

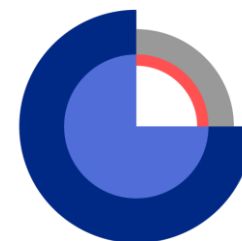
Udnyttelse af undergrunden til dyb geotermi (og varmelagringskortet)

ATV møde den 25. maj

Seniorforsker Henrik Vosgerau, Stratigrafisk afdeling, GEUS

på vegne af

GEUS' forskningsgrupper i geotermi og varmelagring

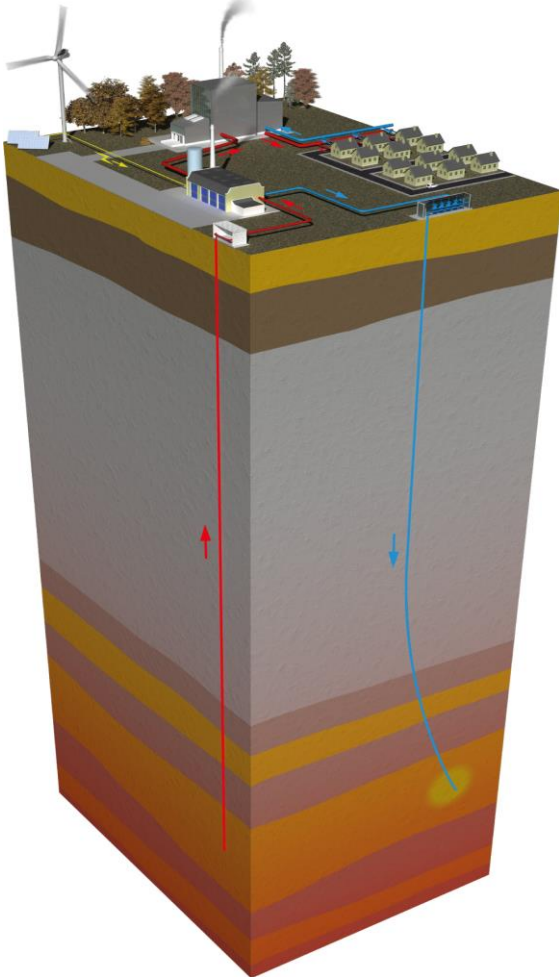


G E U S

Geotermisk energi

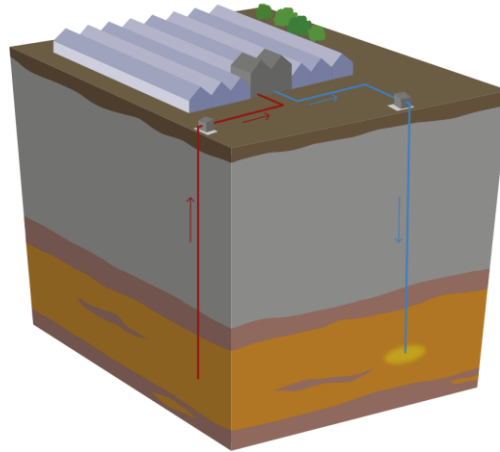
Dyb geotermisk energi

($\approx 3000\text{--}800\text{ m}$)



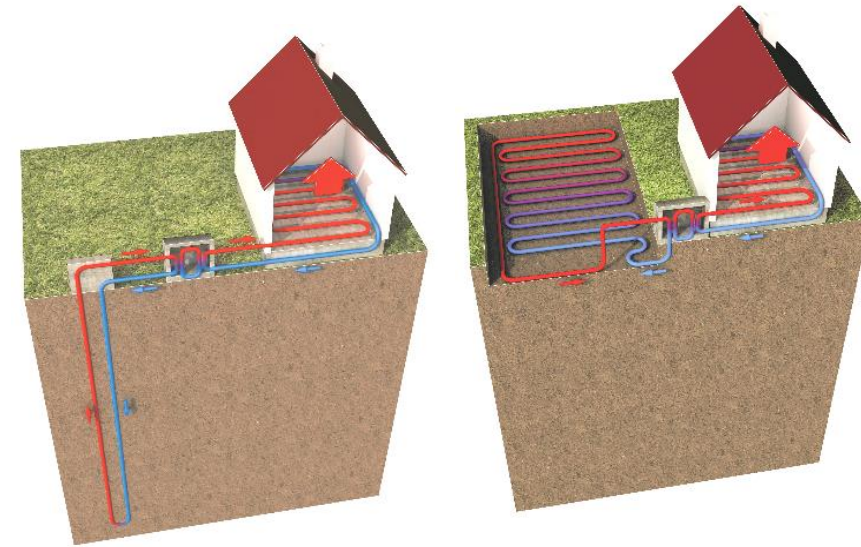
Mellemdyb geotermi

($\approx 800\text{--}300\text{ m}$)

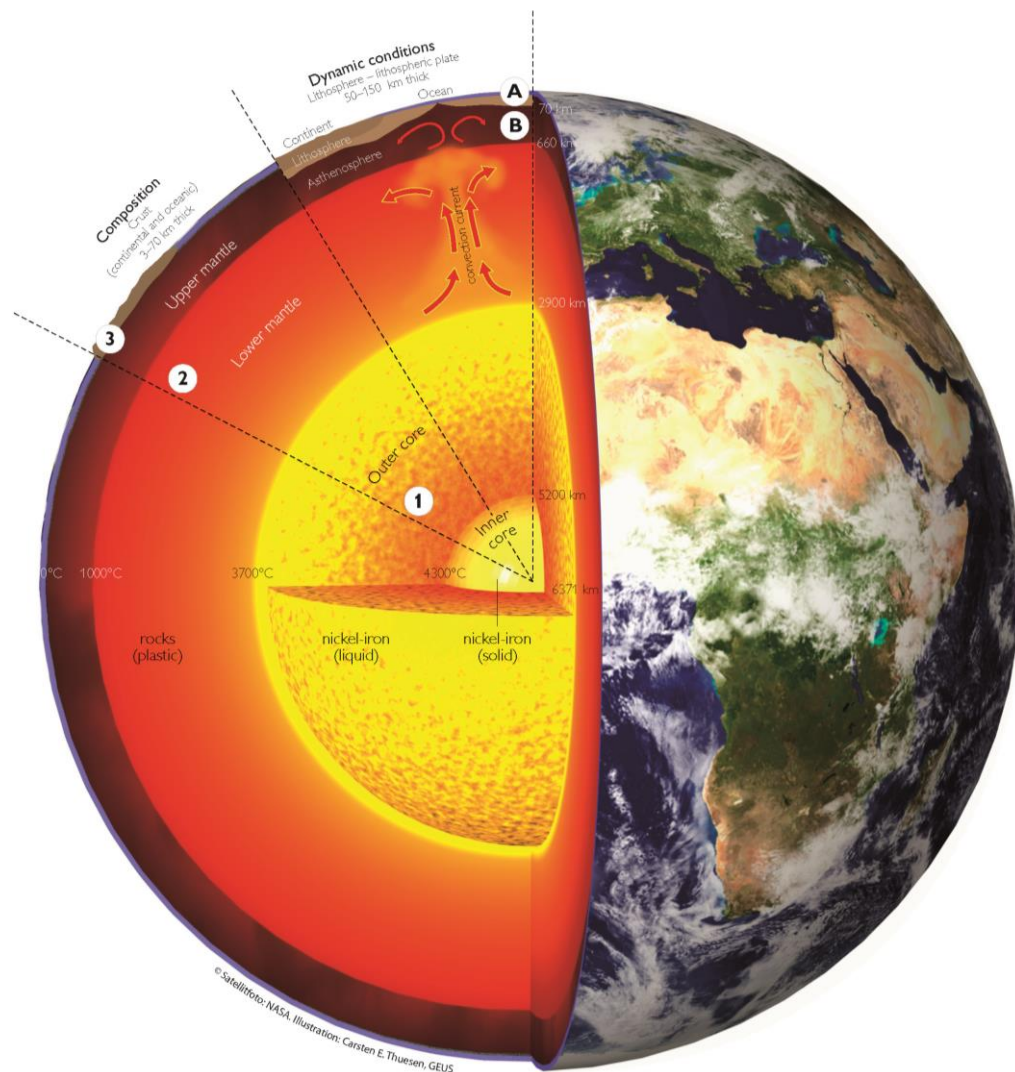


Overfladenær geotermi

($\approx 300\text{--}1\text{ m}$)



Dyb geotermi



Radioaktive henfald i jordens kerne producerer geotermisk varme, der kontinuerligt strømmer ud mod jordens overflade

