

# Geotermisk energi

## Energien under vores fødder



Vores undergrund rummer energi nok til at dække en stor del af vores opvarmningsbehov. Men hidtil har denne energikilde ligget næsten ubenyttet hen. På trods af, at vi burde have fokus rettet imod at afskaffe de fossile brændsler så hurtigt som overhovedet muligt, går det meget trægt med at sætte gang i udnyttelse af denne næsten uudtømmelige energikilde.

Forudsætningen for en effektiv udnyttelse af den geotermiske energi er – ligesom for solenergi – at vi først klimarenoverer hele den eksisterende boligmasse. Noget, der under alle omstændigheder for længst burde være sat igang. Med den forudsætning vil den geotermiske energi kunne dække en tredjedel eller mere af det samlede opvarmningsbehov.

Foreløbige undersøgelser viser, at undergrunden i meget store dele af Danmark har de egenskaber, der kræves for at udnytte den geotermiske energi. Hertil kommer, at et stort antal byer allerede har det krævede fjernvarmenet. Udnyttelse af den geotermiske energi kræver undersøgelser og investeringer. Men til gengæld udgør den en billig og klimavenlig energikilde langt ud i fremtiden.

## Hvad er geotermisk energi?

Geotermisk energi stammer fra jordens indre. I jordens kerne ligger temperaturen konstant på omkring 5.500 grader, en temperatur, som svarer til den, man finder på solens overflade. Varmen stammer dels fra de radioaktive processer i jordens indre, dels fra den varme, der blev fanget i jordens indre, da jorden blev dannet.

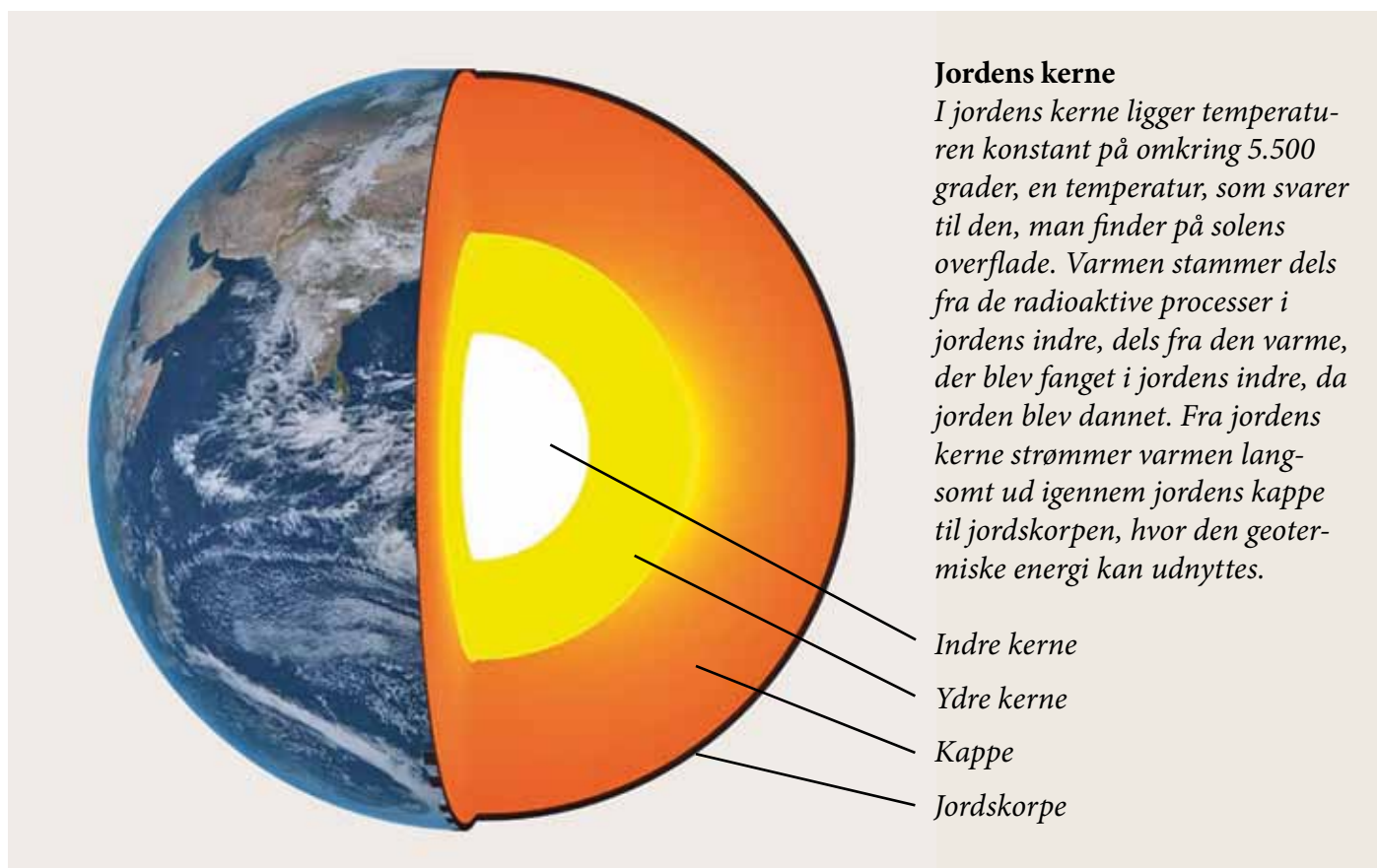
Fra jordens kerne strømmer varmen langsomt ud igennem jordens kappe til jordskorpen, hvor den geotermiske energi kan udnyttes. Den geotermiske energi findes overalt i undergrunden, men der er stor forskel på, hvor dybt nede, den ligger. Nogle steder på jorden findes varmen meget tæt på jordens overflade. Det er områder med vulkansk aktivitet og varme kilder. Island er et godt eksempel på et sted med stor vulkansk aktivitet og mange varme kilder. Her er der så høje temperaturer, at den geotermiske energi kan udnyttes til elproduktion. I områder, hvor der ikke er vulkansk aktivitet som i Danmark, ligger varmen meget længere nede.

