fugtige partier af strandenge) kan færdsel med tunge maskiner således medføre, at jordbunden køres op og desuden komprimeres. Komprimeringen hæmmer planterødders evne til at vokse og vandets evne til at

trænge ned i jorden og kan dermed efterlade jorden gold. Alle naturtyper er sårbare overfor en komprimeret jordbund, men idet våd jord komprimeres mere end tør jord og leret jord mere end sandet jord, er nogle naturtyper naturligt mere sårbare end andre. Færdsel i våde naturtyper med tunge maskiner kan således efterlade hjulspor, der er synlige i flere årtier. For andre naturtyper består sårbarheden, i at kørslen skader vegetationen. Særligt sårbare er de naturtyper, der er karakteriseret ved en vegetation, der vokser meget langsomt f.eks. som følge af meget næringsfattige jordbundsforhold (f.eks. klitnaturtyper). Vegetationen i den sandede jord har generelt et meget overfladisk rodsystem, hvilket er med til at gøre sådanne naturtyper meget sårbare overfor slitage. Også mosserne og laverne, som er rigt repræsenteret i nogle af disse naturtyper, er sarte organismer i forhold til slid, idet de ikke har noget rodnet til at holde sig fast med. Særligt laverne, der dels vokser meget langsomt og dels bliver meget sprøde, når de tørrer, kan skades voldsomt ved færdsel også selvom det er til fods. Færdsel med tunge maskiner i sådanne naturtyper vil således medføre langvarige påvirkninger, idet det mindst tager 30 år før udgangspunktet igen er opnået. Naturtyper på tør bund med en robust vegetation (f.eks. tørre heder og tørre dele af strandenge) vil stadig blive påvirket ved gennemførelse af seismiske undersøgelser, men er mindre sårbare over for færdsel med tunge maskiner, idet de hurtigere bliver reetableret.

I samtlige beskyttede naturtyper kan der forekomme særligt sjældne, sårbare eller naturtypekarakteristiske arter, der skal sikres i forbindelse med de konkrete projekter. Arbejdes der i Natura 2000-områder, skal det desuden sikres, at arter på udpegningsgrundlaget ikke påvirkes, mens der uden for Natura 2000-områder skal være særligt fokus på forekomst af bilag IV-arter, som er beskyttede over hele landet.

Ligesom det gælder for naturtyperne, er der også forskel på de enkelte arter (ikke fugle) og fugles sårbarhed over for udførelse af seismiske undersøgelser. Således er bilag II og IV-arter, hvis naturlige levesteder er stærkt knyttet til de mest sårbare naturtyper, beskrevet ovenfor (f.eks. vindelsnegle, planter og padder) mest sårbare over for færdslen og ødelæggelse af levestederne i forbindelse med udførelse af seismiske undersøgelser. Hvorimod arter som pattedyrene og fuglene, der er mere mobile, er mest sårbare over for de medfølgende støjgener samt den menneskelige færdsel i området, og de er derfor mest sårbare i yngleperioden, hvor dyrene må blive i nærheden af deres ynglepladser. For trækfugle vil påvirkningerne bestå i midlertidige forstyrrelser i form af støj og færdsel i fourageringsområderne, mens undersøgelserne står på.

Placering af boreplads og nedgravning af ledninger

Etablering af borepladsen kan medføre påvirkninger af beskyttet natur, hvis den placeres på et areal, hvor der forekommer beskyttet natur. Desuden kan der være en påvirkning af bilag IV-arter, hvis borepladsen etableres på et areal, der fungerer som yngle-, raste eller fourageringsområde for bilag IV-arter. Væsentligheden af en sådan påvirkning afhænger af hvilke naturtyper eller arter, der forekommer på arealet, og hvor længe anlægget skal være i drift. Nogle beskyttede naturtyper kan erstattes af nyoprettede arealer, der hurtigt vil opnå samme naturværdi som de nedlagte (f.eks. vandhuller), hvorimod andre naturtyper ikke kan erstattes med nyoprettede arealer, idet det kan tage op imod 30 år at opnå en tilsvarende kvalitet (f.eks. overdrev). Det samme gælder for bilag IV-arter, hvor nogle arter er sjældne og særligt sårbare overfor ændringer, hvormed påvirkning af en enkelt bestand med få individer kan medføre væsentlige negative påvirkninger for hele bestanden. Andre arter derimod er mindre sjældne og sårbare, og nogle påvirkninger kan således afværges ved etablering af kompenserende biotoper i nærheden. Graden af påvirkning vil således afhænge af det konkrete areal, der udlægges til borepladsen. Tilsvarende gælder det for nedgravning af ledninger igennem beskyttede naturtyper og levesteder for bilag IV-arter, der skal reetableres efter nedgravningen.

Placering af boreplads og nedgravning af ledninger i områder, der medfører en påvirkning af beskyttede naturområder, kan ikke gennemføres uden en forudgående dispensation fra den pågældende kommune. Hvis der gives en dispensation, vil der med stor sandsynlighed blive tale om dispensation på særlige vilkår om etablering af erstatningsarealer eller øvrige afværgende foranstaltninger, som kan afværge eller minimere de negative påvirkninger.

Bortskaffelse af saltholdigt vand

Bortskaffelse af saltholdigt vand kan kun ske til saltholdige recipienter. Ved udledning skal det sikres, at der ikke er kystnære Natura 2000-områder med naturtyper og marine arter på udpegningsgrundlaget eller bilag IV-arter, der kan påvirkes negativt ved udledningen. Potentielle påvirkninger af beskyttede marine naturtyper, marine bilag IV-arter og det øvrige marine miljø består i en potentiel ændret salinitet ved tilførsel af vandet med den høje koncentration af salt (op til 25 %). Desuden kan der ske en hydraulisk påvirkning af bundforholdene, hvis vandet udledes i store mængder på kort tid. Vandets saltholdighed er afgørende for hvilke arter der kan forekomme i et givent område og en ændring i saliniteten kan således medføre en væsentlig påvirkning af de marine naturtyper.