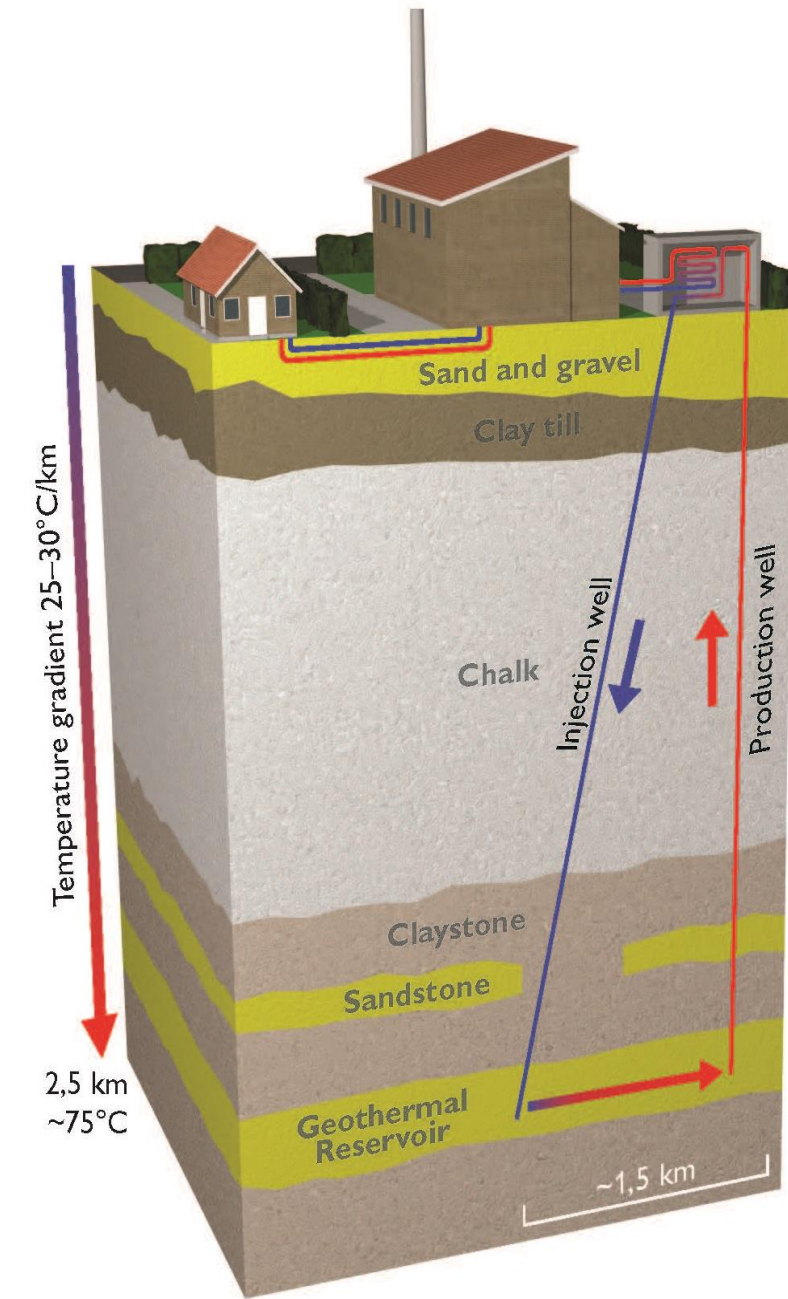
Den geotermiske energi findes som:

- 1) Varm væske i bjergarters porerum
- 2) Varme i selve bjergarterne

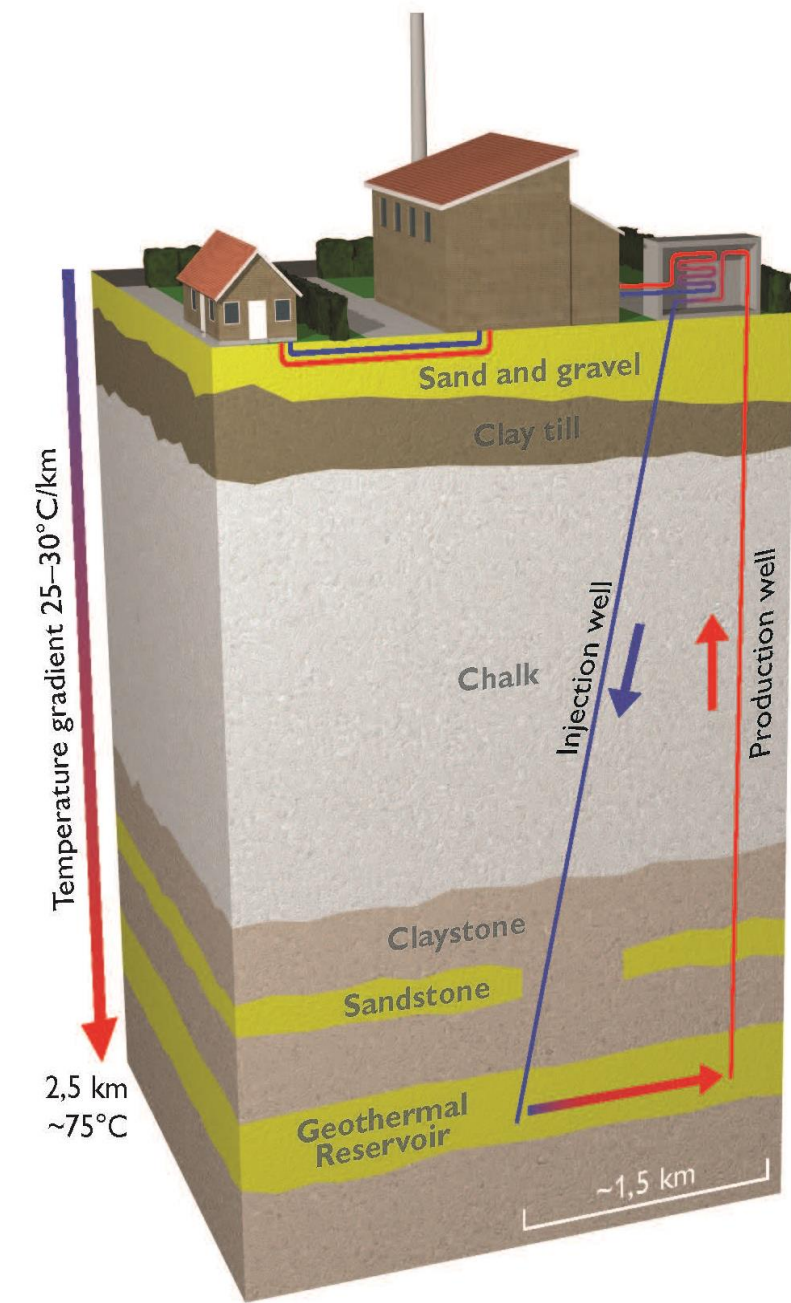


I den danske onshore undergrund er varmegradiënten typisk 25-30 C°/km

Fordele ved at anvende dyb geotermisk energi i fjernvarmeproduktionen :

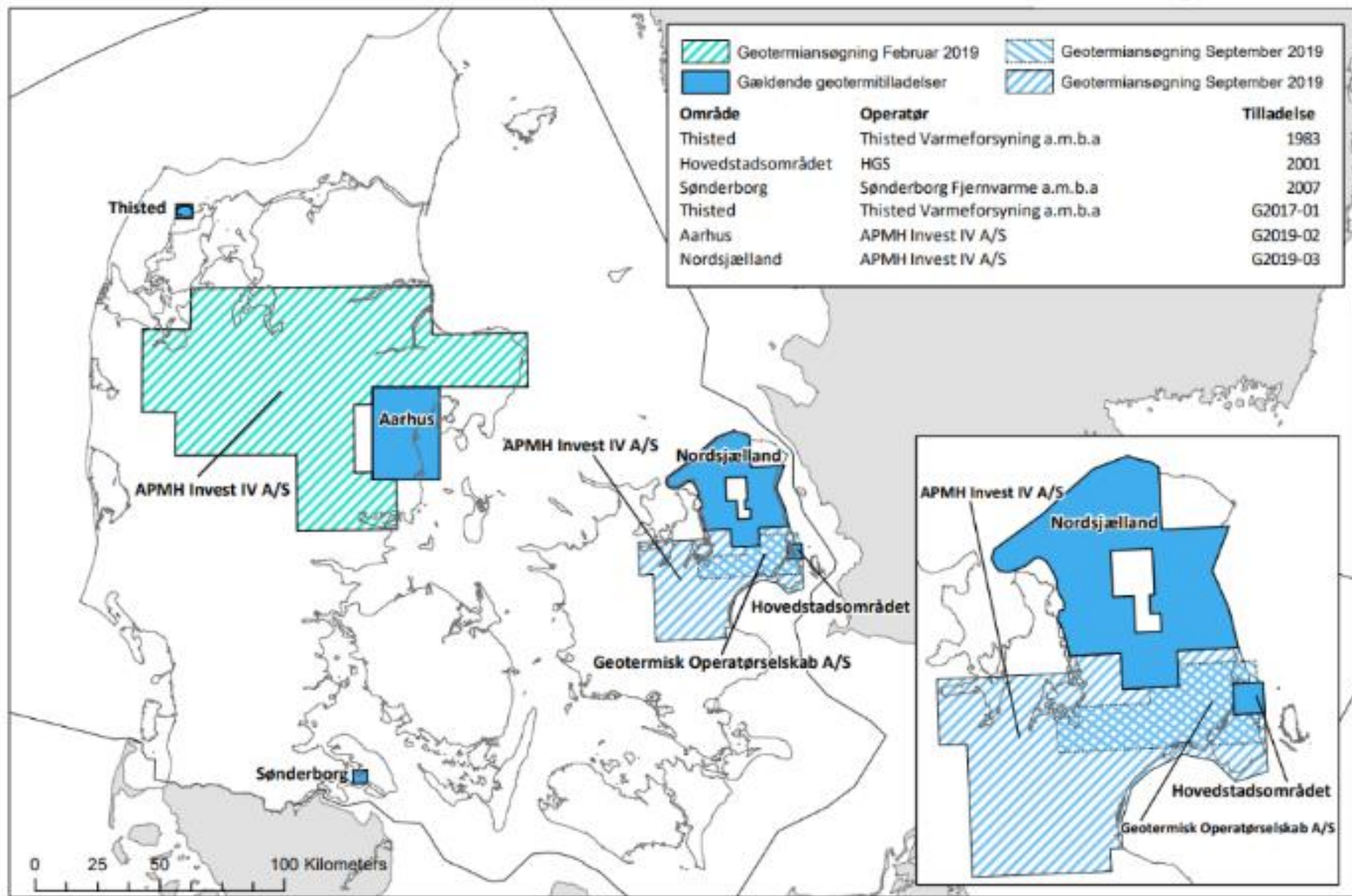


- En meget miljøvenlig, bæredygtig og vedvarende energikilde, der kan bidrage til at reducere den danske udledning af drivhusgasser
- Energikilden er stabil - uafhængig af klima- og sæsonvariationer

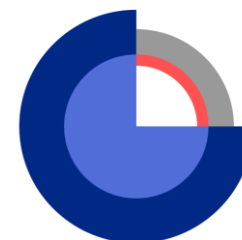


Fordele ved at anvende dyb geotermisk energi i fjernvarmeproduktionen :