Geotermisk energi er en form for vedvarende energi, fordi reserverne set i menneskelig målestok ikke er begrænsede, men kan forny sig selv i det tempo, vi bruger af dem. Undergrunden kan i det område,



*Nogle steder ligger varmen meget tæt på jordoverfladen. Det er specielt tilfældet, hvor jordskorpen plader møder hinanden. Her er der ofte varme kilder og stor vulkansk aktivitet som på Island, hvor den geotermiske energi både bruges til opvarmning og til elproduktion*

hvor man indvinder den geotermiske energi, efterhånden blive afkølet, fordi vandet til fjernvarmeproduktion bliver afkølet og sendt tilbage til undergrunden igen. Derfor kan det være nødvendigt at flytte borerne med f.eks. 25 - 30 års mellemrum. Men når borerne er flyttet, vil undergrunden langsomt blive varmet op igen.



### Jordens kerne

*I jordens kerne ligger temperaturen konstant på omkring 5.500 grader, en temperatur, som svarer til den, man finder på solens overflade. Varmen stammer dels fra de radioaktive processer i jordens indre, dels fra den varme, der blev fanget i jordens indre, da jorden blev dannet. Fra jordens kerne strømmer varmen langsomt ud igennem jordens kappe til jordskorpen, hvor den geotermiske energi kan udnyttes.*