Udledning af det saltholdige grundvand kræver en forudgående udledningstilladelse fra den pågældende kommune. I denne tilladelse vil potentielle påvirkninger i det konkrete projekt blive behandlet og der kan evt. blive tale om tilladelse på særlige vilkår, som kan afværge eller minimere de negative påvirkninger.

6.1.3 Forbehold og afværgeforanstaltninger

Det ikke er tilladt at gennemføre projekter, der kan medføre en påvirkning af udpegningsgrundlaget i Natura 2000-områder. Ligeledes er det ikke tilladt at gennemføre projekter, der kan medføre en negativ påvirkning af den økologiske funktionalitet for bilag IV-arter i hele landet /10/.

Det forudsættes derfor, at der ikke etableres borepladser, gennemføres seismiske undersøgelser eller udledes saltholdigt vand i beskyttede naturtyper eller på levesteder for arter og fugle på udpegningsgrundlaget inden for Natura 2000-områder, hvis dette kan have en negativ effekt på det pågældende udpegningsgrundlag. Ligeledes forudsættes det, at de ovennævnte aktiviteter ikke gennemføres på arealer, hvor de kan medføre, at den økologiske funktionalitet for bilag IV-arter ikke kan opretholdes.

De afværgeforanstaltninger, som er beskrevet nedenfor, omhandler således kun arealer uden for Natura 2000- områder og uden for levesteder for bilag IV-arter, der er særligt sårbare i det konkrete område.

Seismiske undersøgelser: i beskyttede naturområder, hvor det af beskyttelseshensyn ikke er muligt at køre med tunge maskiner, skal der anvendes seismiske kilder, der kan bæres ind i området.

Er det ikke muligt at undgå en direkte påvirkning af beskyttede naturområder, skal der etableres erstatningsnatur for det påvirkede område, hvis det nedlægges helt. Påvirkes området kun midlertidigt skal der udføres naturgenopretning i det tilfælde at den pågældende naturtype kan genoprettes.

Nogle arter, der er optaget på EF-Habitatdirektivets bilag IV er almindelige i Danmark, selvom de på europæisk plan er sjældne. Disse arter er bl.a. almindelige, fordi der forekommer egnede biotoper over hele landet, og den samlede bestand er således ikke så sårbar over for påvirkninger af enkelte levesteder, så længe der er tilstrækkeligt med andre egnede levesteder i nærheden. Under forudsætning af, at de rette kompenserende foranstaltninger gennemføres, således at den økologiske funktionalitet for arten stadig kan opretholdes, kan der i visse tilfælde etableres boreplads eller udføres seismiske undersøgelser, på arealer med forekomst af visse bilag IV-arter. Ved en potentiel påvirkning af bilag IV-arter er det vigtigt, at undersøgelserne eller etablering af borepladsen gennemføres uden for yngleperioden, hvor de arter, der forekommer i det konkrete område, er mindst sårbare.

Placering af boreplads og nedgravning af ledninger: gives der dispensation til at etablere borepladsen på et areal, hvor der forekommer et beskyttet naturområde gælder det, som beskrevet ovenfor, at der skal etableres erstatningsnatur eller arealet skal genoprettes.

Bortskaffelse af saltholdigt grundvand: ved udledning af saltholdigt grundvand til recipient kan udledningerne evt. foretages så langsomt, at vandet fortyndes tilstrækkeligt til at saliniteten i recipienten ikke påvirkes nævneværdigt og dermed heller ikke plante- og dyrelivet.

6.2 Jordbund

6.2.1 Miljøstatus

I forbindelse med godkendelse af det enkelte projekt vil det blive undersøgt, om der er registreret forurenede jord på det pågældende areal, hvor det geotermiske anlæg planlægges gennemført. Området kan således være områdeklassificeret eller registreret med en V1 eller V2 kortlægning i henhold til jordforureningsloven. I anlægsfasen skal det øverste muldjord, der afrømmes borepladsen håndteres efter gældende lovgivning på området, hvis der er risiko for forurenede jord.

De dybereliggende formationer i undergrunden forventes som udgangspunkt ikke at være forurenede fra aktiviteter på overfladen. Der er dog risiko for naturligt forhøjede indhold af miljøskadelige stoffer, herunder tungmetaller, i forhold til jordkvalitetskriterierne. Bl.a. er der i de dybereliggende lerlag risiko for forhøjede indhold af nikkel, hvor de dybereliggende kalklag kan have forhøjede indhold af cadmium.

6.2.2 Miljøpåvirkning

Borearbejde

I forbindelse med borearbejdet vil materialer fra undergrunden blive ført til overfladen ved hjælp af boremudder, som cirkulerer i borehullet. Når materialerne når overfladen, køres disse over en rystesi (Shaker), hvor materialet adskilles i borespåner og boremudder. I denne proces recirkuleres boremudderet og bortskaffes kun i det omfang, det er nødvendigt.

Da der bores til dybereliggende formationer i undergrunden, er det væsentligt, at de opborede materialer analyseres for indhold af miljøskadelige stoffer, idet der kan være uønskede stoffer i formationerne fra vulkansk aktivitet mv. Den største risiko for at finde uønskede stoffer, er dog i forbindelse med anvendelsen af boremudder, da der tilsættes forskellige kemiske stoffer for at stabilisere boringen og boremudderet. Tilsætningen af miljøskadelige stoffer sker oftest i forbindelse med boring i særligt vanskelige formationer.

Der udtages prøver af borespånerne til kemisk analyse, og der er krav om, at spånerne herefter behandles og analyseres jf. gældende retningslinjer. I det tilfælde at spånerne indeholder miljøskadelige stoffer fra boremudderet eller øvrige stoffer, skal dette behandles efter normal praksis for klassificering. Alle opborede materialer skal således opsamles i containere og bortkøres til videre behandling eller deponering efter klassificering. Al håndtering af opborede materialer skal ske efter myndighedernes anvisninger på godkendt anlæg.

Det skal endvidere fastlægges i klassificeringen, om de opborede materialer skal behandles som jord eller affald.

