Geotermi - varme fra jordens indre

Status og muligheder i Danmark

Oktober 2009

ENERGI STYRELSEN

Geotermi – varme fra jordens indre

Status og muligheder i Danmark

Oktober 2009

Denne redegørelse om status og muligheder for udnyttelse af geotermisk varmeproduktion i Danmark er udarbejdet af Energistyrelsen. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) har i den forbindelse udarbejdet rapporten "Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark", september 2009. Resultaterne fra GEUS-rapporten indgår i redegørelsen, ligesom dele af illustrationerne i denne redegørelse stammer fra GEUS-rapporten, som der henvises til for yderligere oplysninger.

Energistyrelsen vil senere supplere med en redegørelse om internationale erfaringer, økonomiske forhold mv. for geotermisk varmeproduktion.

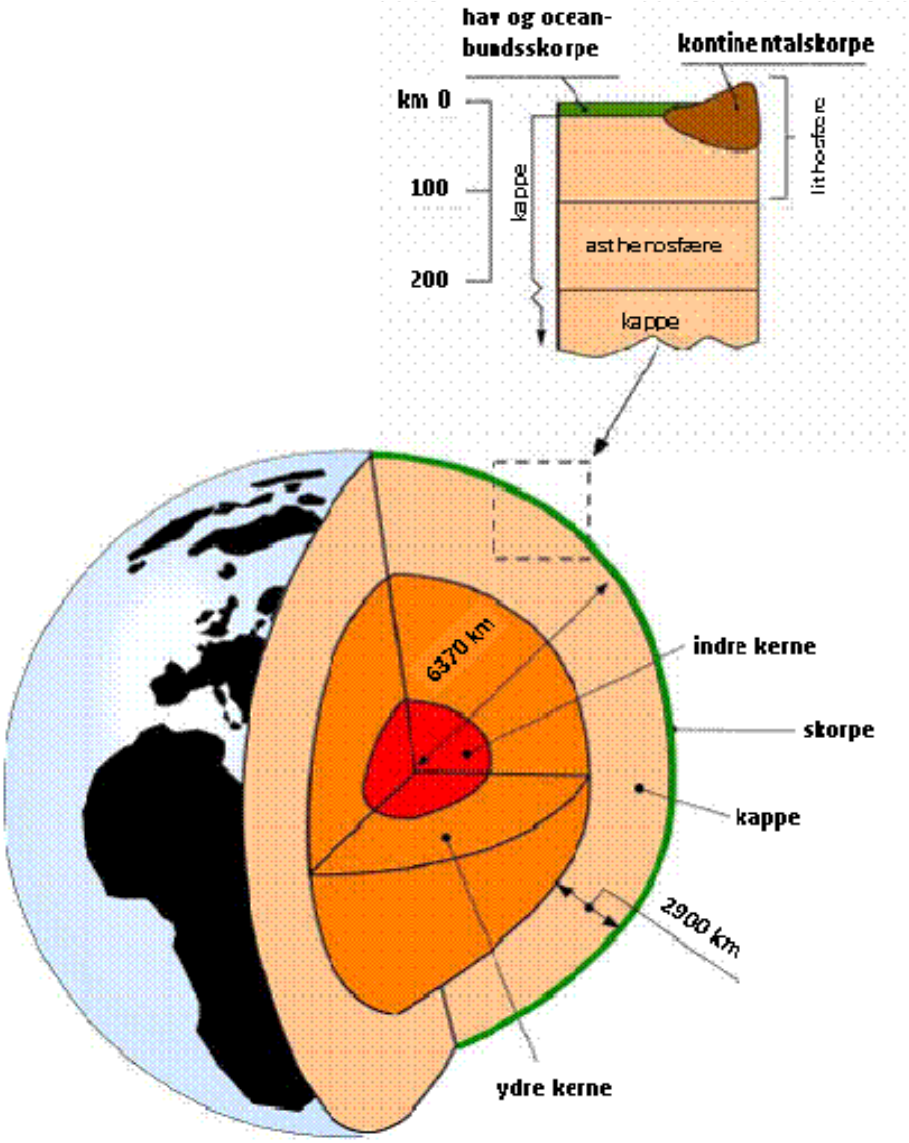
ISBN-nummer: 978-87-7844-815-6

Indholdsfortegnelse

1. Hvad er geotermisk energi? 3
2. Hvordan kan geotermisk energi udnyttes? 5
   2.1 Udnyttelse af geotermisk energi i dag 5
   2.2 Udnyttelse af geotermisk energi i fremtiden 6
3. Hvordan kan geotermisk energi udnyttes i Danmark? 8
   3.1 Indledende undersøgelser 8
   3.2 Geotermisk varmeproduktion 9
   3.3 Effekter på miljø og klima 10
   3.4 Miljølovgivning 11
4. Hvor kan geotermisk energi udnyttes? 12
   4.1 Datagrundlag 12
   4.2 Hvilke sandstenslag kan udnyttes? 14
   4.3 Hvor ligger de potentielle sandstenslag? 14
   4.4 Hvor meget varme er der i undergrunden? 16
   4.5 Områder med potentiale for opkobling til eksisterende fjernvarmenet 18
   4.6 Skitse til modning af et område 19
5. Status for udnyttelse af geotermisk energi i Danmark 21
   5.1 Thisted 21
   5.2 Amager 21
   5.3 Sønderborg 21
6. Tilladelser til geotermiske anlæg 22
   6.1 Tildeling af tilladelser 22
   6.2 Eksisterende tilladelser til efterforskning og indvinding af geotermisk energi 23
7. Økonomiske forhold for geotermiske anlæg 25

1. Hvad er geotermisk energi?

Inde i jordens kerne foregår der til stadighed radioaktive processer, der ligner dem, som foregår i solen. Disse processer medfører en konstant strøm af varme fra jordens indre, som har en temperatur på omkring 5.000 °C, se figur 1. Varmen strømmer ud gennem jordens kappe til skorpen, hvor den kan udnyttes. De øvre dele af jordens skorpe består af bjergarter, hvorfra varmen fra jordens indre mange steder kan udnyttes. Overalt på jorden findes meget store mængder geotermisk energi i undergrunden. Mange steder i verden er energien dog svært tilgængelig. Udnyttelse af geotermisk energi kan primært ske fra områder i undergrunden med bjergarter som sandsten eller kalk. Bjergarterne skal have tilstrækkelig porøsitet samt gode vandledende egenskaber (permeabilitet), så vandet kan strømme frit i undergrundens lag. Disse områder i undergrunden betegnes som geotermiske reservoirer.



Figur 1. Jordens skorpe, kappe og kerne.
Øverst til højre: et tværsnit gennem skorpen og den øverste kappe (DONG, IGA).

Geotermisk energi er en vedvarende energiform. Vedvarende energi er en fællesbetegnelse for energiformer, der ikke har begrænsede reserver, men dog er begrænsede i deres øjeblikkelige forekomst, eksempelvis solenergi og vindenergi. Geotermisk energi defineres som vedvarende energi, da den inden for vor tids teknologi- og samfundssystemers tidsskalaer kan reproducere sig selv[1]. Derfor bliver den også medtaget i statslige og overstatslige forsknings- & udviklingsprogrammer for vedvarende energi, eksempelvis i EU. Geotermisk energi er den eneste anvendte vedvarende energiform, som er helt uafhængig af klima- og sæsonændringer.

En afgørende faktor i definitionen af en vedvarende energiform er "energigenopladningen". I naturlige geotermiske lagre finder denne energigenopladning sted, ved at varme strømmer til reservoiret i samme omfang, som det udvindes. Mængden af geotermisk energi på jorden er nogenlunde konstant, og hvis energien ikke udnyttes i et geotermisk anlæg vil den blot forsvinde ud i verdensrummet. Udvinding af geotermisk energi vil lokalt føre til en gradvis afkøling af vandet i undergrunden hen over en årrække, da det afkølede vand anvendt til eksempelvis fjernvarmeproduktion bliver pumpet tilbage i reservoiret. Efter en periode på 25-30 år vil temperaturen i reservoiret og dermed anlæggets effekt langsomt begynde at dale[2]. Medfører dette, at anlæggets fortsatte produktion ikke er rentabel, kan der laves nye boringer i det omkringliggende område (få kilometer væk), hvor temperaturen i reservoiret ikke er faldet. Den forladte lokalitet vil herefter langsomt blive genopvarmet.