- Ressourcen er stor og vidt udbredt (beregninger har vist at geotermi vil kunne dække 20-50% af det danske fjernvarmeforbrug)
- Vi ved hvor ressourcen er til stede i undergrunden takket være en række offentligt finansierede forskningsprojekter
- Essentielle geotermiske data og kort er offentlig tilgængelige via en brugervenlig WebGIS portal, som bl.a. har været med til at stimulere industriens interesse for geotermi



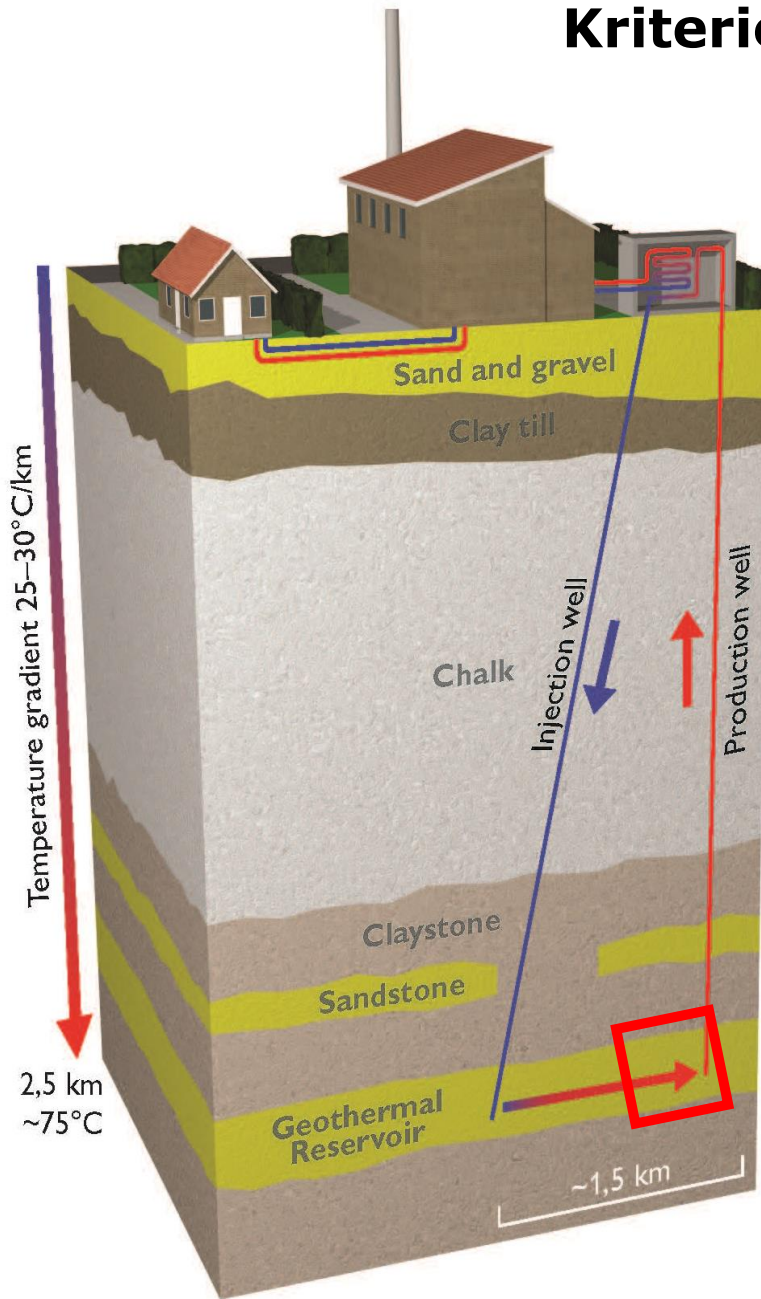
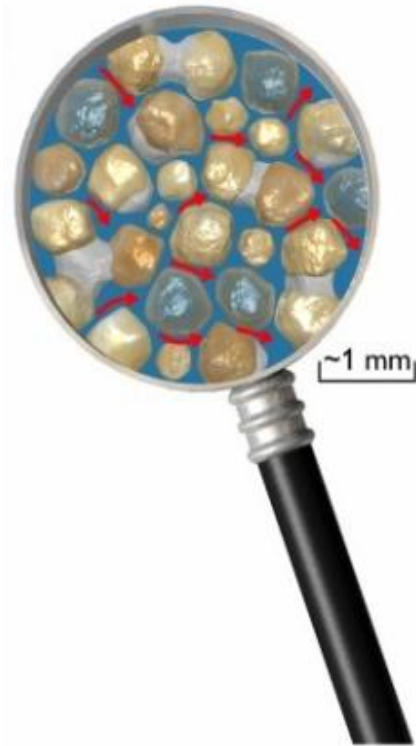
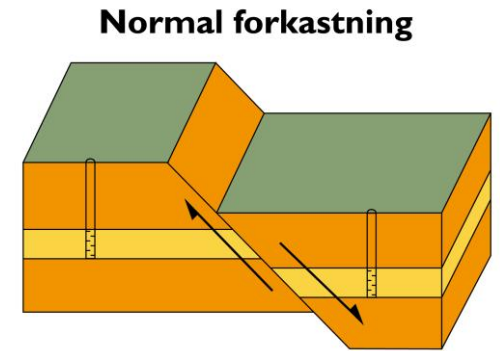
Geotermiske licenser og ansøgninger, Oktober 2020
(fra www.ens.dk)



G E U S

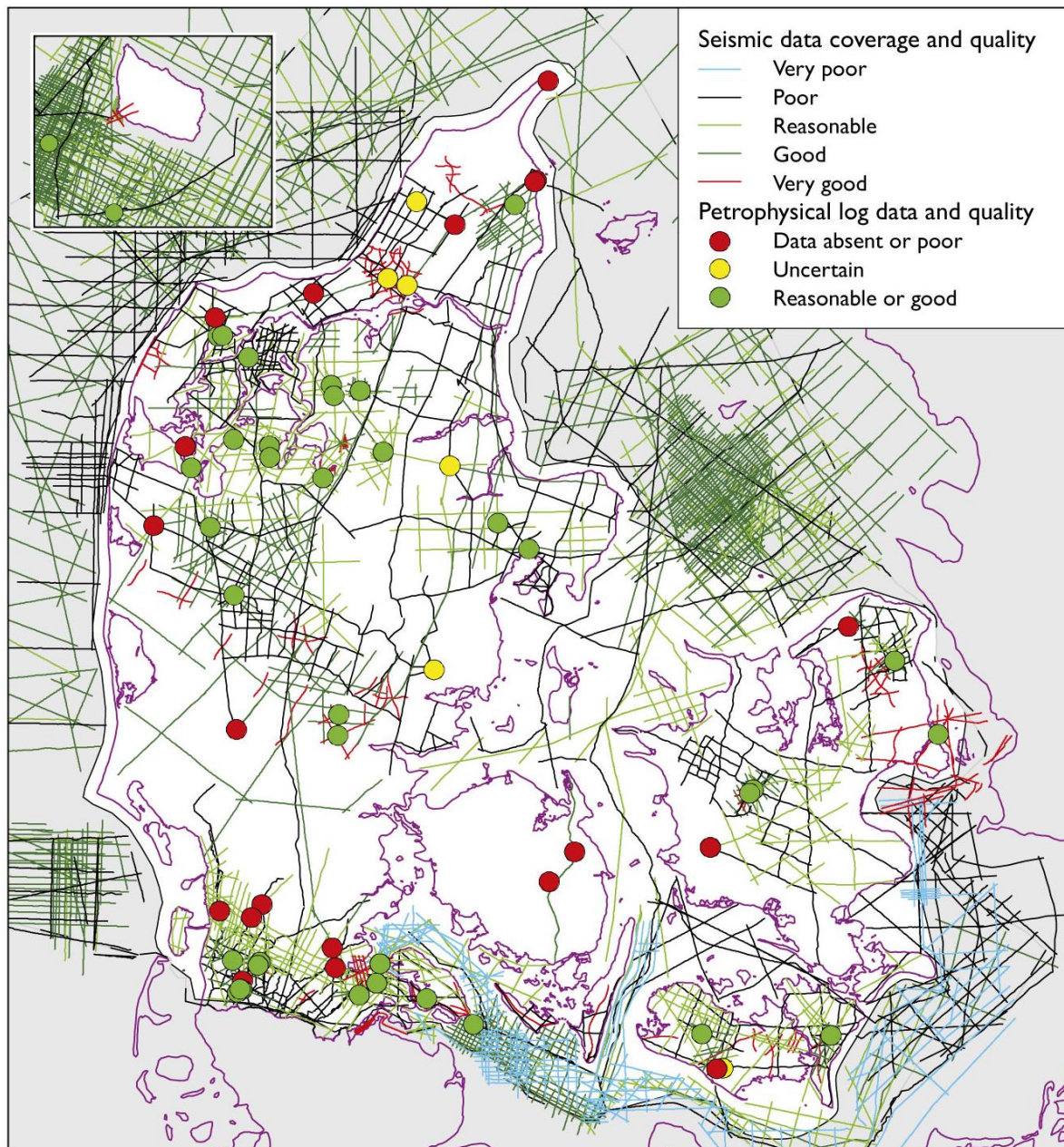
Kriterier for udnyttelse af dyb geotermi:

- Formation til stede i undergrunden, der indeholder sandsten med gode reservoir-egenskaber (høj porøsitet og permeabilitet)
- Stor udbredelse i undergrunden og ingen større forkastninger