6.2.3 Forbehold og afværgeforanstaltninger

- Opborede materialer holdes adskilte og opdelt i batchs, hvorefter disse analyseres og klassificeres.
- Opborede materialer behandles, deponeres eller genanvendes alt efter klassificering.
- Der skal tages stilling til hvilke formationer, der bores igennem, og som vil kunne have risiko for naturligt forhøjede indhold af tungmetaller, således at de korrekte analyser foretages af det opborede materiale, og den rette håndtering herefter kan fastsættes.

6.3 Grundvand

6.3.1 Miljøstatus

Etableringen af geotermiske anlæg må ikke påvirke eller skade vandindvindingsinteresser. Derfor er det væsentligt, at der tages særlig hensyn til grundvandsinteresser i forbindelse med planlægningen af forundersøgelser, borearbejde og indvinding. Aktiviteterne skal planlægges og gennemføres således, at risikoen for negativ påvirkning af grundvandszonen minimeres mest muligt.

Den danske vandforsyning er udelukket baseret på indvinding af grundvand og baserer sig på, at grundvandet skal kunne anvendes som drikkevand efter simpel vandbehandling. Drikkevand skal overholde de fastsatte kvalitetskriterier for drikkevand. Kvalitetskriterierne er fastsat i den danske lovgivning, /12/. Den danske lovgivning bygger på EU's drikkevandsdirektiv.

For at sikre, at der også i fremtiden kan indvindes grundvand, der efter simpel vandbehandling opfylder kvalitetskriterierne for drikkevand, skal grundvandet beskyttes. Grundvandet skal også beskyttes, bl.a. fordi det strømmer til åer, vandløb og søer, hvor der skal opretholdes en god miljøtilstand. Målsætning og miljøtilstand for såvel grundvand som overfladevand fremgår af de 23 vandplaner, der foreligger for Danmark /13/.

Beskyttelsen af grundvandet som kilde til rent drikkevand består af dels en generel indsats dels en konkret målrettet indsats. Den konkrete målrettede indsats retter sig mod områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og mod indvindingsoplande til almene vandforsyninger, også uden for OSD. Endelig kan en konkret målrettet indsats rette sig mod boringsnære beskyttelsesområder, som kommunen kan etablere omkring vandindvindingsboringer.

6.3.2 Miljøpåvirkning

I det følgende gennemgås de påvirkninger, som efterforskning og indvinding af geotermisk energi potentielt kan have på grundvandet.

Seismiske undersøgelser

Seismiske undersøgelser gennemføres med en seismisk kilde, der enten kan være en vibrator monteret på en lastbil, der giver vibrationer til undergrunden, eller sprængladninger placeret under jordoverfladen i den mættede zone. Undersøgelser med vibrator som kilde vurderes ikke at påvirke grundvandet.

Ved undersøgelser med sprængladninger som kilde udføres en række korte boringer (shotholes) til mættet zone, og heri placeres sprængladningerne. Efter placering af sprængladningerne fyldes boringerne med bentonit eller en blanding af bentonit og sand/grus i henhold til Energistyrelsens vilkår, og efter affyring af sprængladningerne efterfyldes der med de samme materialer i tilfælde af sammensynkning af overfladen.

Boringerne kan helt eller delvist gennembore beskyttende lerlag over et grundvandsmagasin, og hvis boringerne ikke afproppes tilstrækkelig godt, kan de fungere som transportveje for uønskede kemiske stoffer, f.eks. nitrat og pesticider, fra overfladen til grundvandsmagasinet. Det forudsættes derfor, at Energistyrelsens retningslinjer vedrørende seismiske skudhuller følges. Forud for borearbejdet indhentes geologiske og hydrogeologiske kort, og områdets terrænnære geologi og hydrogeologi evalueres. Hydrogeologiske problemstillinger diskuteres med kommunen, hvis instruktioner skal følges.

Baseret på ovennævnte evaluering af geologi og hydrogeologi fastlægges skudhullernes dybde. Det tilstræbes så vidt muligt, at beskyttende lerlag over grundvandsmagasiner ikke gennembøres. Afpropningen af skudhullerne udføres i henhold til Energistyrelsens vilkår og retningslinjer. Det er i den forbindelse uhyre vigtigt, at der udvises stor omhyggelighed ved afpropning af gennemborede (anborede) lerlag med bentonit.

Placering af boreplads og geotermisk overfladeanlæg

Placeringen af borepladsen/det geotermiske overfladeanlæg har potentielt stor betydning for påvirkningen af grundvandet og vandindvindingsinteresser i forbindelse med et eventuelt uheld. Ved en uhensigtsmæssig placering af borepladsen kan et uheld betyde, at vandindvindingsinteresser påvirkes på en måde, der ikke kan oprettes ved afværgeforanstaltninger i form af f.eks. afværgeoppumpning.

Det forudsættes derfor, at placeringen af boreplads og geotermisk overfladeanlæg på et tidligt tidspunkt vurderes i forhold til grundvandsinteresser, og at denne vurdering diskuteres med kommunen, der skal godkende placeringen. Borepladsen må ikke etableres inden for beskyttelseszoner til indvindingsboringer. Kommunen kan i den forbindelse, på grundlag af vejledninger fra Miljøstyrelsen og Naturstyrelsen, udarbejde boringsnære beskyttelsesområder (BNBO) omkring indvindingsboringer til almene vandforsyninger.

Om muligt placeres borepladsen uden for områder med særlige drikkevandsinteresser og uden for indvindingsoplande til almene vandforsyninger. I en række områder vil dette dog ikke være muligt.

Borearbejde

Ved udførelsen af borearbejdet kan der være en risiko for forurening af grundvandsressourcen med boremudder med et bredt spektrum af kemiske tilsætningsstoffer og med geotermisk vand med højt indhold af salte. Forureningsspredning kan potentielt ske fra det åbne borehul, gennem utætheder mellem foringsrør og formation samt ved spild på borepladsen. Der er desuden risiko for forurening af grundvandet, hvis boremudder og borespånere ikke behandles hensigtsmæssigt.