[1] GEOWATT AG, tidsskriftet Geothermics, maj 2003, side 463
[2] DONG Energy (www.geotermi.dk)

2. Hvordan kan geotermisk energi udnyttes?

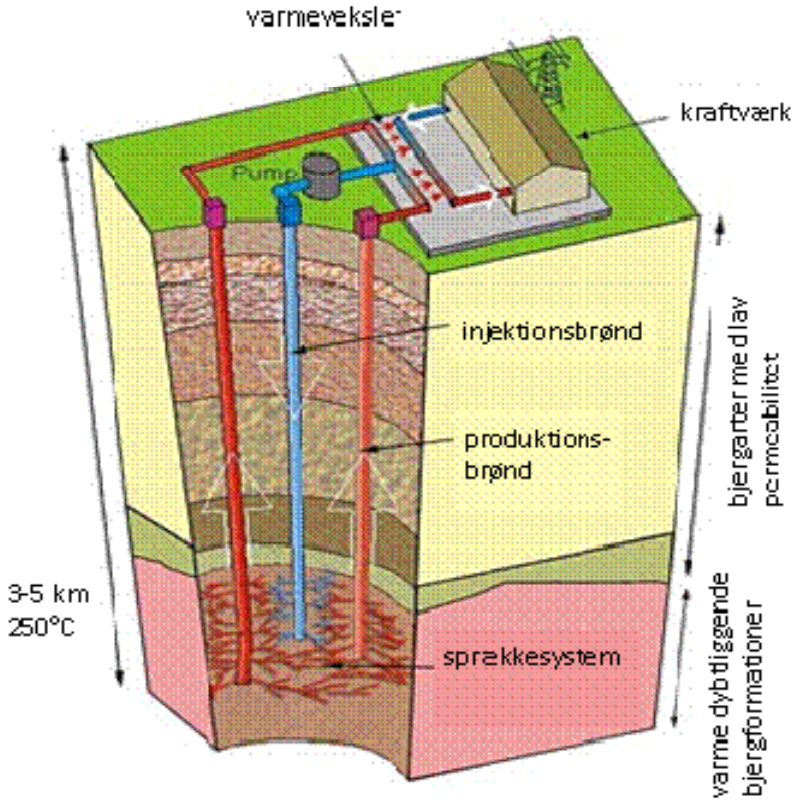
Geotermisk energi er en stabil energikilde upåvirket af vejrforhold og tider på døgnet. Geotermiske anlæg kan tilpasses forsyningsbehovet til både hele byer og mindre lokalområder. Der findes i dag forskellige måder at udnytte den geotermiske varme på alt afhængig af de geologiske forhold.

2.1 Udnyttelse af geotermisk energi i dag

Lavtemperatur-geotermi er den eneste form for udnyttelse, der er afprøvet i Danmark. Lavtemperatur-geotermi udnyttes hovedsageligt til fjernvarmeproduktion og kan også udnyttes til opvarmning af drivhuse, varme til industrielle processer, termiske bade m.m. Geotermisk varmeproduktion kan i Danmark indvindes fra sandstensreservoirer, som ligger i ca. 800 til 3000 meters dybde, hvor der er temperaturer fra ca. 30 °C til 90 °C.

Herudover findes der to andre former for geotermiudvinding som anvendes andre steder i verden. *Mellem- og højtemperatur-geotermi* med temperaturer over 90 °C giver mulighed for at producere elektricitet. Dette ses der blandt andet eksempler på i Indonesien og på Island. På det europæiske kontinent findes der kun få lokaliteter der er egnede til geotermisk elproduktion, da høje temperaturer oftest kun findes i områder med vulkansk aktivitet og varme kilder.

"Hot dry rock"-geotermi eller HDR-geotermi er en særlig teknologi, hvor der skabes mulighed for at udnytte den energi, som ligger lagret i dybtliggende tørre bjergformationer helt ned til 5 kilometers dybde, i områder hvor der ikke findes vand, og som vand meget vanskeligt kan strømme igennem.



Figur 2. HDR-kredsløb (Hot Dry Rock geotermi) (http://hotrock.anu.edu.au).

Varmen i disse områder kan udvindes ved at bore et eller flere huller til en passende dybde og herigennem etablere et sprækkesystem i lagene i undergrunden, hvor koldt vand injiceres. Det kolde vand kan strømme gennem de dannede sprækker og blive omdannet til damp, der kan drive en turbine og producere elektricitet, jf. figur 2. Temperaturerne i disse dybder skal være højere end 100 °C, og helst 200 °C for at være egnede til elproduktion.

En særlig form for geotermisk anvendelse af undergrunden er *varmelagring kombineret med geotermi*. Dette er særlig relevant i forbindelse med sæsonregulering, da der er et større varmebehov i vinterperioden, og overskudsvarmen fra sommerperioden herved kan erstatte dyr spidslastvarme.
Ved varmelagring i forbindelse med sæsonregulering udnytter man den billige spildvarme i sommerperioden til at varme vand op til for eksempel 200° C, hvorefter man pumper det varme vand ned i porøse lag i undergrunden. Overskudsvarmen kan for stjerneanlæg (se omtale heraf i afsnit 3.2) pumpes ned i produktionsboringer i perioder, hvor anlægget ikke kører på fuldlast. Der kan også etableres en lagerboring i forbindelse med anlægget, hvor overskudsvarmen pumpes ned. Når den lagrede varme så skal produceres i vinterperioden, er processen den samme som for anden geotermisk energiindvinding. Geotermisk sæsonlagring er blandt andet afprøvet med godt resultat i Neubrandenburg, Tyskland.

2.2 Udnyttelse af geotermisk energi i fremtiden

Der forskes i at udvikle nye teknologier inden for udvinding af geotermisk energi. Dette både i forhold til at mindske omkostningerne ved etablering og drift af anlæg, og i forhold til at anvende geotermi til fremstilling af elektricitet og varme under andre typer geologiske forhold, end det i dag er muligt.

En udvikling som på længere sigt måske kan blive interessant, er geotermisk elektricitetsproduktion ved lave temperaturer. Teknologien har dog en meget lav virkningsgrad. I dag er to lavtemperatur-elektricitetssystemer tilgængelige;

Organic Rankine Cycle (ORC) er en afprøvet teknologi, der anvender en organisk væske i stedet for vand/damp til varmeoverføring. Det tyske geotermiske elkraftværk, Neustadt-Glewe, idriftsat i november 2003, er det første i Tyskland til at benytte ORC-teknologien[3]. Der findes talrige ORC anlæg til geotermi i andre lande. Anlægget i Tyskland benytter en lav temperatur til elektricitetsproduktion. Anlægget pumper varmt vand op med en temperatur på ca. 98 °C i en dybde på 2.250 meter. Varmen bliver konverteret til elektricitet (210 kW) ved brug af en ORC-turbine, som er tilsluttet i leddet efter produktionsboringen. Her opvarmer det geotermiske vand den organiske væske, som er i et lukket system, hvorved den omdannes til damp og udvider sig. Generatorerne, som er tilsuttet det lukkede system, danner således elektricitet. Efter elektricitetsgenerationen overføres varmen til fjernvarmesystemet med en temperatur mellem 70 °C og 84 °C. Afhængigt af varmebehovet bliver det afkølede vand blandet med varmt vand direkte fra boringen. Elektricitetsproduktionen og fjernvarmenettet konkurrerer altså om den termiske varme.

Ved *Kalina Cycle* er den anvendte organiske væske ammoniakbaseret. Denne væske har vist sig at være særlig egnet til effektiv elektricitetsproduktion ved lave temperaturer. Teknologien er kommerciel, og anvendes på flere anlæg i Japan og USA samt i et anlæg på Island og et i Tyskland[4].

[3] http://www.gmk.info
[4] http://www.geo-energy.org/

Det vil sandsynligvis kræve øgede investeringer at installere disse teknologier. Dette kan dog hurtigt opvejes, da man må forvente, at det samtidigt medfører en øget udnyttelse af varmeenergien i vandet.

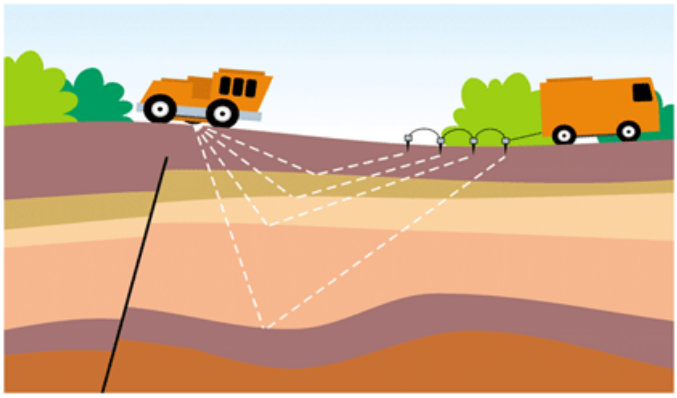
3. Hvordan kan geotermisk energi udnyttes i Danmark?

I Danmark kan geotermisk energi udnyttes til produktion af varme, der kan anvendes i fjernvarmesystemer. Temperaturen, og hermed energiindholdet, i den danske undergrund stiger med dybden ca. 25-30 °C per kilometer. I undergrunden i ca. 800 – 3000 meters dybde findes der mange steder i Danmark vandholdige sandstenslag med vandledende egenskaber af en sådan karakter, at geotermisk varmeproduktion er mulig.

Geotermisk energi kan udnyttes alle steder, hvor der er brug for større mængder varmt vand. I de velegnede geotermiske reservoirer i den danske undergrund er temperaturerne mellem ca. 30 °C og 90 °C. Udnyttelse af geotermisk energi kræver derfor oftest brug af varmepumper, da der i mange tilfælde vil være behov for temperaturer til fjernvarmesystemer over dette niveau. Således bliver det varme vand først ledt ud i fjernvarmenettet ved en temperatur på omkring 85 - 90 °C.

3.1 Indledende undersøgelser

For at vurdere, hvorvidt et reservoir er egnet til geotermisk varmeproduktion, skal der foretages en boring, hvor porøsiteten og permeabiliteten i reservoiret undersøges og bestemmes med målinger. Hvis de vandledende egenskaber er for dårlige, kan efterforskningsomkostningerne være tabte, og det vil ikke være muligt at etablere det planlagte geotermiske anlæg. Den geotermiske efterforskning er derfor behæftet med risiko.