Indre kerne

Ydre kerne

Kappe

Jordskorpe

## Hvordan udnyttes den geotermiske energi

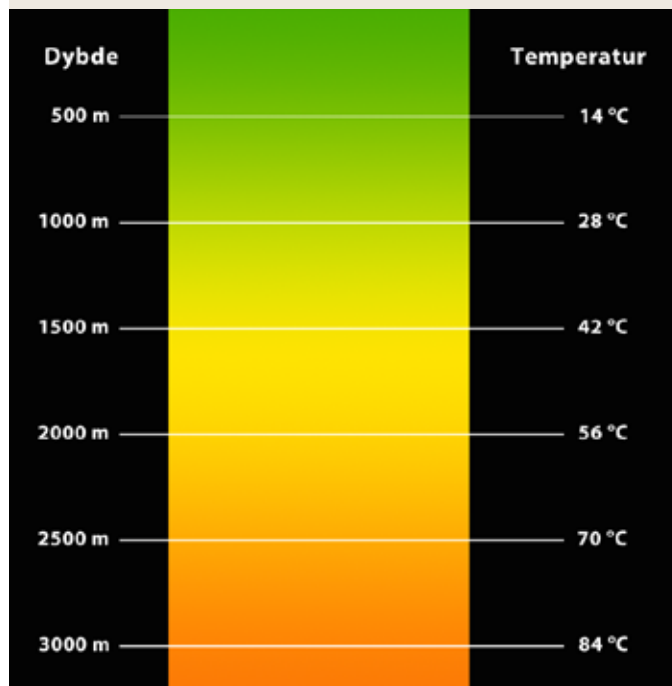
I Danmark ligger de varme lag forholdsvis dybt nede i undergrunden. Temperaturen i den danske undergrund stiger med 25 – 30 °C for hver kilometer, man borer ned. Udnyttelsen af den geotermiske energi er afhængig af, om der findes lag, som er porøse og har gode, vandledende egenskaber, så vandet kan strømme frit. Sådanne områder kaldes for geotermiske reservoirer. I Danmark findes der mange steder vandholdige sandstenslag i 800 – 3000 meters dybde med netop de egenskaber, der skal til for at udnytte den geotermiske energi.

Den geotermiske energi udnyttes groft sagt ved, at man borer ned i undergrunden til det lag, hvor varmen kan udnyttes. Herfra pumpes vandet op, og det varme vand fra undergrunden opvarmer via en varmeveksler det vand, man skal bruge til fjernvarme. Når vandet fra geotermiboringen er afkølet, pumpes det via en anden boring, en såkaldt injektionsboring, et stykke væk fra den såkaldte produktionsboring ned i undergrunden igen. På den måde opretholdes trykket i undergrunden, og det vand, der pumpes ned igen, vil langsomt blive opvarmet og strømme tilbage imod produktionsboringen.

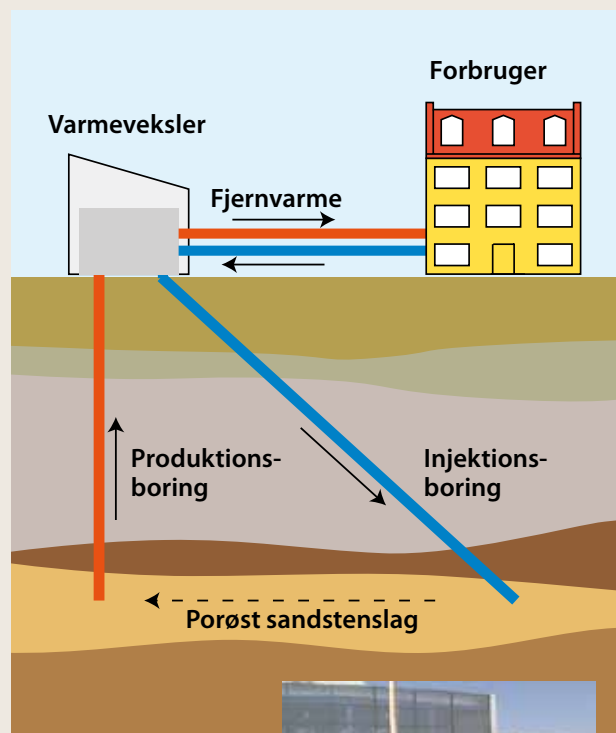
Skal man bruge større mængder varme f.eks. til et større byområde, kan man bore skråt ud i stjerneform fra en enkelt boreplads. Det betyder, at man kan udnytte varmen i et større område, og også at man evt. kan lagre varme i produktionsboringer fra sommerens overskudsproduktion af varme for eksempel fra solvarmeanlæg.