Derfor er det en forudsætning, at der ved indretning af borepladsen indarbejdes alle nødvendige tiltag til beskyttelse af grundvandet. Det forudsættes desuden, at der i boreprogrammet ligeledes indarbejdes alle nødvendige tiltag til beskyttelse af grundvandet. Dette sker blandt andet ved, at der sættes et stålforerør, som faststøbes, når boringen er ført til fast formation under grundvandszonen.

Prøvepumpning

Ved prøvepumpning oppumpes store mængder geotermisk vand med et højt indhold af salte og i visse tilfælde indhold af tungmetaller. Det oppumpede vand vil oftest skulle opbevares i en periode, før det kan bortskaffes, f.eks. ved udledning til havet.

Ved uhensigtsmæssig håndtering og opbevaring kan det oppumpede geotermiske vand udgøre en risiko for grundvandet. Der skal derfor indrettes beholder eller bassin med tæt bund til opbevaring af det oppumpede vand, således at der ikke kan ske udsivning af vandet med risiko for nedsivning til grundvandet. Der skal ligeledes sikres en hensigtsmæssig håndtering af vandet ved oppumpning og ved bortskaffelse, således at spild med risiko for nedsivning til grundvandet minimeres.

Bortskaffelse af saltholdigt vand

I driftssituationen reinjiceres det oppumpede og afkølede geotermiske vand i det geotermiske reservoir. Der vil imidlertid med mellemrum opstå behov for opbevaring og bortskaffelse af oppumpet vand. Håndtering, opbevaring og bortskaffelse af dette vand skal ske med de samme forholdsregler som for geotermisk vand fra prøvepumpninger.

Det geotermiske vands høje salinitet medfører en stor risiko for korrosion af rør i boring, pumpe, varmeveksler m.v. Brud som følge af korrosion kan medføre udslip af geotermisk vand med deraf følgende risiko for forurening af grundvandet. Det forudsættes derfor, at det geotermiske anlæg designes med henblik på at minimere risikoen for korrosion, og at der med passende mellemrum udføres en passende inspektion af godstykker og tilstand af rør m.v.

6.3.3 Forbehold og afværgeforanstaltninger

Generelt forudsættes det, at der er udarbejdet en konkret handlingsplan for håndtering af miljøuheld og spild i forbindelse med alle faser af et geotermiprojekt.

Det forudsættes, at Energistyrelsens retningslinjer for afpropning af skudhuller overholdes i forbindelse med seismiske undersøgelser.

Det forudsættes ligeledes, at grundvandsforhold og vandindvindingsinteresser inddrages i planlægningen af projektet og ved valg af boreplads, og at alle myndighedskrav i denne sammenhæng overholdes.

Ved indretning af borepladsen forudsættes det, at alle nødvendige tiltag til beskyttelse af grundvandet i forbindelse med borearbejde, prøvepumpning og drift indarbejdes.

I forbindelse med borearbejdet i grundvandszonen foretages følgende konkrete foranstaltninger for ikke at påvirke grundvandsreservoiret:

- Der anvendes boremudder af en kvalitet, der er godkendt til anvendelse i grundvandszonen.
- Stålføringsrør føres gennem grundvandszonen til fast formation under grundvandszonen, og der cementeres mellem foringsrør og formation fra bund til top. Der cementeres med en betonblanding, der ikke sprækker, således at der efterfølgende ikke kan strømme vand mellem foringsrør og formation.
- Boremudder opsamles og genanvendes i det omfang dette er muligt. Ellers bortskaffes dette efter myndighedernes anvisninger.
- Vandet fra afvanding af de opborede materialer og boremudder opsamles i bassin på pladsen i forbindelse med borearbejdet eller i forbindelse med viderebehandlingen af det opborede materiale. Vand fra boreprocessen og afvanding af borematerialer opsamles og afledes til spildevandsrensningsanlæg. Vandet bør ikke afledes til rensningsanlæg, hvor spildevandsslam anvendes til udbringning på landbrugsjord.

Til midlertidig opbevaring af oppumpet geotermisk vand i forbindelse med prøvepumpning og drift indrettes beholder eller bassin med tæt bund til opbevaring af det oppumpede vand, således at der ikke kan ske udsivning med risiko for nedsivning til grundvandet.

Det geotermiske anlæg designes med henblik på at minimere risikoen for korrosion, og med passende mellemrum udføres en passende inspektion af godstykkelser og tilstand af rør m.v.

Hvis der sker utilsigtede hændelser og uheld, der påvirker grundvandszonen, kan det være nødvendigt at udføre afværgeboringer eller andre tiltag, således at spredning af miljøpåvirkningen minimeres. Derfor er det et krav for at opnå en efterforsknings- og indvindingstilladelse (koncession) og få godkendt boreprogrammet (hvilket Energistyrelsen står for efter undergrundslovens bestemmelser), at bygherre skal tegne nødvendige forsikringer, der dækker denne type uheld og utilsigtede hændelser.

6.4 Overfladevand

6.4.1 Miljøstatus

Overfladevand omfatter vandløb, søer og kystvande. Miljøkvaliteten til disse er fastsat efter miljømålslovens bestemmelser, og den specifikke målsætning og miljøtilstanden for vandområderne fremgår af de 23 vandplaner, som foreligger for Danmark//13/. Til hver vandplan er der knyttet et indsatsprogram, som beskriver hvilken indsats og hvilke virkemidler, der skal til for at nå de mål, som er opstillet i vandplanerne.

Vandplanen fastsætter konkrete miljømål for de enkelte forekomster af overfladevand og som hovedregel er miljømålet "god tilstand". Fristen for opfyldelse af målet om god tilstand er udgangen af 2015, men i visse vandområder er fristen for at opfylde miljømålet forlænget.

Vandplanerne indeholder målsætninger, indsatsprogram og prioriteringer samt bindende retningslinjer og er udgangspunkt for den handleplan, som kommunen skal lave. Handleplanen skal redegøre for, hvordan de enkelte kommuner vil realisere vandplanerne og indsatsprogrammet inden for kommunens geografiske område på land og for de tilstødende kystvande, som grænser op til hovedvandsoplandet.