Figur 3. Princippet i indsamlingen af seismiske data (illustration fra www.geotermi.dk).

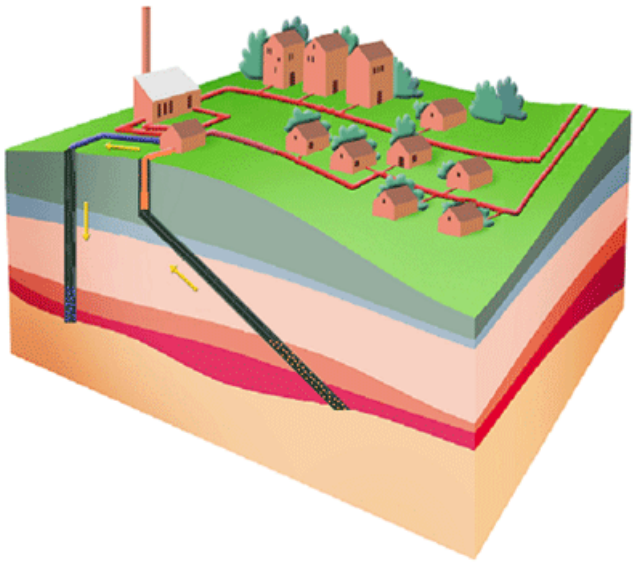
Oftest er det nødvendigt, at der forud for udførelse af boringerne foretages seismiske undersøgelser af undergrunden. Det må klarlægges for hvert enkelt projekt, om man på baggrund af eksisterende oplysninger om undergrunden har tilstrækkeligt kendskab til at kunne udpege en egnet boringslokalitet. På baggrund af seismiske undersøgelser kan en geologisk model opstilles, som kan danne baggrund for placering af boringerne. Placering af overfladeanlægget kan herefter vælges hensigtsmæssigt. De seismiske data indsamles ved at sende trykbølger ned i undergrunden, jf. figur 3. Dele af trykbølgen vil blive reflekteret, når den rammer overgangen mellem forskellige lag, eksempelvis lerstenslag og sandstenslag. Den reflekterede trykbølges tid for at nå overfladen estimerer dybden til lagene.

Resultaterne af de seismiske undersøgelser giver grundlag for at vælge en optimal placering af boringerne samt udarbejde en boreprofil med en detaljering af forventede dybder til lagene i undergrunden. Se også nedenfor i afsnit 4.6.

3.2 Geotermisk varmeproduktion

Den geotermiske varmeproduktion foregår ved at etablere og drive enten et doubletanlæg eller et stjerneanlæg. Anlægget er tilsluttet fjernvarmenettet og evt. en leverandør af drivvarme. Endvidere er der tilslutninger til el, vand og kloak og en renpumpningsledning, der kan sikre en miljøforsvarlig udledning af det stærkt saltholdige vand fra undergrunden, evt. til havet. Udledning af det stærkt saltholde vand til eksempelvis havet sker normalt kun i kortere tidsrum, når det oppumpede vand ikke kan injiceres som normalt i injektionsboringen.

Doubletanlægget er den mindste anlægstype og består af to boringer til henholdsvis produktion og injektion, jf. figur 4. Det geotermiske vand pumpes op gennem en produktionsboring, og varmen overføres til et fjernvarmenet ved hjælp af varmevekslere og varmepumper. Det afkølede vand returneres til samme sandstensreservoir i undergrunden gennem en injektionsboring. Anlægget består således af en produktionsboring, en dykpumpe der pumper vandet op fra undergrunden, rørledninger, varmevekslere, en eller flere varmepumper og en injektionsboring, hvor vandet efter afkøling pumpes ned i undergrunden igen.



Figur 4. Princippet i et doubletanlæg
(illustration fra www.geotermi.dk)

Ved etablering af et stjerneanlæg udnyttes den geotermiske energi effektivt med anlæg, hvor adskillige boringer udføres i stjerneform ud fra én brøndplads. Varmeprisen bliver lavere end for anlæg med to boringer på grund af stordriftsfordele. Der kan som ekstra fleksibilitet lagres varme i produktionsboringer i perioder, hvor anlægget ikke kører på fuldlast. En lagerboring kan være meget velegnet til lokalt at etablere en sæsonlagring af varme. Derved kan billig overskudsvarme eller varmeproduktion fra sommerhalvåret anvendes i vinterhalvåret, hvor den kan erstatte dyr produktion baseret på fossile brændsler. Sæsonvarmelagring kan således både være økonomisk attraktiv og samtidig nedsætte CO_2-emissionen.

I et geotermisk anlæg skal der bruges elektricitet til at pumpe det varme vand op af undergrunden, injicere det afkølede vand og eventuelt til varmepumper. Varmepumper kan enten drives ved hjælp af elektricitet eller ved hjælp af drivvarme (absorptionsvarmepumpe). Eldrevne varmepumper anvendes i dag ikke på grund af afgiftsstrukturer, der medfører omkostninger ved anvendelse af elektricitet. En absorptionsvarmepumpe udnytter varme ved mindst 140 °C som drivmiddel. Da vand ved denne temperatur også kan udnyttes til produktion af elektricitet, kan geotermiske anlæg med absorptionsvarmepumper også betragtes som anlæg, der anvender elektricitet til varmeproduktion. Overordnet set kan et geotermisk anlæg således beskrives som et anlæg, der indvinder varme fra undergrunden under samtidig anvendelse af elektricitet, og energiflowet i et geotermisk anlæg ser derfor således ud:

Elektricitet + Geotermisk varme → Geotermisk anlæg → Fjernvarme

Princippet for det geotermiske anlæg på Amager er således:
Fra Amagerværket modtages 13 MW, som anvendes til drivvarme i geotermianlægget. Der modtages omkring 14 MW geotermisk energi fra undergrunden. Anlægget kan producere op til 27 MW varme. Vandet hentes ved brug af en dykpumpe op fra undergrunden med en temperatur på 73 °C. Det afkølede vand (ca. 17 °C) pumpes typisk tilbage i undergrunden.

Drivvarmen, der driver absorptionsvarmepumperne, kan leveres fra kedler eller fra udtag på turbiner. Mængderne af drivvarme kan være af samme størrelse som varmen af undergrunden, og indgår i de leverede mængder varme fra anlægget. Behovet for drivvarme kan begrænse mulige placeringer af det geotermiske anlæg, da der skal være en leverandør i nærområdet.

3.3 Effekter på miljø og klima

Der følger en række miljøeffekter i et geotermisk anlægs livscyklus. Disse positive og negative effekter skal inddrages i miljøvurderingen for et geotermiprojekt i forhold til den relevante miljølovgivning og -regulering.

Miljøeffekter kan opstå i alle anlæggets faser; anlægsfasen, driftsfasen og nedtagningen af anlægget. Eventuelle miljøeffekter vedrører særligt boringer, installation af anlæg og rør, varme- eller kuldeforurening samt synkninger i landskabet. Når boringerne udføres – både ved forundersøgelser og til indvinding – vil der følge en række effekter fra brug af udstyr dertil, etablering af transportveje og boreudstyret. Borepladsen kan let dække et område på omkring 2.000 – 6.000 m^2. Disse tiltag kan påvirke dyre- og plantelivet i området på samme måde som andre større anlægsarbejder. Endvidere kan uønskede gasser udledes i atmosfæren under borearbejdet. Størstedelen af miljøpåvirkningerne ved boring forsvinder igen, når denne er afsluttet.

Anlægget skal tilsluttes en fjernvarmeforsyning og dermed tilsluttes et forsyningsnet. I Danmark er forsyningsnet allerede udbygget i omfattende grad, så der er i de fleste tilfælde ikke tale om etablering af større nye forsyningsnet. Det er en fordel at placere anlæggene tæt på det område, de skal forsyne. Derved skal der etableres kortere forsyningsledninger og varmetabet fra geotermivandet minimeres. Det saltholdige geotermivand er ikke farligt i sig selv. Den mineralske sammensætning af geotermivandet i de danske reservoirer er typisk som opkoncentreret havvand. Eventuel forurening ved spild af geotermivand kan undgås ved hensigtsmæssig design og tilsyn med anlæg. Overvågningsprogrammer og tilsyn fra eksterne parter kan være med til at sikre, at anlægget er hensigtsmæssigt.

Det geotermiske anlæg giver ikke i sig selv anledning til forurening. Enhver modifikation i miljøet som følge af anlægget skal dog undersøges nærgående med udgangspunkt i relevant lovgivning og regulering – også for at sikre, at det ikke vil medføre kumulative effekter.

Et geotermisk anlæg til produktion af fjernvarme giver ikke direkte anledning til udledning af drivhusgasser. Der vil dog være indirekte udledninger af drivhusgasser forbundet med driften af et geotermisk anlæg. Den elektricitet, der anvendes til at drive produktions-, injektions- og varmepumper, er forbundet med udledning af drivhusgasser. I 2007 blev 73 % af den danske elektricitet produceret ved hjælp af fossile brændsler, primært kul og naturgas, hvilket resulterer i udledning af drivhusgasser[5].

Med regeringens vision omkring udfasning af anvendelsen af fossile brændsler på længere sigt må det forventes, at en stadig større andel af elproduktionen vil stamme fra vedvarende energikilder i fremtiden, hvorfor de indirekte udledninger af drivhusgasser vil være faldende over tid.