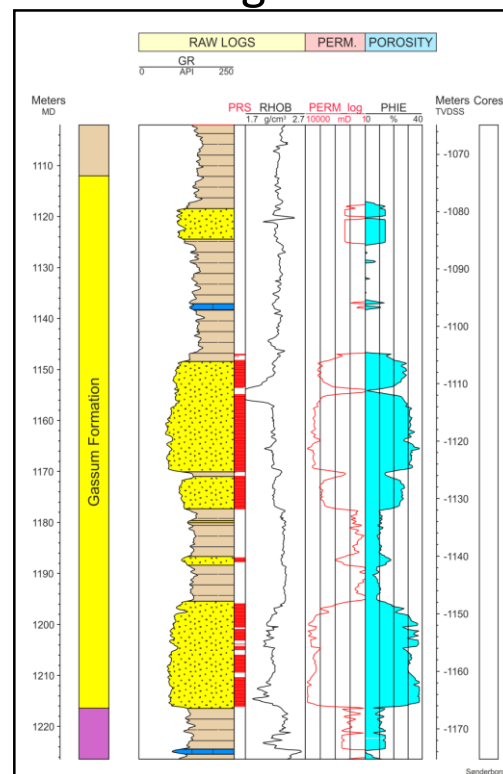
- Tilstrækkelig stor dybde til at sikre at vandet er varmt nok til at indgå i en geotermisk produktion, men ikke så dybt at reservoir-egenskaberne er dårlige (som tomme-fingerregel dybdeintervallet 800–3000 meter)

Database

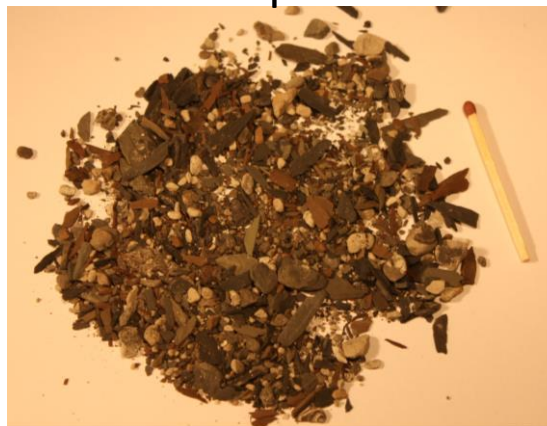


Boringsdata:

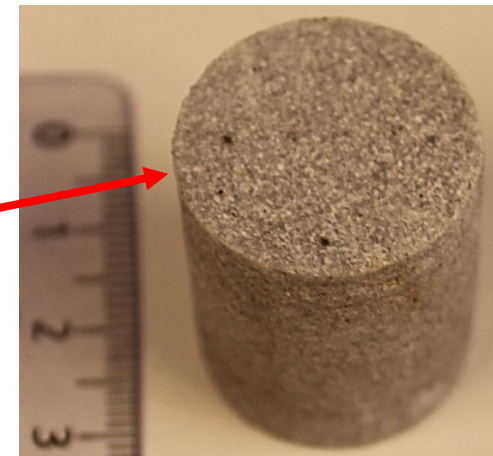
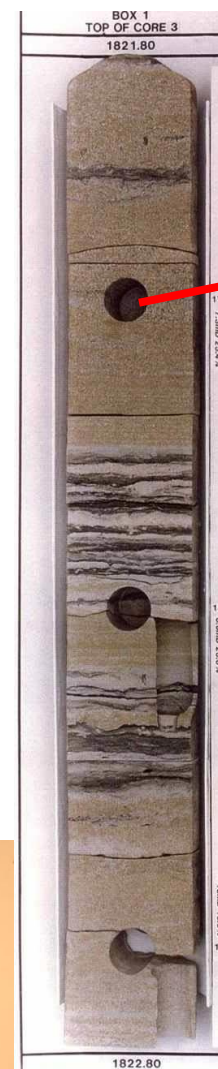
Logdata



Borespåner



Borekerner

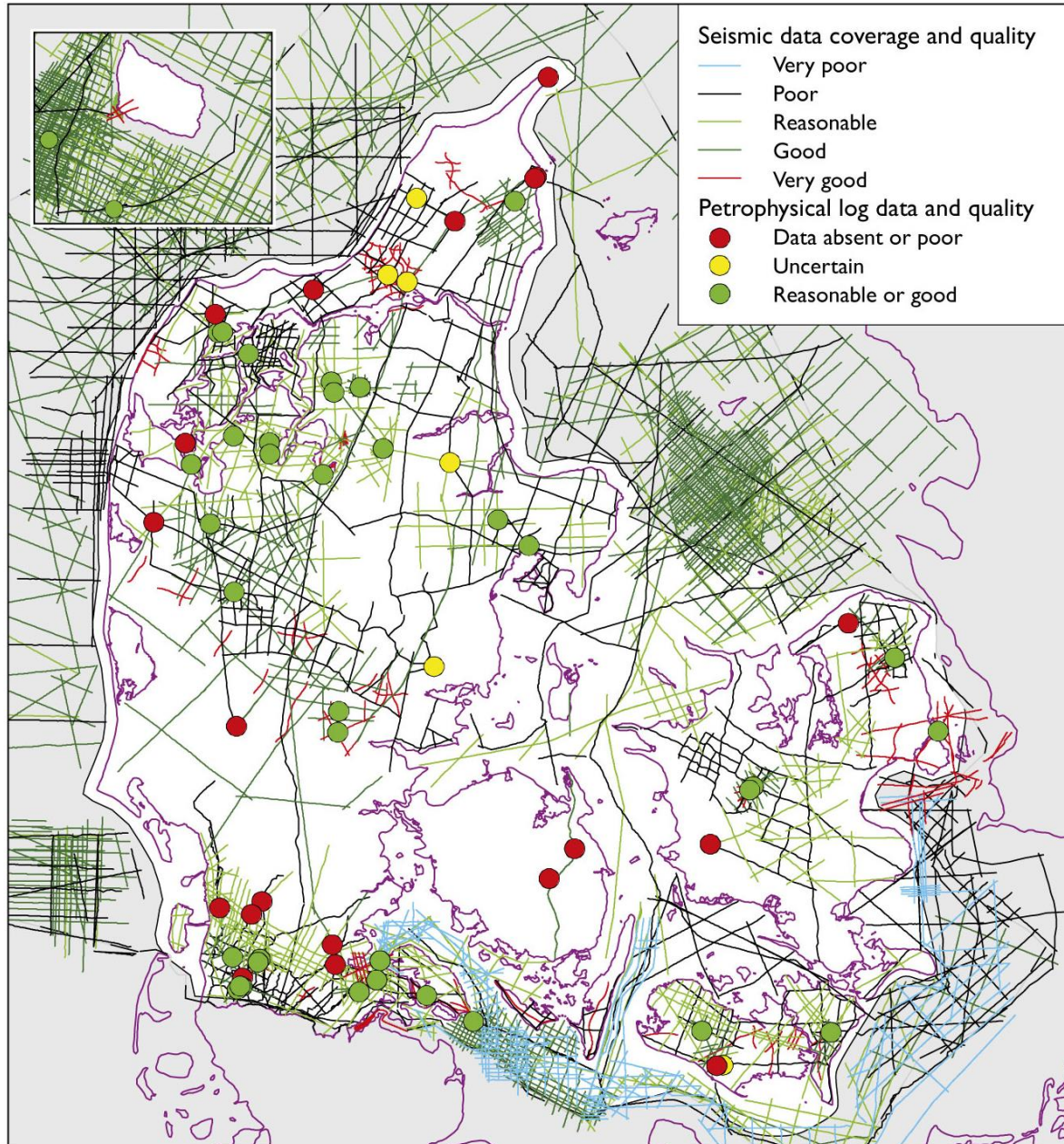


Porøsitet og permeabilitet måles på plugs fra borekerner

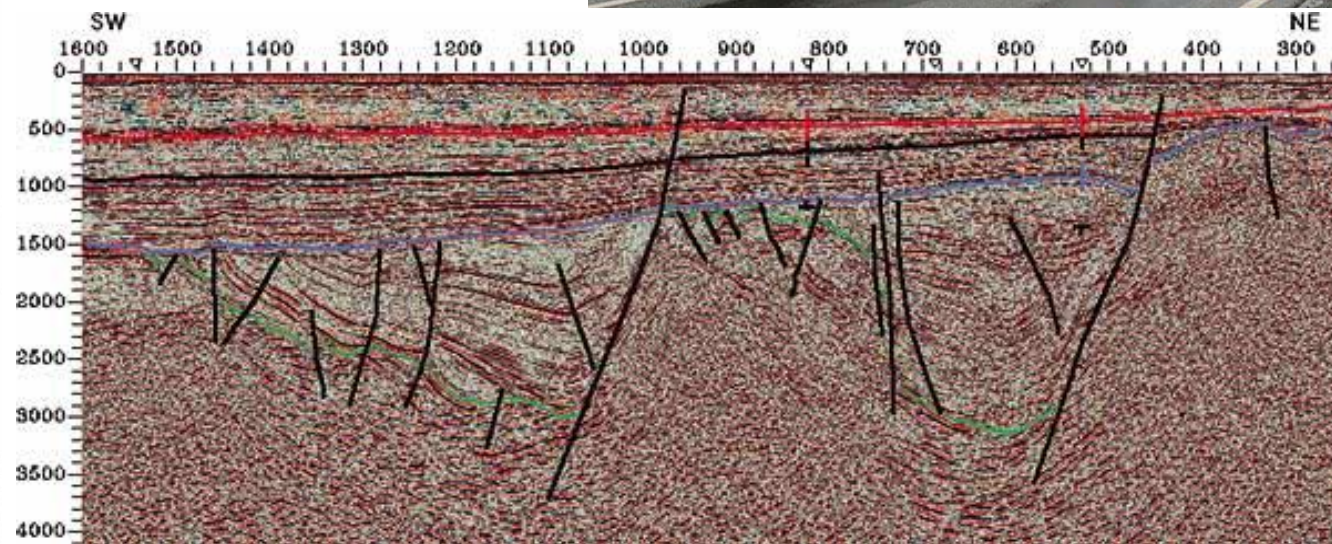
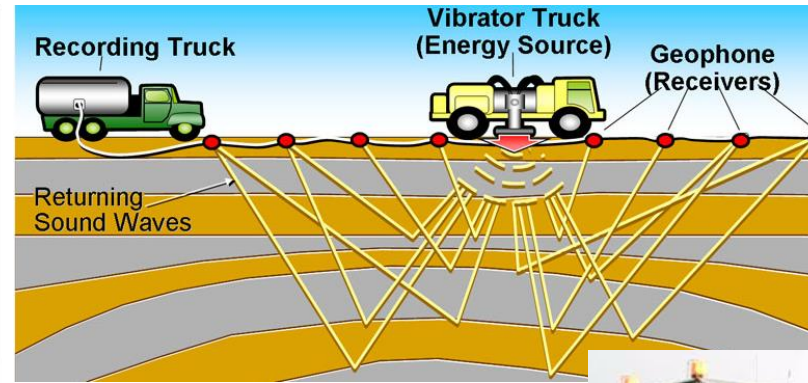
Punktdata:

- Dybde til reservoir
- Reservoir tykkelse
- Gross sand
- Potentiel reservoir sand
- Porøsitet
- Permeabilitet
- Temperatur
- m.fl.