I forbindelse med tilladelser, godkendelser m.v., som kan påvirke et Natura 2000-område, foretages en koordinering af den samlede indsats, jf. bekendtgørelse om kommunalbestyrelsens vandhandleplaner. I den forbindelse vurderes også, om der skal udarbejdes en konsekvensvurdering efter reglerne i bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter.

6.4.2 Miljøpåvirkning

Seismiske forundersøgelser

De seismiske undersøgelser på land vurderes generelt ikke at udgøre en risiko for overfladevand. Det forudsættes dog, at der tages hensyn ved krydsninger af vandløb, ved kørsel tæt på søer og marine vandområder, således at der ikke sker fysisk forstyrrelse af de nære omgivelser, herunder udskridning af brinker.

Ved seismiske målinger, der foretages på søterritoriet eller i ferskvandsområder, anvendes enten sprængladninger eller en trykluftskanon, Air Gun, med et tryk på op til 200 bar. Begge løsninger giver anledning til trykpåvirkninger og højfrekvent støj. Energistyrelsens vilkår for marine undersøgelser og anvisninger (Best Practice) fra Nationalt Center for Miljø og Energi (tidligere DMU) /4/ skal overholdes og indarbejdes i arbejdsprogrammet. I den forbindelse er der i øvrigt primært fokus på hensyn til havpattedyr. Derudover vurderes der ikke at være risiko for påvirkning af overfladevand ved de seismiske undersøgelser.

Borearbejde og nedgravning af ledninger

I forbindelse med indretning af boreplads, herunder placering af bassiner, er der risiko for, at der kan ske overfladisk afstrømning med ler og silt fra frilagte og blottede arealer til dræn, vandløb eller søer. Dette vil kunne influere på miljøkvaliteten af vandområder, idet de fine partikler kan bundfældes, og der kan ske overlejring af bundsubstratet. Dette kan påvirke bunddyr, gydebænker m.v. Dette kan undgås eller begrænses ved meget tidligt i etableringsfasen at anlægge (eventuelt midlertidige) lukkede bassiner, som opsamler al overfladeafstrømning. Bassinerne kan udformes med dykket og reguleret afløb, således at bundfældelige stoffer og eventuel olie (fra spild fra entreprenørudstyr m.v.) og andre stoffer tilbageholdes. Disse bassiner kan efterfølgende anvendes i forbindelse med indretning af plads med henholdsvis efterforskningsboring og ved prøvepumpning samt indvinding.

I forbindelse med anvendelse af boremudder kan der være risiko for, at der sker spild. Netop de etablerede bassiner skal medvirke til at forhindre og begrænse en overfladisk afstrømning af boremudder og opborede materialer til vandområder. Vand fra boreprocessen og afvanding af borematerialer opsamles fra disse bassiner og transporteres til spildevandsanlæg, hvor spildevandsslammet ikke anvendes til udbringning på landbrugsjord for således at begrænse risikoen for dels overfladisk afstrømning fra landbrugsarealerne til vandløb og søer og dels nedsvivning til grundvandet.

Ved anlæg af forsyningsledninger forudsættes det, at der tages hensyn til primært vandløbenes miljøforhold ved krydsninger. Dette kan gøres ved at underbore vandløb, så både vandløb og vandløbsnære omgivelser beskyttes eller ved, efter en konkret vurdering, at krydse vandløbet i åben gravet rende. Krydsning af vandløb skal godkendes af den pågældende kommune.

Bortskaffelse af saltholdigt vand

Bortskaffelse af saltholdigt vand kan kun ske til saltholdige/marine recipienter jf. i øvrigt 6.1.2 i forhold til Natura 2000-områder eller det kan besluttes, at det skal behandles på et spildevandsanlæg.

Potentielle påvirkninger af beskyttede marine naturtyper og det øvrige marine miljø består i en potentiel ændret salinitet ved tilførsel af vandet med den høje koncentration af salt (op til 25 %). Desuden kan der ske en hydraulisk påvirkning af bundforholdene, hvis vandet udledes i store mængder på kort tid. Vandets saltholdighed er en væsentlig faktor til fordeling af plante og dyrearter, og en ændring i saliniteten kan således medføre en påvirkning af de marine naturtyper.

Bortskaffelse af saltholdigt vand til marin recipient skal overvejes nøje i forhold til påvirkning, og udledningen vil blive vurderet i forhold til den konkrete vandplan for det konkrete vandområde (recipient). Som udgangspunkt kan dette indebære et forbud i vandområder, der er Natura 2000-områder jf. ovenfor, og der kan være restriktive krav til udledningens mængde, fortynding, salinitet, temperatur m.v. således at recipienten ikke påvirkes, og der dermed heller ikke sker påvirkning af plante- og dyrelivet.

Udledning af det saltholdige vand kræver en forudgående udledningstilladelse fra den pågældende kommune. I denne tilladelse vil potentielle påvirkninger i det konkrete projekt blive behandlet, og der kan evt. blive tale om tilladelse på særlige vilkår, som kan afværge eller minimere de negative påvirkninger.

6.4.3 Forbehold og afværgeforanstaltninger

Generelt forudsættes det, at der er udarbejdet en konkret handlingsplan for håndtering af miljøuheld og spild i forbindelse med etablering og indretning af boreplads samt under efterforskningsboring og indvindingsboring i drift.

Det forudsættes derudover, at der i forbindelse med de seismiske forundersøgelser tages det fornødne hensyn til at undgå fysisk forstyrrelse af vandområder, og at generelle vilkår vedrørende seismiske undersøgelser overholdes.

Endvidere skal det sikres, at der ikke sker overfladisk afstrømning enten via dræn eller direkte til vandområder. Derfor etableres lukkede bassiner, der sikrer, at bundfældende stoffer og olie, boremudder mv. tilbageholdes såvel i forbindelse med etablering af boreplads og gennemførelse af alle borearbejder.