En erstatning med geotermisk energi i fjernvarmeområder, som i dag dækkes af kraftvarme, kan øge bruttoenergiforbruget, således at CO_2-udledningen forbliver uændret eller øges. Dette skyldes, at geotermianlægget kun producerer varme, og at der derfor vil ske en nedgang i elproduktionen, når kraftvarmeværket erstattes. Denne nedgang skal erstattes af anden elproduktion, sandsynligvis fra et kulfyret kraftværk.

I forbindelse med udbygningen af vedvarende energikilder til elproduktion, ex. vindmøller, hvor der endvidere ikke er nogen overskydende varmeproduktion, vil disse forhold ændres. Den samlede effekt i energiforsyningen bør klarlægges først, således at det kan sikres, at de lokale fordele, en udbygning med geotermi kan give, ikke blot neutraliseres af tilsvarende ulemper i den samlede energiforsyning, jf. i øvrigt vurderingen af om et geotermiprojekt har positiv samfundsøkonomi – en analyse som kommunen skal gennemføre i medfør af § 24 i bekendtgørelse nr. 1295 af 13. december 2006.

3.4 Miljølovgivning

Geotermiske anlæg er underlagt Lov om Planlægning (lovbekendtgørelse nr. 813 af 21. juni 2007) og herunder bekendtgørelse nr. 1335 af 6. december 2006 om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM). Denne lov berører anlæg, som ikke i første omgang er VVM-pligtige, men kan være det. Det er derfor nødvendigt at foretage en VVM-screening for at vurdere miljøeffekterne. Industrier, hvor anlæg skal screenes, er blandt andet energiindustrien og udvindingsindustrien, hvor geotermiske anlæg og geotermiske boringer hører ind under.

Myndighederne tager gennem en screening stilling til, om det konkrete anlæg må antages at kunne få væsentlig indflydelse på miljøet. Screeningen giver en indledende vurdering af anlæggets mulige miljøpåvirkninger ud fra de oplysninger, som findes om det kommende anlæg. Hvis myndighederne vurderer, at anlægget kan få væsentlig indflydelse på miljøet, er anlægget VVM-pligtigt, og der skal udarbejdes et kommuneplantillæg med tilhørende VVM-redegørelse, før etablering af anlægget kan påbegyndes. Hvis myndighederne vurderer, at anlægget ikke må antages at kunne få væsentlig indflydelse på miljøet, offentliggør myndighederne en meddelelse herom. Der er endnu ikke blevet pålagt VVM-pligt for geotermiske anlæg i Danmark.

[5] Energistyrelsen, Energistatistik 2007

4. Hvor kan geotermisk energi udnyttes?

Den geotermiske ressource i Danmark blev første gang systematisk kortlagt og vurderet af Danmarks Geologiske Undersøgelser DGU i slutningen af 1970'erne og først i 1980'erne. De Nationale geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS, har siden i forskellig sammenhæng fortsat arbejdet med kortlægning og vurdering af de danske geotermiske ressourcer. I forbindelse med rådgivningsarbejde for DONG Energy har GEUS opbygget mere viden om mulighederne for geotermi i Danmark.

I forbindelse med denne redegørelse har GEUS udarbejdet rapporten "Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark". Der henvises til denne rapport for en detaljeret beskrivelse af, hvor der i Danmark er muligheder for geotermisk varmeproduktion. Nedenfor beskrives hovedkonklusionerne fra rapporten.

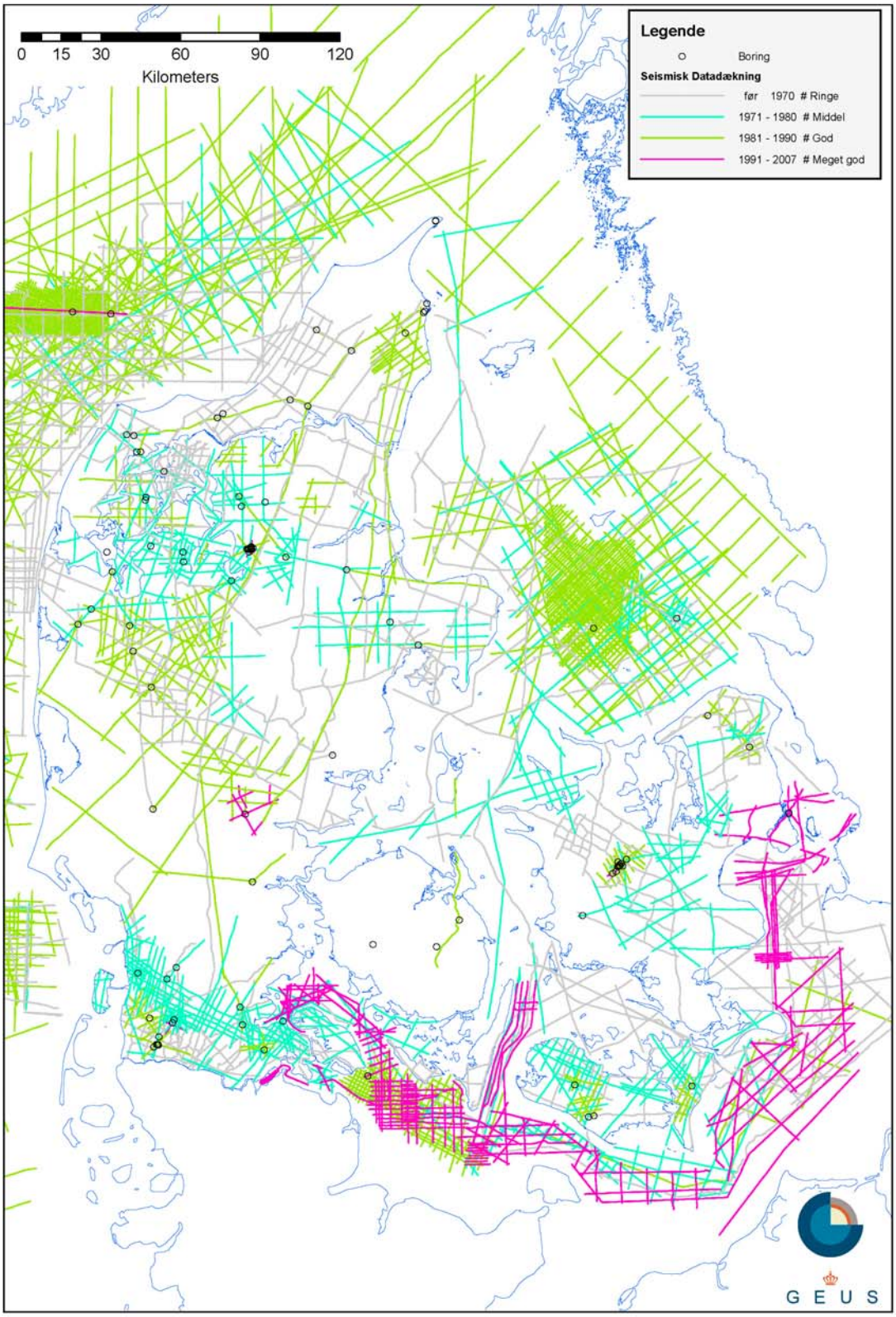
4.1 Datagrundlag

GEUS indsamler alle oplysninger om den danske undergrund, fra de undersøgelser der udføres. Der er typisk tale om oplysninger fra seismiske undersøgelser og dybe boringer, som primært er udført med henblik på at undersøge mulighederne for at finde olie og gas i undergrunden. Oplysningerne kan heldigvis også anvendes til at vurdere mulighederne for at finde sandstenslag med de nødvendige egenskaber for anvendelse til geotermisk varmeproduktion.

Som det fremgår af figur 6, stammer de tilgængelige data om den danske undergrund fra boringer og seismiske undersøgelser af varierende alder og kvalitet ujævnt fordelt over landet. Det betyder, at det ved vurdering af det geotermiske potentiale i større områder er nødvendigt at foretage visse generaliseringer, ligesom der kan være huller i de kort over sandstenslagenes udbredelse, der er udarbejdet i rapporten. De kort, som GEUS har udarbejdet i forbindelse med denne redegørelse, er egnede til at give en regional vurdering af mulighederne for at finde sandstenslag af tilstrækkelig kvalitet (porøsitet, permeabilitet og temperatur) til, at de kan udnyttes til geotermisk varmeproduktion. For et aktuelt lokalt geotermiprojekt kan kortlægningen således anvendes i en screening-fase til at vurdere mulighederne på en given lokalitet for at kunne finde egnede sandstenslag. En nøjere vurdering af mulighederne for at finde egnede sandstenslag lokalt på en lokalitet vil kræve en mere indgående vurdering af eksisterende lokale data.

GEUS har i deres rapport kortlagt de områder, hvor der er sandstenslag med en tykkelse på minimum 25 meter beliggende i intervallet 800–3000 meters dybde, som vurderes at være det dybdeinterval, hvorfra det potentielt vil være muligt at producere varmt vand til brug i et geotermisk anlæg.