Database



Seismisk kortlægning





[Introduktion](#)
[Interaktive kort](#)
[Videoguide](#)
[Baggrundviden](#)
[Publikationer](#)
[Forskningsprojekter](#)
[Møder](#)

Introduktion

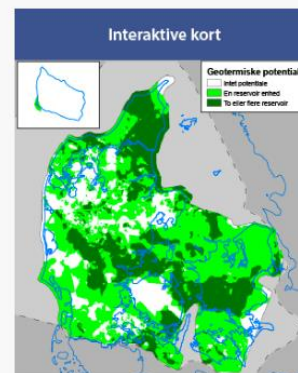
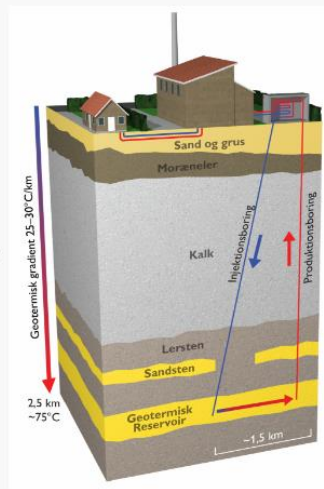
Du er her: Start

Danmarks dybe undergrund rummer store geotermiske ressourcer. Det er dog forbundet med stor risiko at etablere et geotermisk anlæg, hvis undergrundens geologi ikke er kendt det sted, anlægget ønskes opført.

Portalen præsenterer en række geologiske korttemaer, relevante for geotermi, så interessenter i geotermibranchen og myndighederne kan danne sig et overblik over undergrundens beskaffenhed, geologiske usikkerheder samt tætheden og kvaliteten af de geologiske data indenfor det danske land- og nærkystområde. Fokus er på geotermiske reservoirer af sandsten beliggende indenfor dybdezonens 800-3000 meter. Portalen og de bagvedliggende dataanalyser og korttemaer er udarbejdet for midler afsat i den Enerkipolitiske aftale af 22. marts 2012. Endvidere indgår der data og resultater fra et geotermisk forskningsprojekt, der er udført i regi af Det Strategiske Forskningsråd.

De væsentligste geologiske data, der giver information om Danmarks dybe undergrund, udgøres af data fra dybe borer og seismiske undersøgelser, der hovedsageligt er indsamlet i forbindelse med olie-gas efterforskningsaktiviteter. De geologiske data er samlet, kvalitetssikret, analyseret og anvendt til at fremstille de kort, der indgår i portalen. Bag udformningen af kortene ligger flere led af generaliseringer og tilnærmelser, og kortene skal derfor også kun betragtes som vejledende og til brug på regional skala.

Kortene udgør et godt grundlag for at kunne lave en kompetent og mere specifik geologisk vurdering af det geotermiske potentiale for en konkret lokalitet, hvor et geotermisk anlæg ønskes opført. I vurderingen vil de nærmeste data fra dybe borer og seismiske undersøgelser dog skulle indgå med højere vægt i analysen af lokaliteten, end hvis der udelukkende tages udgangspunkt i de tolkede, landsdækkende korttemaer i portalen. En sådan analyse svarer omtrent til den screening, der, i regi af den ovennævnte Enerkipolitiske aftale, er foretaget af 28 lokaliteter beliggende indenfor forskellige fjernvarmeområder, og hvis resultater er tilgængelige fra portalen.



OM PORTALEN

Geotermi WebGIS-portalen er en interaktiv kortbaseret geotermi portal som henvender sig til fjernvarmeselskaber, kommuner og andre med interesse i etablering af geotermisk varmforsyning.

BRUGERBETINGELSER

Følgende betingelser gælder for brug af frie data gennem GEUS' hjemmesider. Ved brug accepterer du de betingelser og det ansvar, som påhviler brugeren i relation til GEUS.

Du opfordres derfor til at gennemlæse betingelserne, inden data benyttes.