Vand fra boreprocessen og afvanding af borematerialer opsamles og afledes til spildevandsrensningsanlæg. Vandet bør ikke afledes til rensningsanlæg, hvor spildevandsslam anvendes til udbringning på landbrugsjord.

Bortskaffelse af saltholdigt grundvand sker udelukkende til marine recipienter. Det er i den forbindelse forudsat, at bortskaffelse/udledning ikke sker til Natura 2000-områder. Bortskaffelse af det saltholdige vand forventes at ske på vilkår, der håndterer hensynet til recipienter og de krav, der skal tilgodeses, for at vandplanerne kan opfyldes.

6.5 Klimapolitiske faktorer

Ved energi- og klimapolitiske faktorer ses på forholdene imellem planen og den overordnede energi- og klimapolitik i Danmark, samt på hvordan geotermisk energi kan udnyttes i samspil med øvrige vedvarende energikilder.

Vedvarende energi i Danmark

De primære energikilder i Danmark baseres på olie, naturgas, kul og vedvarende energi. Energiforsyningen er reguleret i lovene om el-, gas- og varmeforsyningen og i lov om vedvarende ener-

gi, og omhandler såvel selve produktionen af energien som transport og distribution af energi. lovgivningen administreres af Klima-, Energi og Bygningsministeriet /1/.

Vedvarende energikilder udleder ikke CO₂ til omgivelserne, som tilfældet er ved særlig olie, naturgas og kul. Ved at anvende en større andel vedvarende energikilder reduceres den samlede udledning af CO₂ til atmosfæren. Et skift i retning af stor anvendelse af vedvarende energikilder kan desuden være medvirkende til, at den politiske målsætning om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler i 2050, kan realiseres /1/.

Energistrategi

I regeringens seneste energistrategi "Vores energi" fra november 2011 er der opstillet en række energipolitiske målsætninger. Disse skal fungere som milepæle på vejen mod et energi- og transportsystem baseret på 100 % vedvarende energi i 2050. Udover at omlægge energikilderne er det hensigten at reducere selve energiforbruget via forskellige initiativer. Det betyder, at vedvarende energi ikke skal erstatte de fossile brændsler i forholdet én til én, da det samlede energiforbrug skal nedsættes.

I Tabel 6-1 ses et uddrag af nogle af de overordnede energistrategiske mål. Tabellen illustrerer vedvarende energi (VE), og er således en sum af alle vedvarende energiformer som anvendes i Danmark – dog med størst fokus på vindenergi.

Tabel 6-1 Uddrag af energipolitiske mål og resultater i 2020, Vores Energi /2/.

Regeringens mål	Resultater i 2020 af "Vores energi"
100 % vedvarende energi i 2050	Markant skridt mod udfasning af fossile brændsler og omlægning til 100 % vedvarende energi. Reduktion i energiforbrug med 26 % fra 2010 til 2020
100 % vedvarende energi i el og varme i 2035	Halvering af anvendelsen af fossile brændsler til el og varme fra 2010 til 2020
Kul udfaset i 2030	Kulforbruget reduceres med 65 % i 2020 i forhold til i dag
Oliefyr udfaset i 2030	Halvering af antallet af oliefyr i 2020 i forhold til 2010 og et godt fundament for indsatsen fra 2020 til 2030
Vind udgør halvdelen af elforbruget i 2020	Opfyldes med 52 % vind af elforbrug i 2020

Energistrategien er foreløbig blevet udmøntet i en politisk aftale fra marts 2012 af regeringen med bred opbakning fra de politiske partier for perioden 2012-2020. Geotermi fylder ikke meget i selve aftaleteksten, men skal ses i sammenhæng med den fremtidige fjernvarmeforsyning; herunder fremme af kraftvarme, biomasse mv. Der er i aftalen lagt op til en række analyser, der skal gennemføres for at vurdere potentialer, barrierer m.v.

Klimaplan

Energistrategien "Vores energi" og den politiske aftale indeholder en lang række konkrete tiltag og målsætninger for at fremme energieffektiviseringer og vedvarende energi med henblik på at reducere udledning af drivhusgasser. Med initiativerne i den politiske aftale, vil CO₂-udledningen i 2020 være 34 procent mindre, end den var i 1990. Regeringen planlægger dog at fremlægge en klimaplan i 2012, der skal sikre, at Danmark når regeringens mål om en samlet drivhusgasreduktion på 40 % i 2020 i forhold til 1990, og at Danmark lever op til sin EU-forpligtelse om at reducere drivhusgasudledningerne i de ikke-kvotefattede sektorer med 20 pct. i 2020 i forhold til niveauet i 2005.

Klimaplanen vil desuden blive fulgt op af en klimalov, der bl.a. skal sikre løbende overvågning af opfyldelsen af klimamålene både på kort og lang sigt /2/.

6.5.1 Miljøpåvirkning

Klimamålsætninger

Efterforskning og indvinding af geotermi spiller ikke så stor en rolle i den nuværende energipolitik som vindenergi og bioenergi. Det skyldes bl.a. at der i mange år har været tradition for, og potentiale for, effektiv udnyttelse af vindenergi og bioenergi, mens geotermi, solenergi, bølgeenergi m.v. fortsat kun udnyttes i mindre grad. Dette skyldes bl.a., at teknologierne inden for disse områder stadig er mere usikre, og at udfordringen med at lagre og distribuere energi til tidspunkter på et døgn eller i løbet af et år, når der er brug for den, på nuværende tidspunkt ikke er løst i tilstrækkelig grad. Mange af disse "nye" teknologier er desuden stadig omkostningstunge sammenlignet med eksempelvis vindenergi- og bioenergiteknologier. I energistrategien er der imidlertid tiltag til fremme af nogle af disse nye VE-teknologier i fjernvarmesystemet via en tilskudspulje på 35 mio. i alt i perioden 2012-2015.