Ressourceberegningen, der er udført af GEUS, er konservativ, idet den undervurderer de reelle ressourcer og reserver betydeligt. Ved beregning af varmeindholdet i undergrunden medtages ikke det varmeindhold, der er i de omgivende lag i undergrunden, men alene varmen i de sandstenslag der kan produceres varme fra. De beregnede ressourcer skal derfor opfattes som et minimums-overslag på de teknisk tilgængelige varmemængder. Opgørelsen er baseret på en regional seismisk kortlægning og geologiske modeller og på simple antagelser om porøsitets- og temperatur-dybderelationer.



Figur 6: Kort over den samlede datadækning i form af dybe seismiske data samt eksisterende boringer. Kvaliteten af de seismiske data er defineret på baggrund af de enkelte surveys alder.

4.2 Hvilke sandstenslag kan udnyttes?

I den danske undergrund er der flere sandstenslag, der potentielt kan udnyttes til geotermisk varmeproduktion. Sandstenslagene er aflejret for 250 mio. til 100 mio. år siden, i de perioder af jordens historie som benævnes Trias, Jura og Nedre Kridt.

Sandstenslagene benævnes:

1. Bunter Sandsten Formationen
2. Skagerak Formationen
3. Gassum Formationen
4. Haldager Sand Formationen
5. Frederikshavn Formationen
6. Yderligere potentielle reservoirenheder – Nedre Jura sandsten, Arnager Grønsand

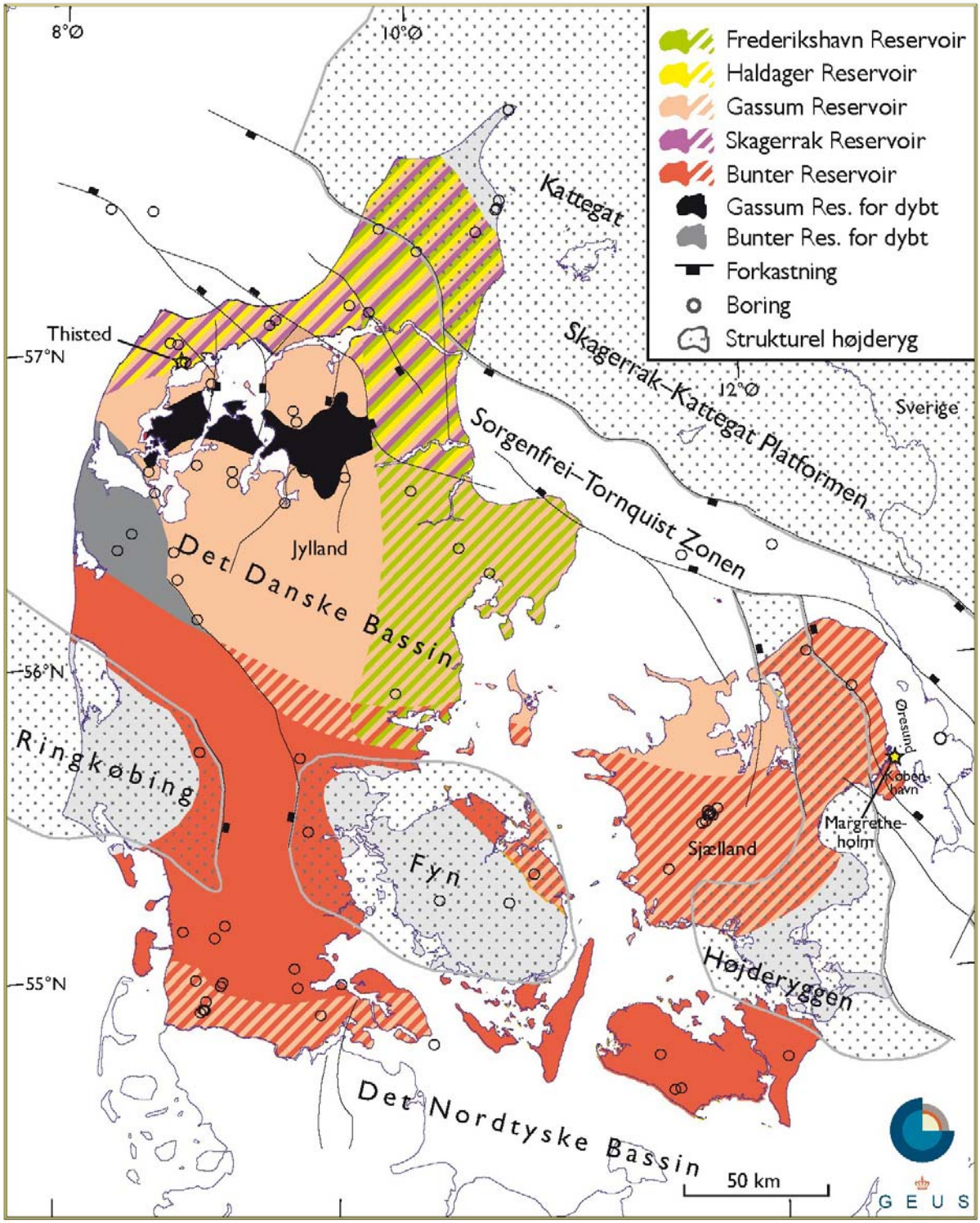
Af disse lag har Haldager, Gassum og Bunter reservoirerne det største potentiale for udnyttelse til geotermisk varmeproduktion.

4.3 Hvor ligger de potentielle sandstenslag?

Efter vurderinger og kortlægning har GEUS udarbejdet et kort, der viser det regionale geotermiske potentiale, jf. figur 7. På kortet vises de områder, hvor de forskellige mulige sandstenslag kan findes i dybden 800–3000 meter og har en tykkelse på minimum 25 meter.

Som det fremgår af kortet, er der i meget store dele af Danmark gode muligheder for at finde sandstenslag, der kan udnyttes til geotermisk varmeproduktion. Flere steder i landet er der endda mulighed for udnyttelse af to eller flere af de forskellige sandstenslag i forskellig dybde. Sådanne områder er angivet med skraveret signatur på kortet. Der er gode muligheder for at finde egnede sandstenslag i det meste af Jylland, den nordøstlige del af Fyn, hovedparten af Sjælland, Lolland og Falster.

Der er dog også områder af Danmark, hvor mulighederne for at finde sandstenslag i en passende dybde formentlig ikke er til stede. Der drejer sig om størstedelen af Fyn, det sydøstlige Sjælland og områder i det vestlige og nordlige Jylland samt hele Bornholm. De områder, hvor mulighederne ikke er til stede, er angivet på kortet med grå og sort farve. I de områder er sandstenslag ikke til stede, de ligger for højt (med for lav temperatur til følge) eller er begravet for dybt (med for lav porøsitet og permeabilitet).



Figur 7. Kort som viser det regionale geotermiske potentiale for mulige sandstensreservoirer. Kortet dækker dybdeintervallet 800–3000 m og forudsætter en reservoirtykkelse på mere end 25 m. De mørkegrå og sorte områder indikerer, at reservoiret er begravet for dybt (Gassum i Nordjylland; Bunter i Vestjylland), mens de lysegrå områder indikerer, at reservoiret ikke er til stede (Ringkøbing-Fyn Højderyggen) eller ligger for grundt (< 800 m; nordligste Jylland). De skraverede områder er områder, hvor to eller flere af de potentielle sandstensreservoirer kan have et geotermisk potentiale. De eksisterende dybe boringer er vist samt placeringen af de to geotermiske anlæg ved Thisted og på Margretheholm nær København.

4.4 Hvor meget varme er der i undergrunden?

Den samlede varmeressource i potentielle sandstensreservoirer betegnes som den geotermiske ressource, som er tilgængelig, og som kan udvindes økonomisk på et givet tidspunkt i fremtiden.
GEUS har anvendt en metode baseret på Muffler & Cataldi og Lavigne til at kvantificere den geotermiske ressource. Denne metode blev også anvendt i forbindelse med udarbejdelse af et geotermisk atlas i 2002 for EU-kommissionen, der viser ressourcerne i en række EU-lande. I GEUS-rapporten er der en nærmere beskrivelse af metoden.

Den samlede ressource for et doublet-anlæg kan beregnes som gigajoule per kvadratmeter (GJ/m^2). Ressourcen beregnes blandt andet ud fra porøsitet, temperatur og netsandtykkelsen (den samlede tykkelse af de sandstenslag, som vurderes at have en tilstrækkelig god reservoirkvalitet til geotermisk energiproduktion) samt overfladearealet (m^2). Ressourcen er ligefrem proportional med den potentielle afkøling og det aktuelle reservoirvolumen. Det antages, at det afkølede vand bliver returneret til samme reservoir – dels for at holde kredsløbet lukket, dels for at opretholde trykket i reservoirenheden.

Figur 8, udarbejdet af GEUS, viser de beregnede ressourcer for alle reservoirer, jf. afsnit 4.2. Figuren viser den samlede ressource for samtlige 5 potentielle reservoirer. Den samlede ressource kan derfor godt være fordelt på flere af reservoirerne. Kortet er opdelt i områder med en samlet varmeressource fra ca. 2 GJ/m^2 (gule områder) til ca. 20 GJ/m^2 (mørkegrønne områder). Kortene for de enkelte lag er vist i GEUS-rapporten.

Ressourceberegningen giver en minimumsværdi, idet den undervurderer de reelle ressourcer betydeligt, og de beregnede ressourcer skal derfor opfattes som et overslag. Blandt andet er hverken varmetilskud fra dårligere vandledende sand-/lersten fra lag, der ligger over eller under reservoiret eller fra sandstenslag med en net sand tykkelse på mindre end 25 m medtaget. Endvidere forudsættes det, at varmeproduktionen indstilles, så snart produktionstemperaturen begynder at falde efter ca. 30 år.