I Danmark vil det i første omgang være mest oplagt at bruge den geotermiske energi til opvarmning, fordi det vand, der pumpes op fra undergrunden, sjældent vil være varmere end 70 – 75 °C. Men på længere sigt kan det også blive muligt at udnytte den geotermiske energi til elproduktion ved hjælp af nye kraftværksteknologier, hvor man bruger organiske væsker til at drive en turbine i stedet for damp.

Fordelen ved geotermisk energi set i forhold til andre vedvarende energikilder er, at den termiske energi ikke er afhængig af årstid og vejrforhold. Den geotermiske energi er altså en stabil energikilde, og den kan bruges både i mindre bysamfund og store byer, så længe der er et fjernvarmenet.



*Temperaturen i den danske undergrund stiger med 25 – 30 °C for hver kilometer, man borer ned.*



*Principskitse af et geotermianlæg*



## Geotermiressourcer i Danmark

Der eksisterer et ret godt overblik over de geotermiske ressourcer i Danmark. Sidst i 1970'erne og først i 1980'erne blev geotermiressourcerne systematisk kortlagt og vurderet af Danmarks Geologiske Undersøgelser (DGU). Siden er der sket en løbende udbygning af vores viden om undergrunden, så vi nu har et godt udgangspunkt for at bestemme, hvor det er værd at foretage mere detaljerede undersøgelser med henblik på at udnytte geotermiressourcerne i et bestemt område.

Vi ved altså nogenlunde, hvor der er mulighed for at udnytte undergrundens varme. Og den overordnede kortlægning har vist, at der faktisk i det meste af Danmark ser ud til at være egnede sandstenslag. Flere steder (skraverede områder på kortet) er der endda flere sandstenslag i forskellig dybde. I nogle få områder ligger lagene enten for højt, så temperaturen bliver for lav, eller for dybt, så trykket er for højt til at pumpe vand igennem (grå og sorte områder på kortet).

Selv om undergrunden i Danmark er ret godt kortlagt, er det nødvendigt at lave mere detaljerede undersøgelser, før man kan begynde at etablere geotermiske anlæg. Som regel starter man med at lave mere detaljerede seismiske målinger af undergrunden i det område, hvor man ønsker at udnytte den geotermiske energi. Det gør man ved at sende trykbølger ned i undergrunden og derefter måle, hvordan trykbølgerne reflekteres, når de rammer overgangen mellem de forskellige lag.

Når man har udarbejdet et mere detaljeret kort på baggrund af de seismiske målinger, skal der laves prøveboringer for at afgøre helt nøjagtigt hvor og hvor dybt, man skal etablere de endelige produktionsboringer. Først derefter kan man lave det geotermiske anlæg, som også helst skal placeres, så det let kan tilsluttes det eksisterende fjernvarmenet.

De samlede geotermiressourcer i Danmark er meget store. I en redegørelse fra Klima- og Energiministeriet fra 2010 skønnes det, at det er muligt at dække ca. 40 PJ af fjernvarmebehovet i 2030, men de samlede ressourcer er sandsynligvis meget større.