NYTTIGE LINKS

www.geus.dk

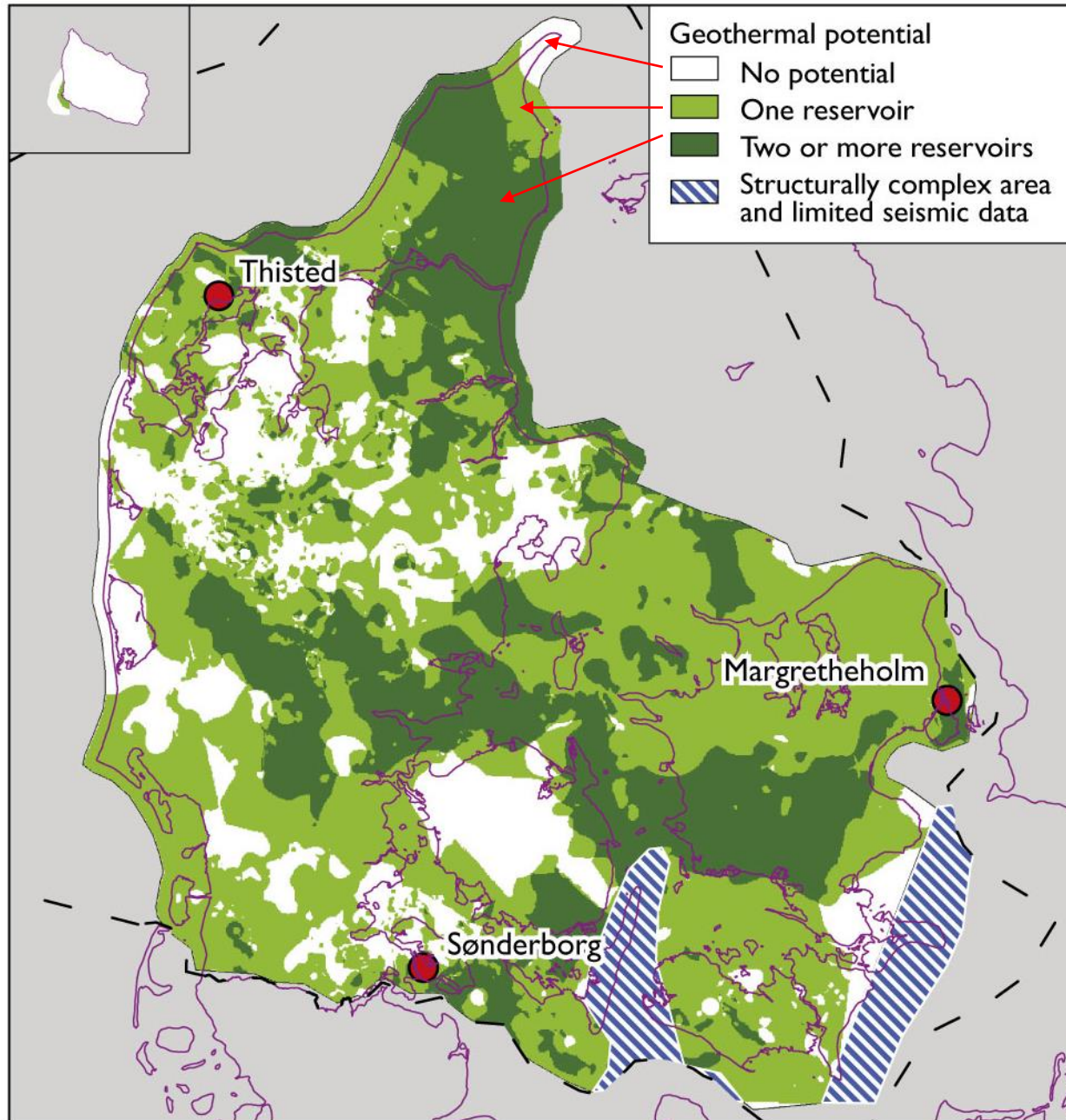


GEUS

WEBGIS-PORTALEN FOR DYB GEOTERMI

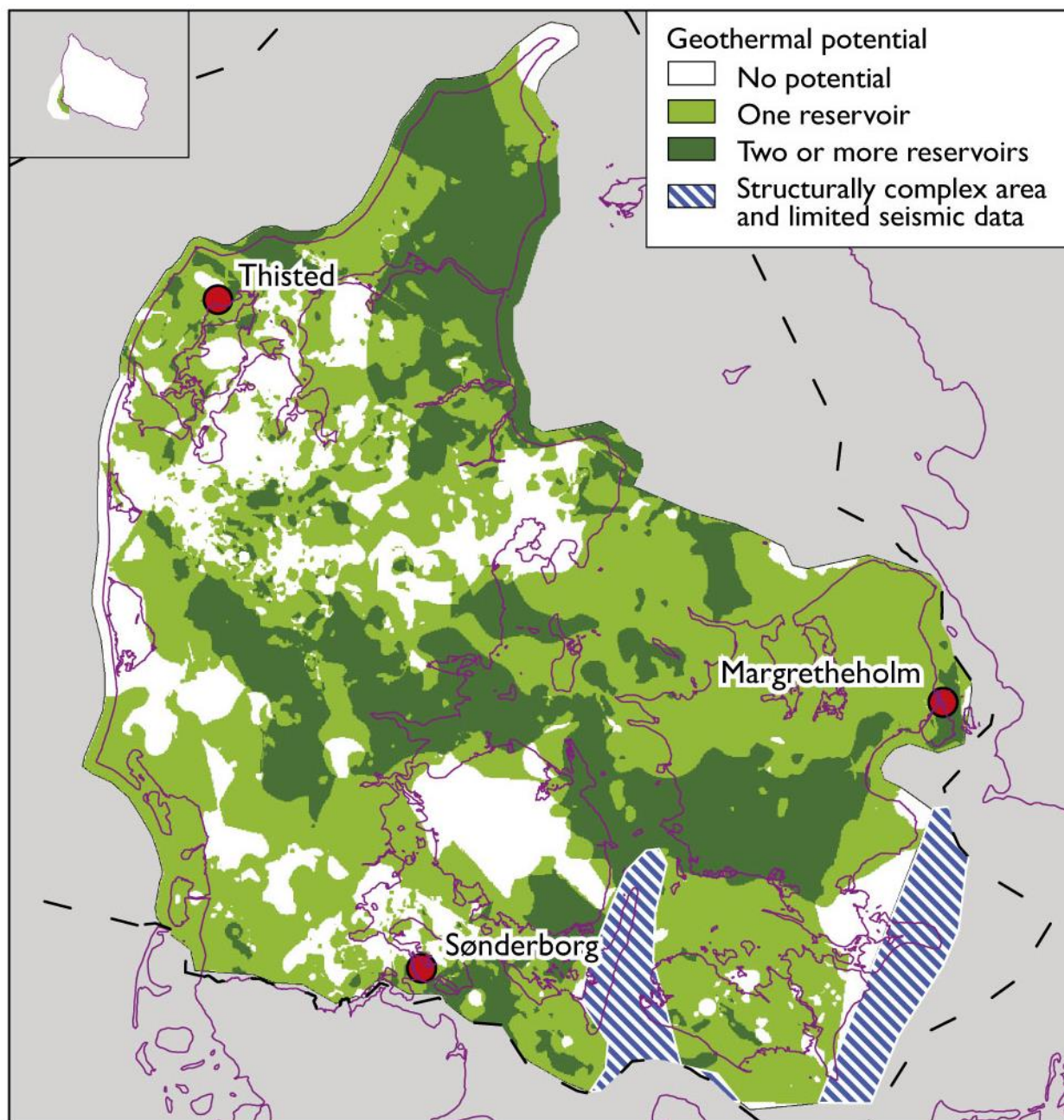
Giver adgang til en række data og tematiske kort med relevans for dyb geotermi

Interactive maps



Det første kort brugeren støder på er det Geotermiske potentialekort, der giver et overblik over, hvor der sandsynligvis er sandstensreservoirer til stede i den dybe undergrund, der egner sig til geotermisk indvinding

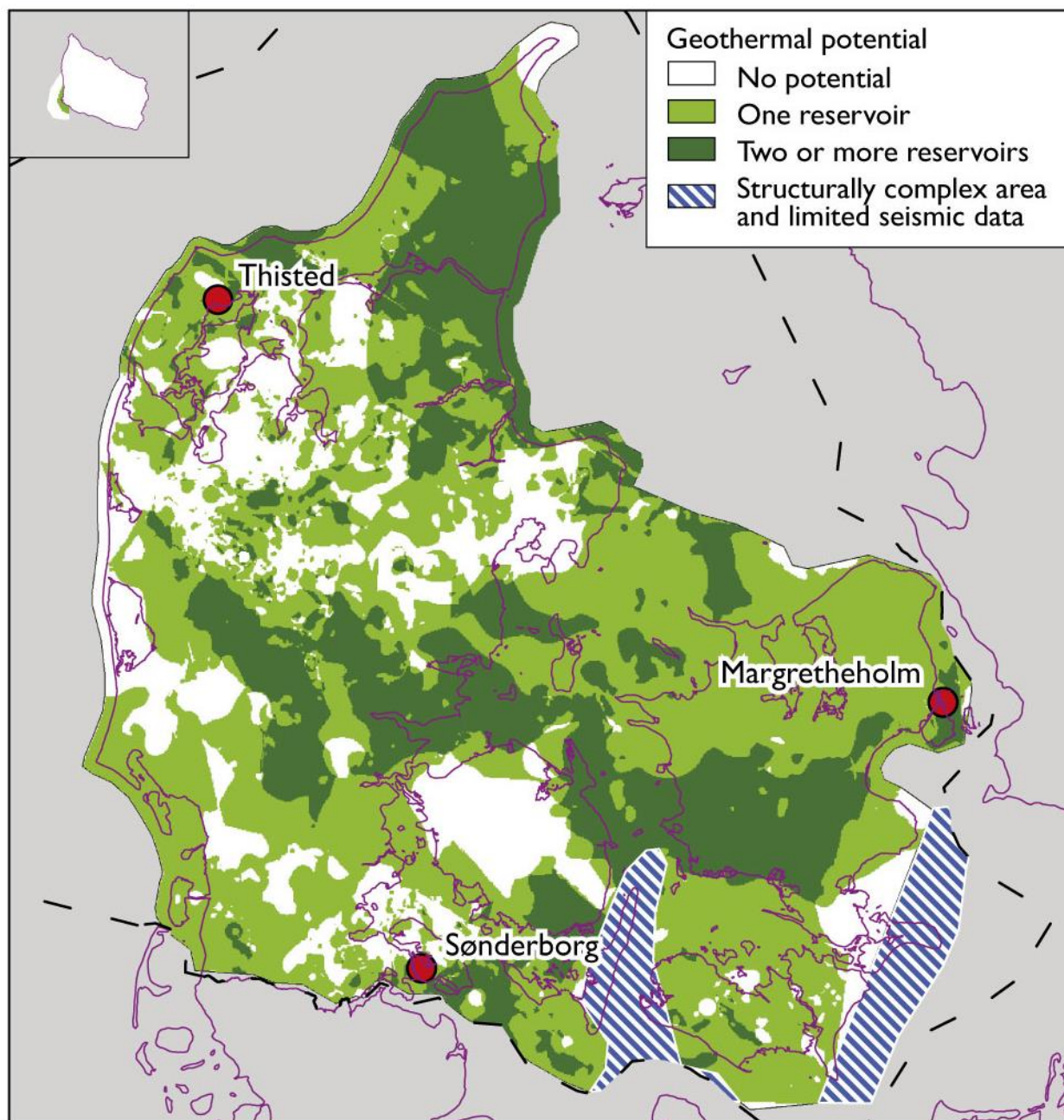
● Geotermiske anlæg i DK



WebGIS portalen udgør et godt grundlag til at vurdere, hvor geotermi er relevant

I et videre forløb bør det lokale potentiale vurderes ud fra de nærmeste dybe borer og seismiske data

I nogle områder kan det være nødvendigt med indsamling af nye seismiske data før der investeres i en boring

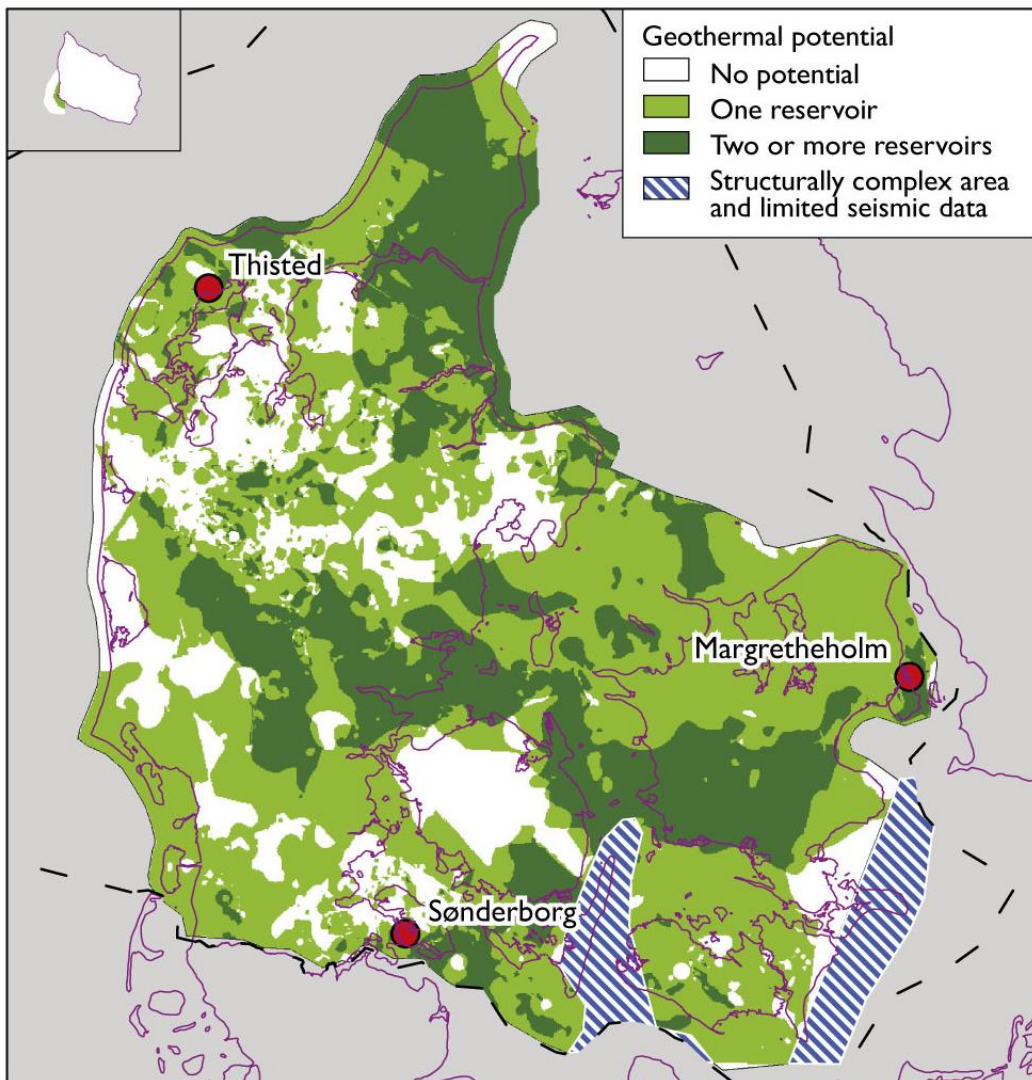


Ønsket opdatering af portalen, bl.a. tilføjelse af:

- *Geotermisk effektberegner* til at beregne vejledende geotermisk effekt et givet område, hvor et geotermisk anlæg overvejes opført
- *CAPEX Calculator* til beregning af vejledende startkapitaludgifter



Vil gøre det muligt for geotermiske interessenter at foretage en vejledende teknisk- og kommerciel evaluering af et geotermisk projekt for et givent område



● Geotermiske anlæg i DK

Tre anlæg i Danmark, der baserer sig på dyb geotermi:

Thisted anlægget (etableret i 1984)

- Pumper ca. 44°C varmt vand fra Gassum reservoiret i en dybde af ca. 1250 m
- Producerer op to 7 MW fra 200 m³/t geotermisk vand
- Overfører 10 MW varme til fjernvarmenettet via varmeveksler, og varmepumper drevet af varme primært fra en biomassekedel
- Udvidet med en ekstra injektionsboring i 2018 for at kunne forøge andelen af geotermisk varme i den samlede fjernvarmeforsyning til 15-25%

Margretheholm anlægget (etableret 2005)

Designet til at:

- pumpe ca. 74°C varmt vand op fra Bunter Sandsten reservoiret i en dybde af ca. 2600 m
- producere 235 m³/t geotermisk vand og levere op til 27 MW varme til fjernvarmenettet via varmeveksler og varmepumper drevet primært af varme fra træpiller

Sønderborg anlægget (etableret 2013)

Designet til at:

- pumpe ca. 48°C varmt vand op fra Gassum reservoiret i en dybde af 1200 m
- producere 350 m³/t geotermisk vand og levere op til 12 MW varme til fjernvarmenettet via varmeveksler og varmepumper drevet af varme fra biomasse.

Eksempler på problemer i driftsfasen

- Tilstopning af filtre med partikler – eller boringsnært i reservoir
- Udfældning af mineraler ("scaling")
- Korrosion

Men, en række forskningsprojekter har gennem de senere år belyst tekniske risici og løsningsmuligheder

Finansieret af bl.a.:

- Strategiske Forskningsråd
- EUDP
- Innovationsfonden
- Energiforliget 2012

Og med en række indenlandske og udenlandske partnere, eksempelvis:



Korrosion som eksempel

Udfordring:

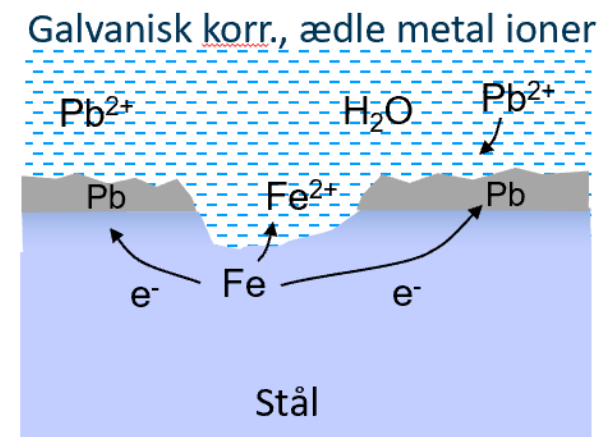
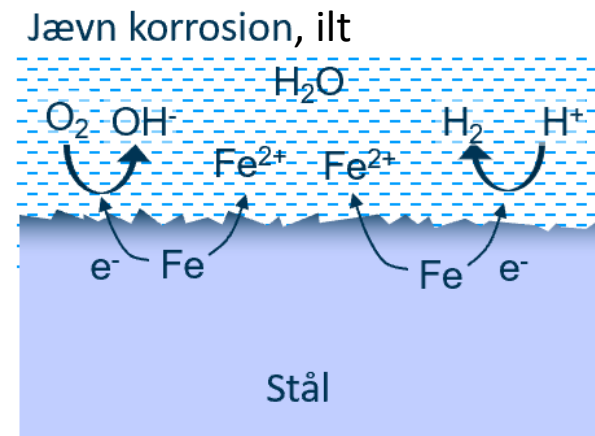
- Korrosion ødelægger installationer
- Korrosionsprodukter kan forårsage tilstopning

Løsninger:

- Omhyggeligt materialevalg
- Undgå iltindtrængning
- Undgå glødeskalsrester
- Anvendelse af kationfiltre – under udvikling i PERFORM projektet
- H_2S – filter – udviklet i PERFORM projektet