Opgørelsen er baseret på en regional seismisk kortlægning, geologiske modeller og på simple antagelser om porøsitets- og temperatur-dybderelationer. Der skal derfor foretages nærmere analyser for en mere præcis opgørelse af varmeressourcerne på en given lokalitet.

I det følgende illustreres et eksempel, hvor varmeressourcen i et område estimeres.

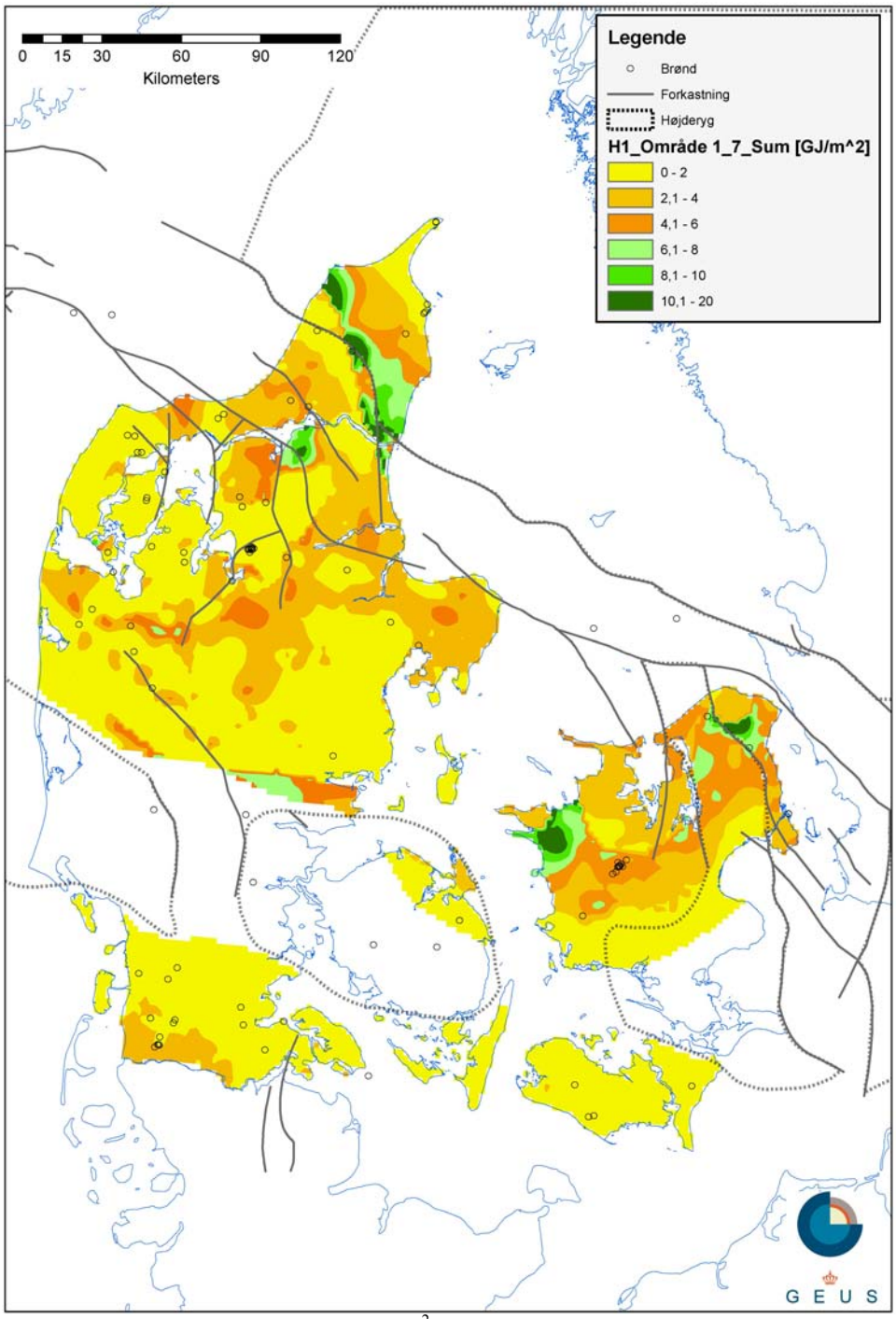
Eksempel på lokal prognose:
I et lokalområde med et grundareal på 10 km^2 og en samlet ressource på 3 GJ/m^2 (det orange område på figur 8) beregnes den samlede geotermiske ressource for området således:

Den samlede ressource: 10 km^2 x 3 GJ/m^2 = 30 PJ

Hvis det antages, at fjernvarmenettet har en afsætning på omkring 500 TJ/år til lokalområdet, og ca. halvdelen heraf (250 TJ/år) udgøres af geotermisk energi, kan den årrække, den samlede ressource kan forventes at dække, således anslås til:

Års forbrug: 30 PJ / 250 TJ/år = 120 år

Et sådant overslag kan give et overblik over den varmeressource, der findes i et givet område. Nøjere analyser er nødvendige for at undersøge, om der er økonomisk og teknisk baggrund for at udnytte varmeressourcen.
Som det fremgår af figur 8, er der meget store samlede varmeressourcer i den danske undergrund.



Figur 8: Kortet viser de beregnede ressourcer (H_1 i GJ/m^2) summerede for alle reservoirer (Frederikshavn, Haldager, Gassum og Skagerrak/Bunter) inden for hvert af de 7 delområder, som er beskrevet i GEUS rapporten, og hver især er karakteriseret ved forskellige parametre for porøsitet og sandindhold jf. GEUS-rapportens kapitel 5. Dette betyder, at den angivne ressource er et samlet udtryk for, at der i et område findes mindst ét reservoir i det rigtige dybdeinterval (~800–3000 m; temperatur > 20 °C), og at net sand tykkelsen er over 25 m. Kortet repræsenterer et konservativt estimat bl.a. som følge af de seismiske afskæringskriterier (se GEUS-rapporten).

4.5 Områder med potentiale for opkobling til eksisterende fjernvarmenet

Det skønnes, at et fjernvarmenet skal have en årlig afsætning på mindst 400-500 TJ, før de geotermiske varmepriser vil være konkurrencedygtige. Der eksisterer flere steder i Danmark fjernvarmenet af en sådan størrelse, at geotermiske anlæg eventuelt ville kunne passe ind. Om det i givet fald vil være relevant, afhænger af forholdene for de enkelte fjernvarmenet, eksempelvis behovet for nye anlæg eller udvidelse, eller måske et ønske om at skifte til et andet brændsel. Samspillet med eksisterende varmekilder fra affaldsforbrænding og centrale større kraftvarmeanlæg spiller også ind, når det skal vurderes, om der er basis for etablering af geotermisk varmeproduktion.

Ud fra tilgængelige data om eksisterende fjernvarmenet med et årligt varmeaftag på mere end 400 TJ kan der identificeres byer/fjernvarmenet, hvor der kan være et potentiale for etablering af geotermisk energiproduktion. Der er dog ikke foretaget en vurdering af, hvorvidt det vil være hensigtsmæssigt eller økonomisk attraktivt at etablere geotermisk varmeproduktion i disse byer/fjernvarmenet. Der er alene tale om identifikation af eksisterende fjernvarmenet af en tilstrækkelig størrelse.

Desuden bemærkes, at der også kan være mulighed for sammenkobling af flere mindre eksisterende fjernvarmenet, således at disse kan få en samlet størrelse, hvor geotermisk energiproduktion kan vise sig økonomisk attraktiv. Sådanne net fremgår ikke af listen nedenfor.

By/fjernvarmenet	Varmeleverance til eksisterende fjernvarmenet TJ/år
Brønderslev	445
DTH-Holte	460
Frederikshavn	791
Frederiksværk	410
Grenå	907
Haderslev	513
Herning-Ikast	2.962
Hillerød-Farum-Værløse	1.523
Hjørring	948
Holstebro-Struer	1.710
Horsens	932
Kalundborg	2.332
Maribo	431
Nordøstsjælland	1.554
Nyborg	680
Nykøbing Falster	718
Næstved	730
Randers	1.938
Ringsted	424
Silkeborg	1.307
Skive	507
Slagelse	718
Storkøbenhavn	22.663
Svendborg	534

Sønderborg	928
Thisted	551
Trekantområdets Varmetransmissionsselskab I/S	5.570
Vestforbrænding	4.251
Viborg	1.051
Aabenraa	937
Aalborg	6.244
Århus	10.926

Af større eksisterende fjernvarmenet er det kun ved Odense og Esbjerg-Varde, at der ikke umiddelbart synes at være et potentiale for geotermisk varmeproduktion. Disse to byer er ikke medtaget, idet en regional vurdering viser, at der formodentlig ikke er gode muligheder for at finde egnede sandstenslag i nærheden af Odense og Esbjerg-Varde.

4.6 Skitse til modning af et område

De eksisterende data viser, at meget store dele af Danmark er velegnede til geotermisk varmeproduktion, jf. ovenfor. Det er vigtigt at understrege, at der er tale om generaliseringer for større områder, hvorfor der lokalt kan være andre forhold i undergrunden, som kan give en mere nuanceret vurdering. For mindre områder eller lokaliteter, hvor der ønskes en afklaring af om der vil være mulighed for at etablere geotermisk varmeproduktion, er det derfor nødvendigt med en nøjere vurdering. En arbejdsgang herfor kunne være:

1. Opstilling af en **foreløbig geologisk model** for området baseret på de lokale data, der måtte eksistere, kombineret med den regionale geologiske model.