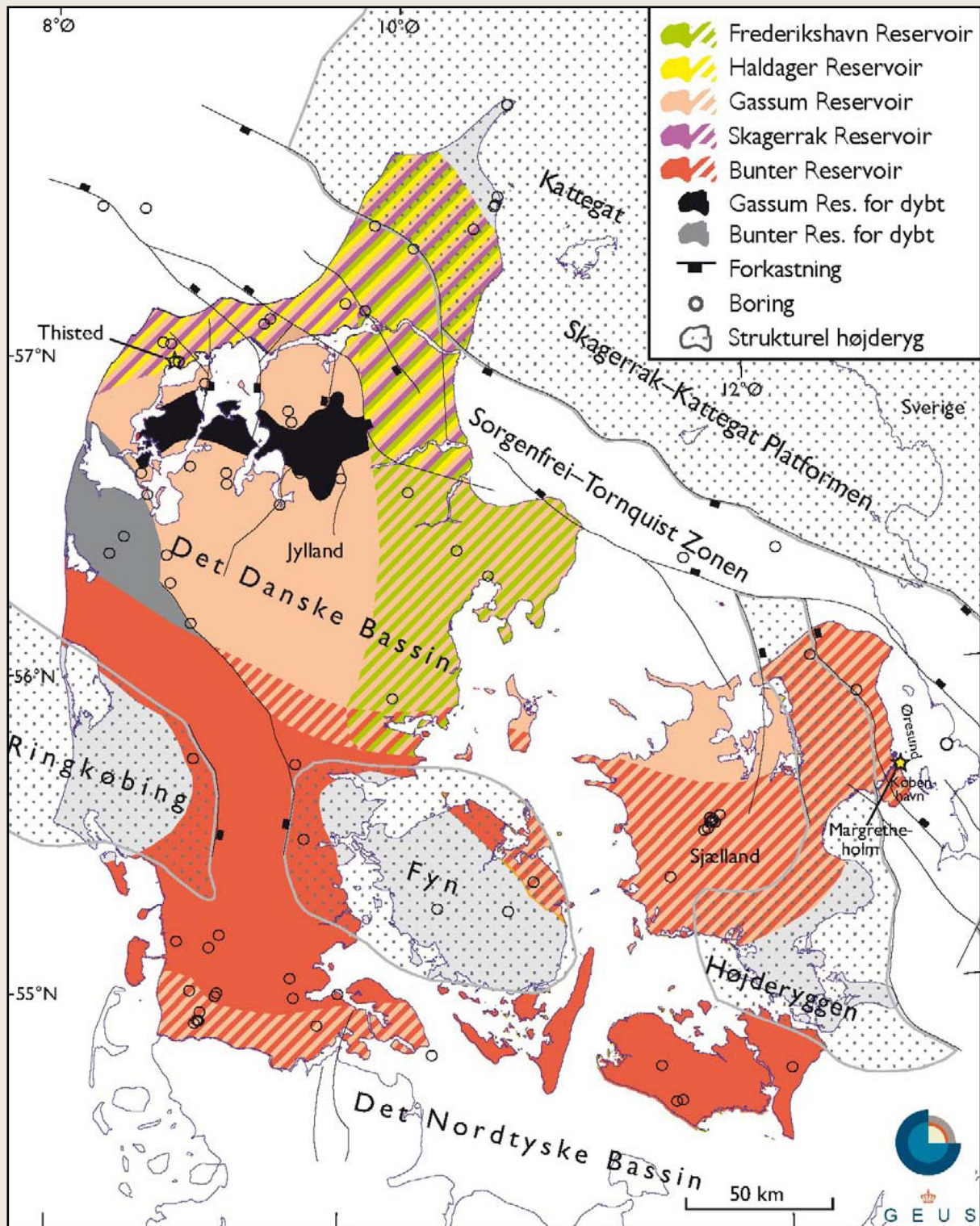
## Nogle større byer med mulighed for geotermisk energi

Brønderslev  
Farum  
Fredericia  
Frederikshavn  
Frederiksværk  
Grenå  
Haderslev  
Herning-Ikast  
Hillerød  
Hjørring  
Holstebro  
Horsens  
Kalundborg  
Kolding  
Maribo  
Nordøstsjælland  
Nyborg  
Nykøbing Falster  
Næstved  
Randers  
Ringsted  
Roskilde  
Silkeborg  
Skive  
Slagelse  
Storkøbenhavn  
Struer  
Svendborg  
Sønderborg  
Thisted  
Vejle  
Værløse  
Viborg  
Aabenraa  
Aalborg  
Århus



**NOAH mener: Vi skal bruge de tilgængelige geotermiressourcer, hvor det er muligt, frem for at bruge store mængder biomasse eller biogas fra industriel svineproduktion i varmeforsyningen.**