Den fremtidige udbygning af geotermisk energiudnyttelse skal ses i tæt samspil med både den eksisterende og fremtidige udbygning af fjernvarme fra bl.a. affaldsforbrændingen, centrale kraftvarmeanlæg, storskala solvarmeanlæg, store varmepumper evt. kombineret med sæsonvarmelagring /2/. De energipolitiske målsætninger er ikke fastsat for geotermi specifikt, men indvinding af geotermi kan være en del af den gruppe af vedvarende energiformer, som supplerer de nuværende primære vedvarende energikilder: vindenergi og bioenergi.

Potentialet i Danmark

Potentialet i Danmark er undersøgt og kortlagt, og der er derigennem registreret områder med højt potentiale for indvinding. Der er imidlertid mange faktorer der spiller ind på, om en given boring resulterer i en succesfuld indvinding.

I hvor høj grad geotermisk energi kan være medvirkende til at opnå klimamålsætningerne afhænger således bl.a. af potentialet i Danmark, muligheder for tilkobling til både eksisterende og nye fjernvarmeforsyningsnet, muligheder for lagring og ikke mindst interessen fra ansøgere. Herunder de økonomiske, juridiske og organisatoriske forhold i forbindelse med konkrete projekter.

6.5.2 Forbehold og afværgeforanstaltninger

Vurderingerne af de klimapolitiske faktorer er foretaget på et overordnet strategisk niveau, og der vurderes ikke at være behov for afværgeforanstaltninger.

6.6 Kumulative effekter

Indvinding af geotermi skal endvidere også ses i forhold til øvrig planlægning inden for kommunernes og energiforsyningsselskabernes varmeplanlægning, strategiske energiplanlægning og klimaplaner samt anden udnyttelse af undergrunden i relation til vurdering af kumulative effekter.

Geotermiske anlægs indpas i både eksisterende og nye energiforsyningsmuligheder vil være stærkt afhængigt af en række samfundsøkonomiske, selskabsøkonomiske og organisatoriske faktorer i forhold til udviklingen af det samlede energisystem inden for f.eks. en kommune, men også på tværs af kommunegrænserne.

Anlægsomkostningerne ved etablering af geotermiske anlæg er store og energimængden herfra skal derfor helst være den primære kilde til varmeproduktionen i det pågældende område, for at opnå så mange driftstimer som muligt og dermed reducere produktionsomkostningerne. Det betyder også, at geotermiske anlæg kan forhindre en effektiv udnyttelse af f.eks. solvarme, såfremt det ikke er muligt at sæsonlagre varmeenergien fra enten solvarme- eller geotermiproduktionen. Det er derfor væsentligt at overveje samspillet imellem forskellige produktionsformer ved planlægning af et givet anlæg, således de forskellige produktionsformer ikke er i konflikt med hinanden. Der kan derudover være en konflikt til anden udnyttelse af undergrunden i form af eksempelvis gas- og CO₂ lagring.

7. FORBEHOLD OG AFVÆRGEFORANSTALTNINGER

I det følgende opsummeres de forbehold og afværgeforanstaltninger, der er præsenteret i de respektive fagkapitler.

7.1 Natur

- a) Det forudsættes, at der ikke etableres borepladser, gennemføres seismiske undersøgelser eller udledes saltholdigt vand i Natura 2000-områder, som medfører negativ påvirkning af udpegningsgrundlaget for det pågældende område.
- b) I beskyttede naturområder, hvor det af beskyttelseshensyn ikke er muligt at køre til med tunge maskiner, anvendes seismiske kilder, der kan bæres ind i området.
- c) Er det ikke muligt at undgå en direkte påvirkning af beskyttede naturområder, må der etableres erstatningsnatur for det påvirkede område, hvis det nedlægges helt. Påvirkes området kun midlertidigt må der udføres naturgenopretning i det tilfælde, at den pågældende naturtype kan genoprettes.
- d) Med hensyn til påvirkning af beskyttede dyrearter (bilag IV-arter) er det vigtigt, at de seismiske undersøgelser gennemføres på et tidspunkt, hvor de arter, der forekommer i det konkrete område er mindst sårbare, hvilket for de fleste bilag IV-arter er i yngleperioden.
- e) Gives der dispensation til at etablere borepladsen på et areal, hvor der forekommer et beskyttet naturområde gælder det, som beskrevet ovenfor, at der skal etableres erstatningsnatur eller arealet skal genoprettes, hvis muligt.
- f) Ved udledning af saltholdigt vand til recipient kan udledningerne evt. foretages så langsomt, at vandet fortyndes tilstrækkeligt til at saliniteten i recipienten ikke påvirkes nævneværdigt og dermed heller ikke plante- og dyrelivet.

7.2 Jord

- g) Opborede materialer holdes adskilte og opdelt i batchs hvorefter disse analyseres og klassificeres.
- h) Opborede materialer behandles, deponeres eller genanvendes alt efter klassificering.
- i) Der skal tages stilling til hvilke formationer, der bores igennem, som vil kunne have risiko for naturligt forhøjede indhold af tungmetaller, således at de korrekte analyser foretages af det opborede materiale og den rette håndtering herefter kan fastsættes.

7.3 Grundvand

- j) Det forudsættes, at Energistyrelsens retningslinjer for afpropning af skudhuller overholdes i forbindelse med seismiske undersøgelser.
- k) Det forudsættes, at grundvandsforhold og vandindvindingsinteresser inddrages i planlægningen af projektet og ved valg af boreplads, og at alle myndighedskrav i denne sammenhæng overholdes.
- l) Ved indretning af borepladsen indarbejdes alle nødvendige tiltag til beskyttelse af grundvandet i forbindelse med borearbejde, prøvepumpning og drift.
- m) Ved boring gennem grundvandszonen anvendes boremudder af samme kvalitet som også anvendes i forbindelse med udførelse af grundvandsboringer.
- n) Stålforsingsrør føres gennem grundvandszonen til fast formation under grundvandszonen, og der cementeres mellem foringsrør og formation fra bund til top. Der cementeres med en betonblanding, der ikke sprækker, således at der efterfølgende ikke kan strømme vand mellem foringsrør og formation.
- o) Boremudder opsamles og genanvendes i det omfang dette er muligt. Ellers bortskaffes dette efter myndighedernes anvisninger.
- p) Vandet fra boreprocessen, afvanding af de opborede materialer og boremudder opsamles i bassin på pladsen i forbindelse med borearbejdet eller i forbindelse med viderebehandlingen af det opborede materiale. Det opsamlede vand afledes til spildevandsrensningsanlæg. Vandet bør ikke afledes til rensningsanlæg, hvor spildevandsslam anvendes til udbringning på landbrugsjord.