2. Hvis denne foreløbige model forudsiger, at potentialet er tilstrækkeligt til udnyttelse af geotermisk energi, vil det næste trin normalt være at indsamle **nye seismiske data**, så en mere detaljeret kortlægning af lokalområdet kan foretages.

3. Efter **tolkning og kortlægning** af nye seismiske data kan der opstilles en **ny revideret geologisk model** for området, og på den baggrund kan en lokal og mere sikker prognose for lagene i undergrunden opstilles.

4. Hvis denne prognose på den givne lokalitet er tilfredsstillende med hensyn til tilstedeværelse af et eller flere sandstenslag (reservoirer) og geotermisk potentiale, afstand til mulige forkastninger i lagene i undergrunden m.m., vil næste trin være at opstille en egentlig **boreprognose**.

5. Næste trin vil være at **udføre en efterforskningsboring**, for at få afklaret om forholdene i undergrunden er velegnede til etablering af geotermisk varmeproduktion.

6. I forbindelse med boringen vil en **prøvepumpning** af boringen i de potentielle sandstenslag være med til at afklare, hvor store mængder varmt vand der kan produceres.

7. På baggrund af prøveproduktionen kan det geotermiske potentiale afklares.

8. Der kan tages stilling til, om der er baggrund for at etablere et geotermisk anlæg, og om boring nr. 2 skal etableres til et sådant anlæg.

For at nedbringe omkostningerne til udførelse af boringerne kan trin 5-8 ovenfor gennemføres i en sammenhængende arbejdsproces, hvor betingelserne for at fortsætte fra det ene trin til det næste på forhånd er fastlagt og vurderes, mens arbejdet gennemføres.

I denne forbindelse er det vigtigt at understrege, at der normalt først kan opnås sikkerhed for, om der er baggrund for etablering af et geotermisk anlæg, når den første efterforskningsboring er udført. Undersøgelser og vurderinger frem til og med udførelse af en efterforskningsboring kan beløbe sig til 25-50 mio. kr. – penge, som kan vise sig at være spildt, hvis boringen ikke påviser de forventede sandstenslag med varmt vand, og det derfor ikke vil være muligt at etablere et geotermisk anlæg på stedet.

Vurdering af mulighederne for etablering af et geotermisk anlæg på en ny lokalitet, kan således være forbundet med en ikke ubetydelig risiko for tab af penge til udførelse af en efterforskningsboring, som ikke viser de ønskede resultater. Et grundigt forarbejde med vurdering og seismisk kortlægning vil være med til at nedbringe denne risiko.

I afsnit 6.1 beskrives hvorledes man kan opnå en tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi efter undergrundslovens bestemmelser.

5. Status for udnyttelse af geotermisk energi i Danmark

Det geotermiske potentiale i Danmark blev første gang undersøgt i slutningen af halvfjerdserne. Dette arbejde førte til boring af tre geotermiske undersøgelsesboringer: Års-1, Farsø-1 og Thisted-2, alle tre boringer med sigte på undersøgelse af reservoirer i 3000 meters dybde eller mere.

Erfaringen fra de tre boringer viste, at porøsiteten og permeabiliteten på disse dybder var for ringe til at danne grundlag for geotermisk produktion. Det vurderes nu, at de bedste betingelser for udnyttelse af geotermi findes i sandstensreservoirer i dybdeintervallet 800-3000 meter, hvor chancen er størst, for at de reservoirmæssige forudsætninger er opfyldt.

5.1 Thisted

I Thisted-2 boringen var der på mindre dybde (Gassum Formationen i ca. 1250 meters dybde) gode vandledende egenskaber. Endnu en boring blev udført i 1983 i en afstand af ca. 1,5 km fra den første boring, og DONG etablerede det første geotermianlæg i Danmark i forbindelse med fjernvarmeforsyningen i Thisted i 1984. Varmt vand med en temperatur på ca. 44 °C produceres i den ene boring, hvorefter det i varmepumper afkøles til mindre end 12 °C, inden det injiceres i den anden boring. I 1988 blev anlægget udvidet med en absorptionspumpe (en varmepumpe der drives af op til 160 °C hedt vand), og i 2000 med endnu en absorptionspumpe efter at have kørt fint siden indvielsen i 1984. Anlægget kan producere op til 7 MW varme fra undergrunden. Hertil kommer op til 10 MW varme fra drivvarmen til absorptionsvarmepumperne. Anlægget leverer varme til Thisted Varmeforsyning og kan producere, hvad der svarer til 2.000 husstandes årlige varmeforbrug. Anlægget har i alt kostet 71 mio. kr.

5.2 Amager

I 2005 er der idriftsat et nyt demonstrationsanlæg for geotermi ved Amagerværket; Margretheholm. Anlæggets geotermidel kan levere ca. 1 procent af Københavns samlede varmeforbrug, eller hvad der svarer til ca. 4.600 husstandes varmeforbrug. Anlægget er placeret ved Amagerværket, hvor der i 2003 og 2004 blev boret to geotermiske boringer til Bunter Formationen til ca. 2.600 meters dybde. Undersøgelser viste, at reservoirets tykkelse, vandledende egenskaber og temperatur er gode, og efter etableringen af overfladeanlæggene blev anlægget indviet og sat i drift i 2005. Der produceres ca. 73 °C varmt vand, som afkøles til ca. 17 °C, inden det injiceres igen i undergrunden. Se figur 5 der viser en principskitse for anlægget. I alt kan anlægget producere op til 27 MW varme, fordelt på 14 MW fra undergrunden og 13 MW fra drivvarmen. Den årlige varmeproduktion fra undergrunden er designet til 300 TJ. I 2008 leverede den geotermiske del af anlægget ca. 200 TJ. Der er investeret i alt ca. 218 mio. kr. i etableringen af anlægget.

5.3 Sønderborg

Sønderborg Fjernvarme og DONG Energy indledte i 2007 et samarbejde med henblik på etableringen af et geotermisk anlæg og har fået tildelt en tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi i Sønderborg Kommune. Selskaberne har fastslået, at geotermisk energi ud fra et miljømæssigt, forsyningssikkerhedsmæssigt og økonomisk synspunkt er et attraktivt supplement i fjernvarmeforsyningen af Sønderborg. Der er på nuværende tidspunkt indsamlet supplerende seismiske data, og det er besluttet at fortsætte projektet med udførelse af de nødvendige boringer. Forudsat at testproduktionen fra boringerne giver de forventede resultater, etableres et geotermianlæg, som det forventes kan afsætte geotermisk varmeproduktion fra 2011. Boringerne forventes udført i løbet af 2010.

6. Tilladelser til geotermiske anlæg

6.1 Tildeling af tilladelser

Tilladelser til efterforskning og indvinding af geotermisk energi i den danske undergrund opnås i Danmark gennem en tilladelse (koncession) i henhold til undergrundslovens § 5.

Undergrundslovens overordnede formål er at sikre statens indflydelse på, at ressourceudnyttelse sker på en for samfundet hensigtsmæssig måde, samtidig med at koncessionshaver får mulighed for på forretningsmæssige vilkår at udnytte de ressourcer, som koncessionshaveren får eneret til. Vilkårene i en tilladelse skal blandt andet sikre, at der sker en hensigtsmæssig efterforskning og udnyttelse af de råstoffer tilladelsen omfatter.

Tilladelser (koncessioner) med eneret til efterforskning og indvinding af råstoffer gives af klima- og energiministeren efter forelæggelse for Folketingets Energipolitiske Udvalg (EPU). Tilladelsens varighed kan ikke overstige 50 år, og ansøgere skal have den fornødne økonomiske baggrund og sagkundskab for at komme i betragtning. Såfremt ansøgere ikke selv besidder den fornødne baggrund og sagkundskab, skal det beskrives, hvorledes denne vil blive tilvejebragt ved eksempelvis at trække på tekniske rådgivere.

Når tilladelsen gives forpligter rettighedshaveren sig til at gennemføre det planlagte arbejdsprogram, der følger med tilladelsen. Hvis rettighedshaveren etablerer et geotermisk anlæg, er denne berettiget til at beholde området for anlæggets placering. Tilladelsen vil bortfalde, hvis ansøgeren ikke har ansøgt om etablering af et geotermisk anlæg inden for en tidsramme, som fastsættes i tilladelsens arbejdsprogram. Det er muligt at forlænge en tilladelse, hvis rettighedshaveren forpligter sig til yderligere arbejder i forlængelsesperioden.

Det er muligt, at ansøge om tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi i de områder, der ikke på nuværende tidspunkt eksisterer tilladelser for (se figur 9) samt i fremtiden for områder, hvor eksisterende tilladelser udløber eller tilbageleveres til staten. Ansøgning af tilladelse indsendes til Energistyrelsen. Samtidigt skal indbetales et gebyr på kroner 25.000.