## Geologisk kort over områder med mulige geotermiressourcer



Kortet viser de sandstenslag i Danmark, hvor der er mulighed for at udnytte den geotermiske energi. Kortet dækker et dybdeinterval på 800 - 3000 meter og viser sandstenslag, der er mindst 25 meter tykke. Over 800 meter er temperaturen for lav og under 3000 meter er trykket for højt. I de mørkegrå og sorte områder ligger sandstenslagene for dybt. I de lysegrå områder er der enten slet ikke nogen sandstenslag eller sandstenslaget ligger for højt. I de skraverede områder er der to eller flere sandstenslag, hvor der findes et potentiale for geotermiske energi. (Gengivet med tilladelse af GEUS)

## Geotermi i energiforsyningen

Temperaturen på det varme vand, der kan hentes op fra undergrunden i Danmark, vil typisk ligge på mellem 65 og 75 grader. Men temperaturen på det vand, der i dag bliver ledt ud i fjernvarmenettet, er på 85 – 90 grader. Det betyder, at et geotermianlæg ikke alene kan producere fjernvarmevand, der er varmt nok.

Derfor skal temperaturen i fjernvarmevandet enten hæves yderligere, eller også skal temperaturen i fjernvarmenettet sættes ned.

I en energiforsyning baseret på vedvarende energi kan man hæve temperaturen i fjernvarmenettet ved enten at bruge eldrevne varmepumper eller biomassefyr. Bruger man varmepumper, betyder det, at der skal bygges mange flere vindmøller og solcelleanlæg. Bruger man biomassefyr, betyder det en kraftig øgning af brugen af biomasse, og det er noget, vi helst skal undgå, fordi det vil gå ud over vores natur og lægge pres på landbrugsjorden, som i forvejen er overudnyttet. Biomasse er heller ikke en ægte vedvarende energikilde, da afbrænding af biomasse betyder udledning af kuldioxid, som kun langsomt bliver optaget igen i ny biomasse.

Det bedste er derfor at sætte temperaturen i fjernvarmenettet ned, så man kan bruge geotermivarmen direkte uden at skulle opvarme ekstra. Men det kræver, at vi klimareoverer alle de eksisterende bygninger, så de kan opvarmes effektivt med fjernvarmevand, der er knap så varmt som i dag. Det er både det billigste og langt det bedste rent miljømæssigt. Mulighederne for at reducere varmebehovet i boliger, institutioner og virksomheder er allerede kortlagt, og resultaterne viser, at det er muligt at nedbringe varmebehovet til ca. halvdelen af det nuværende i løbet af ca. 20 år og endnu mere på længere sigt.

Gør vi det, vil det ikke bare betyde, at behovet for at bruge varmepumper i tilslutning til geotermianlæggene reduceres kraftigt. Det betyder også, at det bliver langt nemmere at bruge solvarme, hvor mulighederne for at bruge geotermi ikke er tilstede.



*Varmevexlerne i geotermianlæg er lavet af titanium for at kunne klare det meget salte og korroderende vand fra undergrunden.*



*En gennemgribende klimareovering af den eksisterende bygningsmasse er en forudsætning for en effektiv udnyttelse af den geotermiske energi.*

## Hvor meget kan den geotermiske energi dække?

Selv med de store geotermiressourcer, der er i den danske undergrund, er det begrænset, hvor stor en del af varmforsyningen, der kan dækkes. Dels skal geotermiressourcerne være tilgængelige der, hvor man skal bruge dem. Dels skal der være et fjernvarmenet til at få varmen ud til forbrugeren.