- q) Til midlertidig opbevaring af oppumpet geotermisk vand i forbindelse med prøvepumpning og drift indrettes beholder eller bassin med tæt bund til opbevaring af det oppumpede vand.
- r) Det geotermiske anlæg designes med henblik på at minimere risikoen for korrosion og med passende mellemrum udføres en passende inspektion af godstykkelser og tilstand af rør m.v.
- s) Hvis der sker utilsigtede hændelser og uheld, der påvirker grundvandszonen, gennemføres tiltag, der sikrer, at spredning af miljøpåvirkningen minimeres. For at opnå koncession og få godkendt boreprogrammet skal bygherre tegne nødvendige forsikringer, der dækker denne type uheld og utilsigtede hændelser.

7.4 Overfladevand

- t) Det forudsættes, at der i forbindelse med de seismiske forundersøgelser tages det fornødne hensyn til at undgå fysisk forstyrrelse af vandområder. Desuden forudsættes det, at generelle vilkår vedrørende seismiske undersøgelser overholdes.
- u) Ved indretning af boreplads og gennemførelse af borearbejder, skal det sikres, at der ikke sker overfladisk afstrømning af boremudder eller overfladevand til eksisterende dræn eller direkte til vandområder. Derfor etableres lukkede bassiner, der sikrer, at bundfældende stoffer og olie m.v. tilbageholdes.
- v) Bortskaffelse af saltholdigt vand sker udelukkende til marine recipienter. Det er i den forbindelse forudsat, at bortskaffelse/udledning ikke sker til Natura 2000-områder. Bortskaffelse af det saltholdige vand forventes at ske på vilkår, der håndterer hensynet til recipienter og de krav, der skal tilgodeses, for at vandplanerne kan opfyldes.
- w) I forbindelse med bortskaffelse af saltholdigt vand skal planlægningen af udledning af saltholdigt vand til recipient overvejes nøje i forhold til påvirkning og udledningen vil blive vurderet i forhold til den konkrete vandplan for det konkrete vandområde (recipient). Som udgangspunkt kan dette indebære et forbud i vandområder, der er Natura 2000-områder, og der kan være restriktive krav til udledningens mængde, fortynding, salinitet, temperatur m.v. således at recipienten ikke påvirkes nævneværdigt, og der dermed heller ikke sker påvirkning af plante- og dyrelivet.
- x) Det skal sikres, at håndtering af overfladevand på borepladser ikke afstrømmer overfladisk eller via dræn til vandløb eller søer.
- y) Vandet fra boreprocessen, afvanding af de opborede materialer og boremudder opsamles i bassin på pladsen i forbindelse med borearbejdet eller i forbindelse med viderebehandlingen af det opborede materiale. Det opsamlede vand afledes til spildevandsrensningsanlæg. Vandet bør ikke afledes til rensningsanlæg hvor spildevandsslam anvendes til udbringning på landbrugsjord.

7.5 Klimapolitiske faktorer

Vurderingerne af de klimapolitiske faktorer er foretaget på et overordnet strategisk niveau, og der vurderes ikke at være behov for afværgeforanstaltninger.

8. OVERVÅGNINGSPROGRAM

De potentielle miljøpåvirkninger, som er identificeret i miljøvurderingen, forventes at forekomme ved etablering af boreplads, ved de forskellige aktiviteter i forbindelse med forundersøgelser og prøveboringer samt ved den egentlige indvinding.

Det er en forudsætning for planens realisering, at der ved de konkrete projekter gives de nødvendige tilladelser og eventuelle dispensationer, såfremt et konkret projekt er i konflikt med f.eks. beskyttede områder jf. naturbeskyttelsesloven. Ved det konkrete projekt skal der desuden tages stilling til, om der skal udarbejdes kommuneplantillæg og lokalplan, og om denne planlægning eventuelt skal miljøvurderes.

Ved det konkrete projekt vil der desuden være behov for en vurdering af samspillet til klimastrategien/handleplaner i den pågældende kommune, afsætningsmuligheder m.v.

På den baggrund vurderes det, at den nødvendige overvågning først kan tilrettelægges på et senere stadie af planlægningen.

9. REFERENCER

- /1/ Klima- energi og bygningsministeriet, http://www.kemin.dk/da-DK/KlimaogEnergipolitik/danmark/energiforsyning_og_effektivitet/Vedvarende_energi/Sider/Forside.aspx**
- /2/ Regeringen, Klima-, Energi- og Bygningsministeriet, Vores Energi, november 2011**
- /3/ Energistyrelsen, Geotermi – varme fra jordens indre, oktober 2009**
- /4/ Danmarks Miljøundersøgelser, Best Practice**
- /5/ Energistyrelsen, A Guide to Hydrocarbon, Exploration and Drilling Activities, September 2011**
- /6/ Energistyrelsen, Vilkår for forundersøgelser til lands, oktober 2008**
- /7/ Energistyrelsen, Vilkår for forundersøgelser til havs, oktober 2008**
- /8/ Energistyrelsen, Conditions regarding plugging of seismic shotholes**
- /9/ Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser, GEUS, Undersøgelsesrapport 2009/59, Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark, Anders Mathiesen, Lars Kristensen, Torben Bidstrup & Lars Henrik Nielsen**
- /10/ Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter, BEK nr. 408 af 01/05/2007, Miljøministeriet.**
- /11/ Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse, LBK nr. 933 af 24/09/2009, Miljøministeriet.**
- /12/ Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=138647>**
- /13/ Naturstyrelsen, vandplaner, http://www.naturstyrelsen.dk/Vandet/Vandplaner/Se_vandplanerne/**