Efter at tilladelsen er udstedt, skal rettighedshaveren indhente øvrige nødvendige tilladelser og godkendelser. Inden en eventuel boreoperation påbegyndes, vil rettighedshaveren skulle indsende en plan for gennemførelse og organisering af boreoperationen til Energistyrelsens godkendelse. Herudover skal der indhentes tilladelser m.v. i forbindelse med den sikkerheds- og miljømæssige tilrettelæggelse af boreoperationen hos andre relevante myndigheder.

Når der skal etableres indvinding af geotermisk energi fra de udførte boringer, skal der desuden indsendes en plan herfor til Energistyrelsens godkendelse efter undergrundslovens § 10.

Etableringen af et geotermisk anlæg kræver også kommunens godkendelse af projektet, hvor der blandt andet ses på, om projektet har en positiv samfundsøkonomi (jf. bekendtgørelse nr. 1295 af 13. december 2005, § 24).

6.2 Eksisterende tilladelser til efterforskning og indvinding af geotermisk energi

I 1978 fik DONG eneretstilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi for hele det danske landområde. Tilladelsen blev fornyet den 8. december 1983. Tilladelsen indeholder bestemmelser om, at rettighedshaveren er forpligtet til at afgive en tredjedel af det uudnyttede areal af hver blok hvert tiende år. En tredjedel af området blev derfor tilbageleveret i 1993, endnu én i 2003, og den sidste tredjedel skal tilbageleveres i 2013, hvorefter tilladelsen bortfalder den 8. december 2013. De områder, som er omfattet af tilladelsen, er vist i figur 9.

I perioden 1978 til 1982 blev der foretaget geotermiske efterforskningsboringer ved Aars, Farsø og Thisted, og i Thisted blev der efterfølgende etableret et geotermisk anlæg.

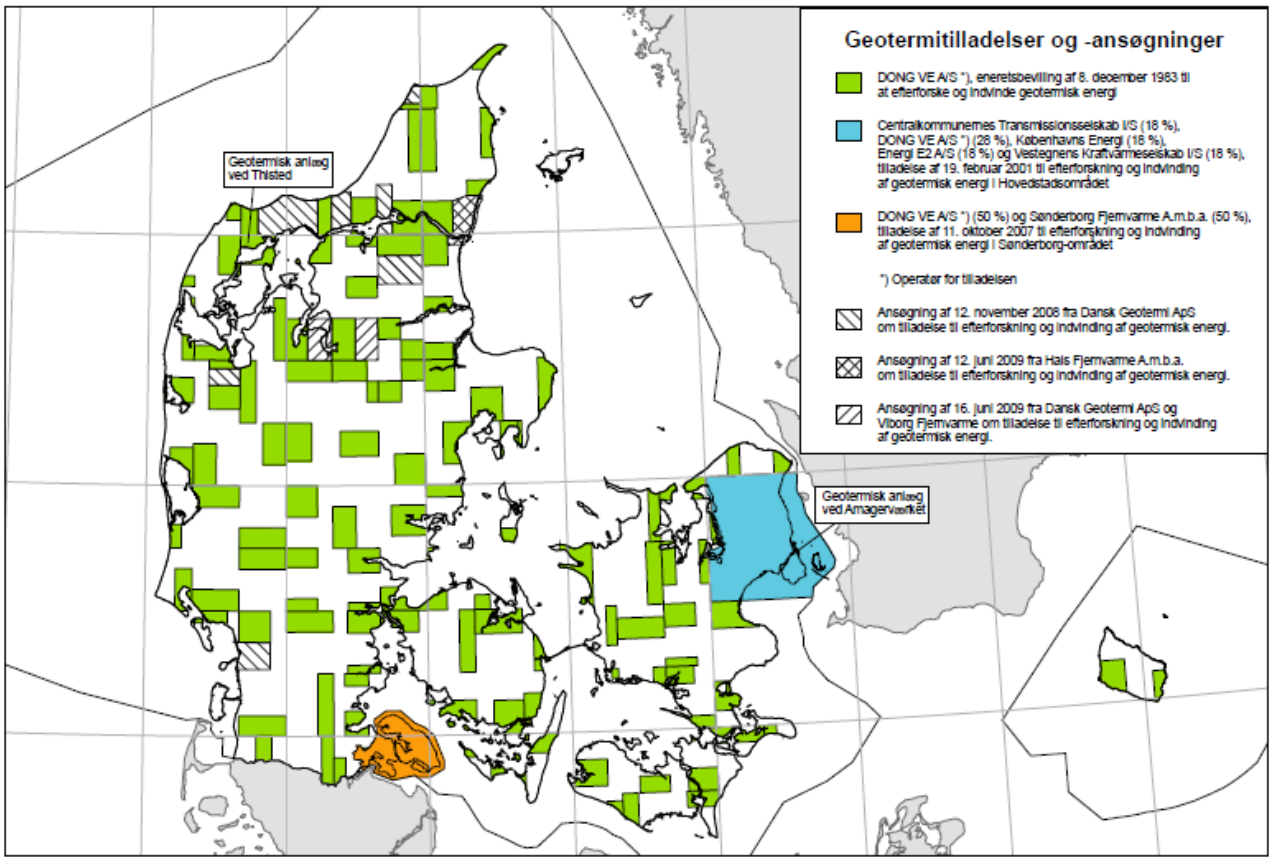
I slutningen af 1999 blev der indgået en samarbejdsaftale mellem Centralkommunernes Transmissionsselskab (CTR), DONG A/S, Energi E2 A/S, Københavns Energi (KE) og VEKS I/S (Vestegnens Kraftvarmeselskab), hvor Hovedstadens Geotermiske Samarbejde (HGS) blev etableret. CTR, VEKS, Energi E2 og KE har hver en ejerandel på 18 %, mens DONG deltager med en andel på 28 %. HGS modtog 19. februar 2001 tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi i hovedstadsområdet. DONG er operatør for forundersøgelser og den geotermiske kreds (boringer og overfladeanlæg i berøring med det geotermiske vand). Energi E2 er operatør for varmepumpeanlægget og varetager salg af varme. I forbindelse med udstedelsen af tilladelsen til HGS-selskaberne tilbageleverede DONG arealer omfattet af deres eneretstilladelse fra 1983, således at disse arealer nu indgår i tilladelsen til HGS. Tilladelsen gælder foreløbigt i 15 år fra 2001. HGS har etableret demonstrationsanlægget på Margretheholm ved Amager.

Den 11. oktober 2007 har DONG VE A/S (50 %) og Sønderborg Fjernvarme (50 %) fået tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi i Sønderborg Kommune. DONG er operatør for tilladelsen. I forbindelse med udstedelse af tilladelsen tilbageleverede DONG arealer omfattet af deres tilladelse fra 1983, således at disse arealer nu indgår i den nye tilladelse.

I november 2008 har Energistyrelsen modtaget ansøgning om en ny tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi fra selskabet Dansk Geotermi ApS. Ansøgningen omfatter 7 områder i Jylland vist i figur 9. Ansøgningen behandles af Energistyrelsen.

I juni 2009 har Hals Fjernvarme A.m.b.a. fremsendt en ansøgning om en ny tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi. Ansøgningen omfatter et område i den østlige del af Aalborg Kommune (se figur 9). Ansøgningen behandles af Energistyrelsen.

I september 2009 har Energistyrelsen modtaget ansøgning om en ny tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi fra selskabet Dansk Geotermi ApS og Viborg Fjernvarme. Ansøgning omfatter et område omkring Viborg (se figur 9). Ansøgningen behandles af Energistyrelsen.



Figur 9. Geotermitilladelser og -ansøgninger i Danmark, september 2009.

7. Økonomiske forhold for geotermiske anlæg

Generelt har afregningsforholdene for geotermiske anlæg en høj grad af usikkerhed grundet det ringe erfaringsgrundlag, der findes inden for feltet. Geotermiske anlæg har store anlægsomkostninger, særligt på grund af boringerne, og små variable omkostninger. Ved etablering af anlæg bør den årlige energiproduktion derfor være relativt stor, da den skal kunne forrente og afskrive omkostninger til boringer og overfladeanlæg.

Et fjernvarmenet skal have en årlig afsætning på mindst 400-500 TJ før de geotermiske varmepriser er konkurrencedygtige med nuværende prisforhold. På en egnet lokalitet skal anlægget både kunne konkurrere med varmepriserne for kulbaseret kraftvarme og kulbrintebaserede kraftvarmekedler.

Den bedste økonomi opnås ved produktion til grundlastforsyning. Omkring 20-40 % af fjernvarmebehovet dækkes af den geotermiske varme fra undergrunden, 20-40 % dækkes af drivvarme og den sidste andel af spidslastproduktion[6]. Det geotermiske anlæg skal altså producere omkring 200 TJ på årlig basis.

Varmeprisen for den geotermiske varme har DONG Energy vurderet til at være mellem 55-85 kr/GJ eller mellem ca. 200-300 kr./MWh[7]. Heraf udgør de variable omkostninger typisk 25-40 %. Prisen påvirkes af en lang række faktorer, særligt;

- undergrundens temperatur og vandledende egenskaber
- forret til produktion og plads på nettet
- anlæggets etableringsomkostninger og størrelse
- antallet af driftstimer
- nettets fremløbs- og returtemperatur
- stabil tilførsel af drivvarme

De økonomiske forhold for geotermianlæg vil blive behandlet mere indgående i en opfølgning af denne redegørelse.

[6] www.geotermi.dk (DONG Energy)
[7] DONG Energy, opstartsmøde i erfa-gruppen for geotermi, 15/6 2009