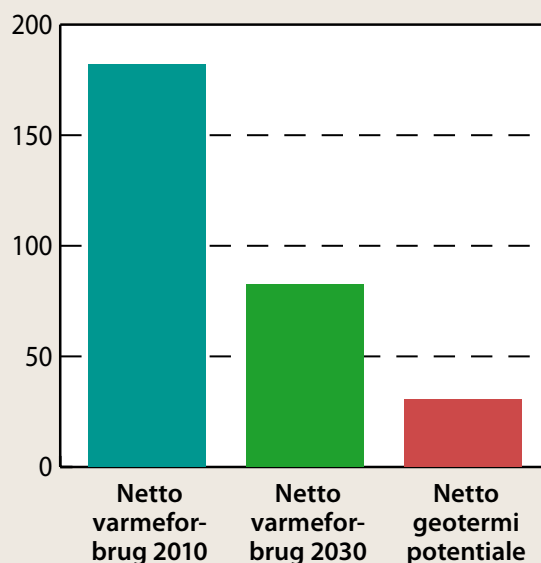
Med udgangspunkt i brutto geotermiressourcer på ca. 40 PJ vil geotermisk energi kunne dække mellem 16 og 17 procent af vores nuværende nettovarmeforbrug. Med en kraftig indsats for at klimareovere boliger og andre bygninger, vil varmforsyningen kunne reduceres til omkring det halve af det nuværende i løbet af de næste 20 år. Sker det, vil geotermien kunne dække hele varmforsyningen i en lang række områder, og på landsplan godt en tredjedel af det samlede netto varmforsyning.

Derfor skal den geotermiske energi spille sammen med de andre vedvarende energikilder i en fremtidig energiforsyning uden fossile brændsler. Solvarme kan give et væsentligt bidrag. Det samme kan biomasse både som individuel varmforsyning i områder, hvor der ikke er fjernvarme og i små kraftvarmeværker, som leverer både el og varme.

En fremtidig energiforsyning skal også være fleksibel. Det betyder, at den overskudsenergi, der produceres i perioder med et lavt elforbrug f.eks. om natten, skal kunne bruges i varmforsyningen. Det kan ske ved at koble varmepumper til fjernvarmenettet eller ved at lave brint, som kan lagres. Brinten kan så bruges i brændselscelle-kraftvarmeværker, når der er behov for det. Tilsammen kan det sagtens dække vores fremtidige varmforsyning.

Der er under alle omstændigheder ingen grund til at udskyde udnyttelsen af de store geotermiressourcer i vores undergrund. Og den billigste og mest effektive måde at gøre det på, er ved at koordinere det med en grundig klimareovering af vores boliger.

Geotermiens andel af varmforsyningen med nuværende forbrug og forbrug med udnyttelse af besparelsemuligheder



Geotermisk energi



Solvarme



Varmepumper



Biomasse



## Her kan du finde flere oplysninger om geotermi:

### NOAH:

Geotermi i Danmark, kort film produceret af NOAH (link fra [www.global-klima.org](http://www.global-klima.org))

NOAHs Energi-handlingsplan 2050 (pdf-fil med link fra [www.global-klima.org](http://www.global-klima.org))

NOAHs klimasider [www.global-klima.org](http://www.global-klima.org)

### På nettet:

Dansk Fjernvarmes Geotermiselskab, <http://www.geotermi.dk/>  
Hjemmeside fra Århus Universitet om klimarelateret forskning,  
shortlink: <http://tinyurl.com/5s98nww>

### Pdf-publikationer:

“Geotermi – varme fra jordens indre – status og muligheder i Danmark”. Shortlink: <http://tinyurl.com/3s55o5y>

“Geotermi - varme fra jordens indre - Internationale erfaringer, økonomiske forhold mm.” Shortlink: <http://tinyurl.com/3dbasy5>

“Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark“ Shortlink: <http://tinyurl.com/5s62sld>

## Geotermisk energi. Energien under vores fødder

Udarbejdet af NOAH Energi og Klima

Forfatterne kan kontaktes via NOAHs sekretariat

ISBN, trykt udgave: 978-87-91237-59-1

ISBN, klassesæt: 978-87-91237-60-7

ISBN, digital udgave: 978-87-91237-47-8

Vil du gøre noget aktivt sammen med andre? Kontakt NOAH

Miljøbevægelsen NOAH,  
Friends of the Earth Denmark,  
Nørrebrogade 39, 2200 København N  
Tlf.: 35 36 12 12  
Giro: 5 5600 39  
E-mail: [noah\(at\)noah.dk](mailto:noah(at)noah.dk)  
Hjemmesider: [www.noah.dk](http://www.noah.dk)

Denne publikation er støttet økonomisk af Undervisningsministeriets Udlovningsmidler