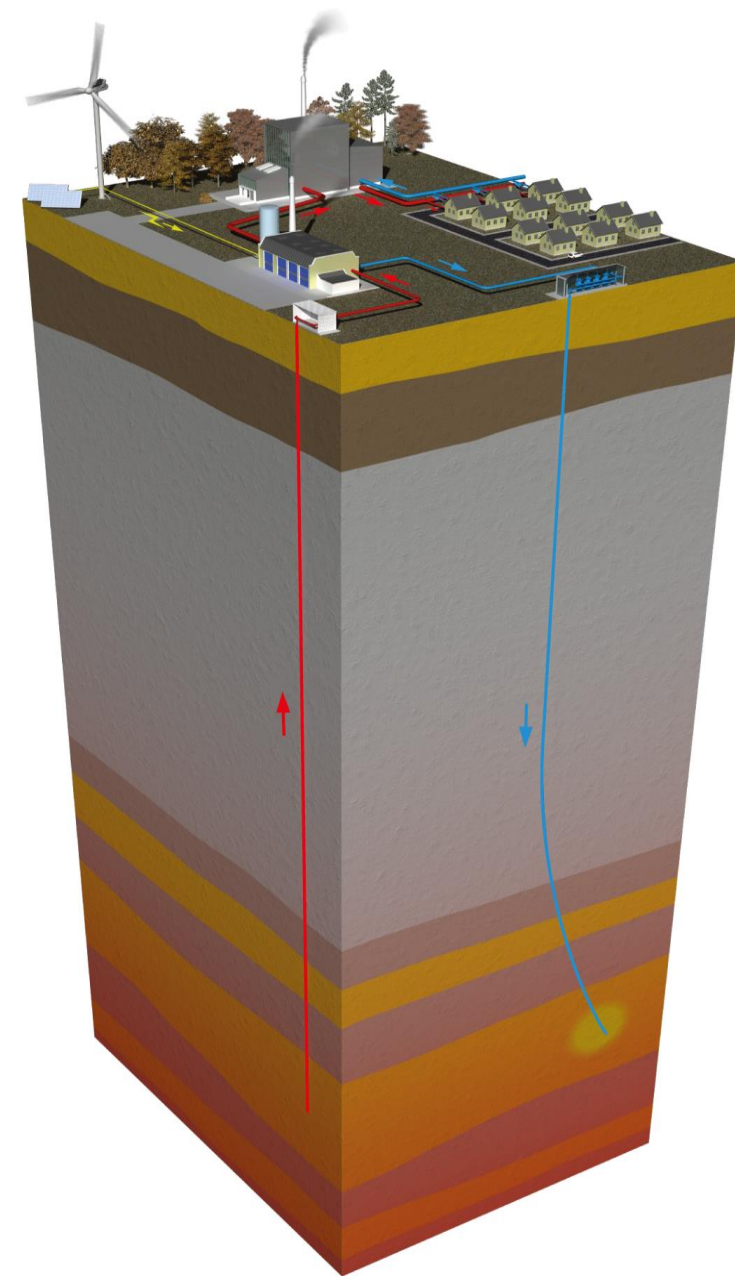
Glødeskal falder af som rustflager



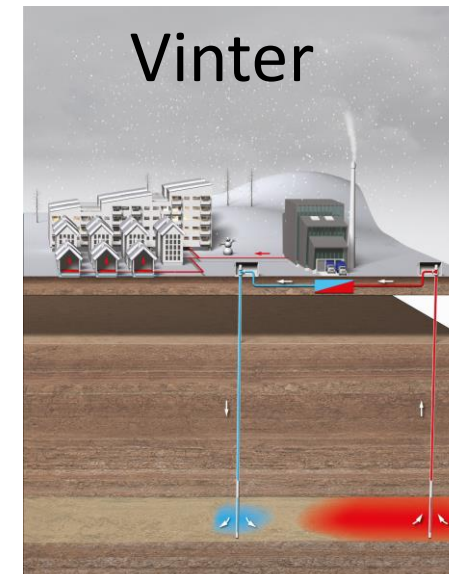
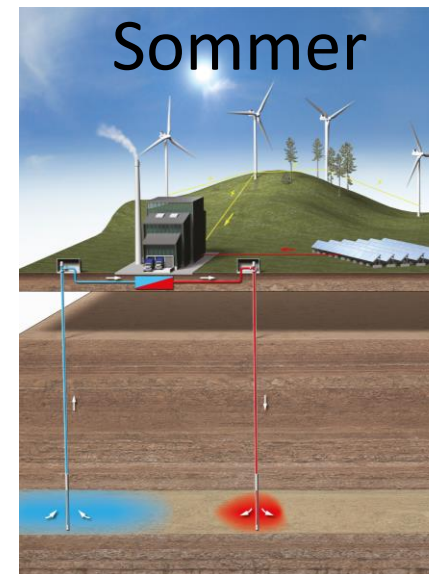
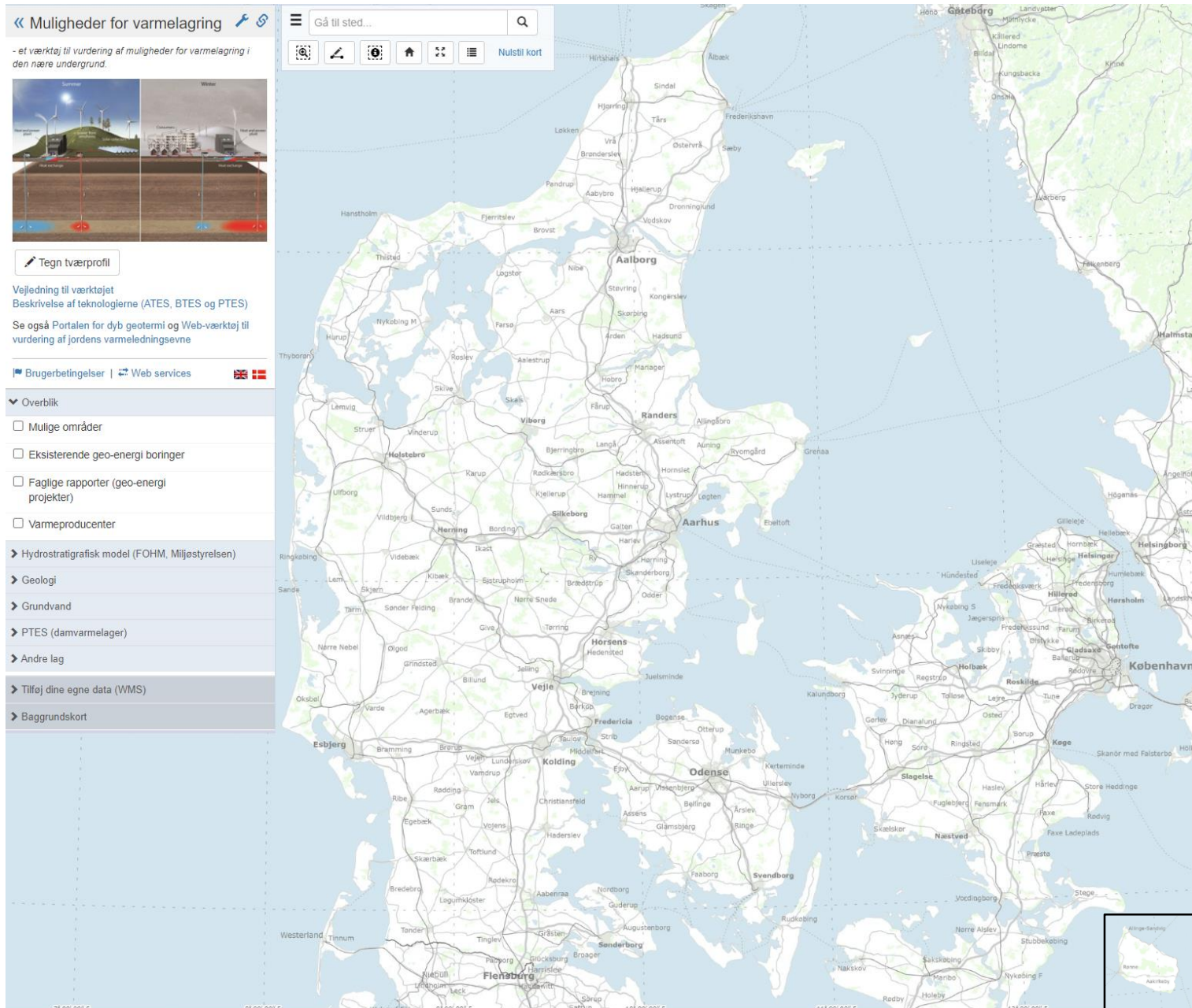
Figurer fra Troels Mathiesen, FORCE

"Take home"

- Den geotermiske ressource er stor og vidt udbredt
- Et grundigt kendskab til undergrunden er nødvendigt
- Ingen deciderede tekniske showstopper – så længe der foretages grundige tekniske forundersøgelser og velovervejede beslutninger vedrørende fx materialevalg
- Omhyggelig organisering af det geotermiske projekt fra start til slut er helt afgørende for succes



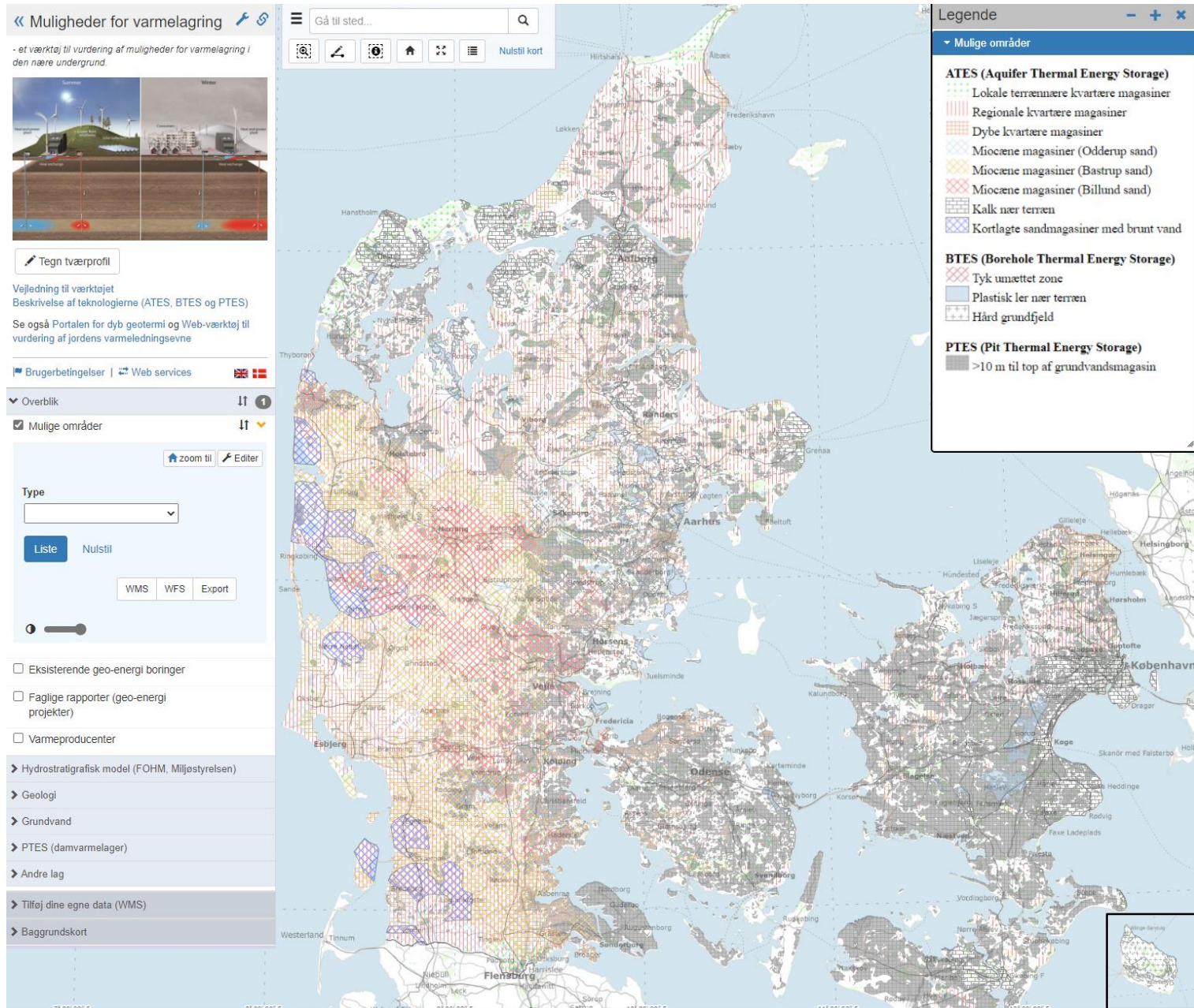
Varmelagringsportal



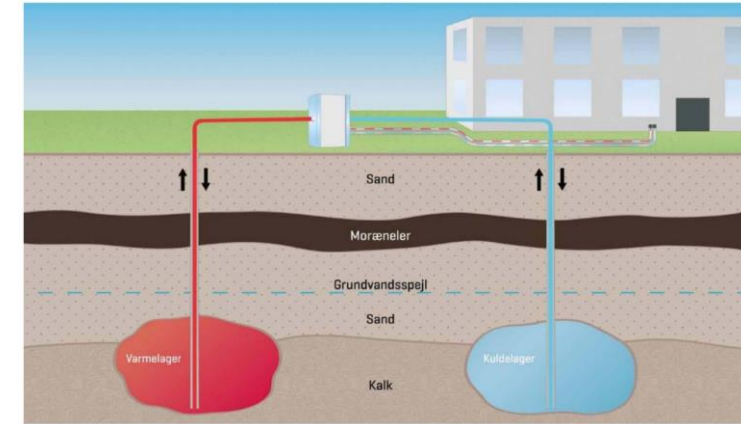
Varmelagring er en metode til at gemme overskydende energi. F.eks. fra energikilder med skiftende produktion, som sol- og vindenergi eller fra affaldsforbrænding på fjernvarmewærker om sommeren

Varmelagringsportalen giver mulighed for at finde de bedste områder til varmelagring i den nære undergrund (ned til ≈ 300 meters dybde) under hensyntagen til **typen af varmeanlæg** samt **geologien** (ikke alle geologiske formationer er lige velegnede til at holde på varmen)

Varmelagringskort

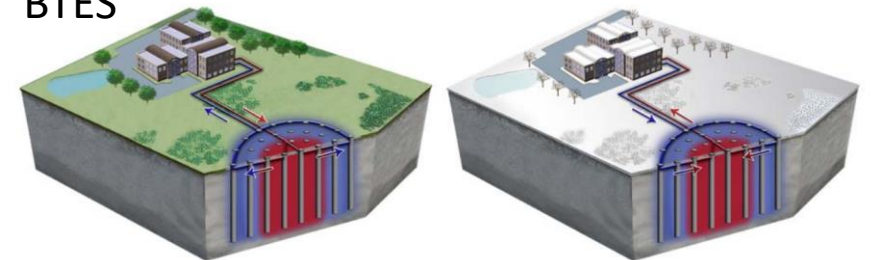


ATES



Kilde: https://hs.geoenergi.org/xpdf/modelberegninger_varmelagring_oevre_undergrund.pdf

BTES



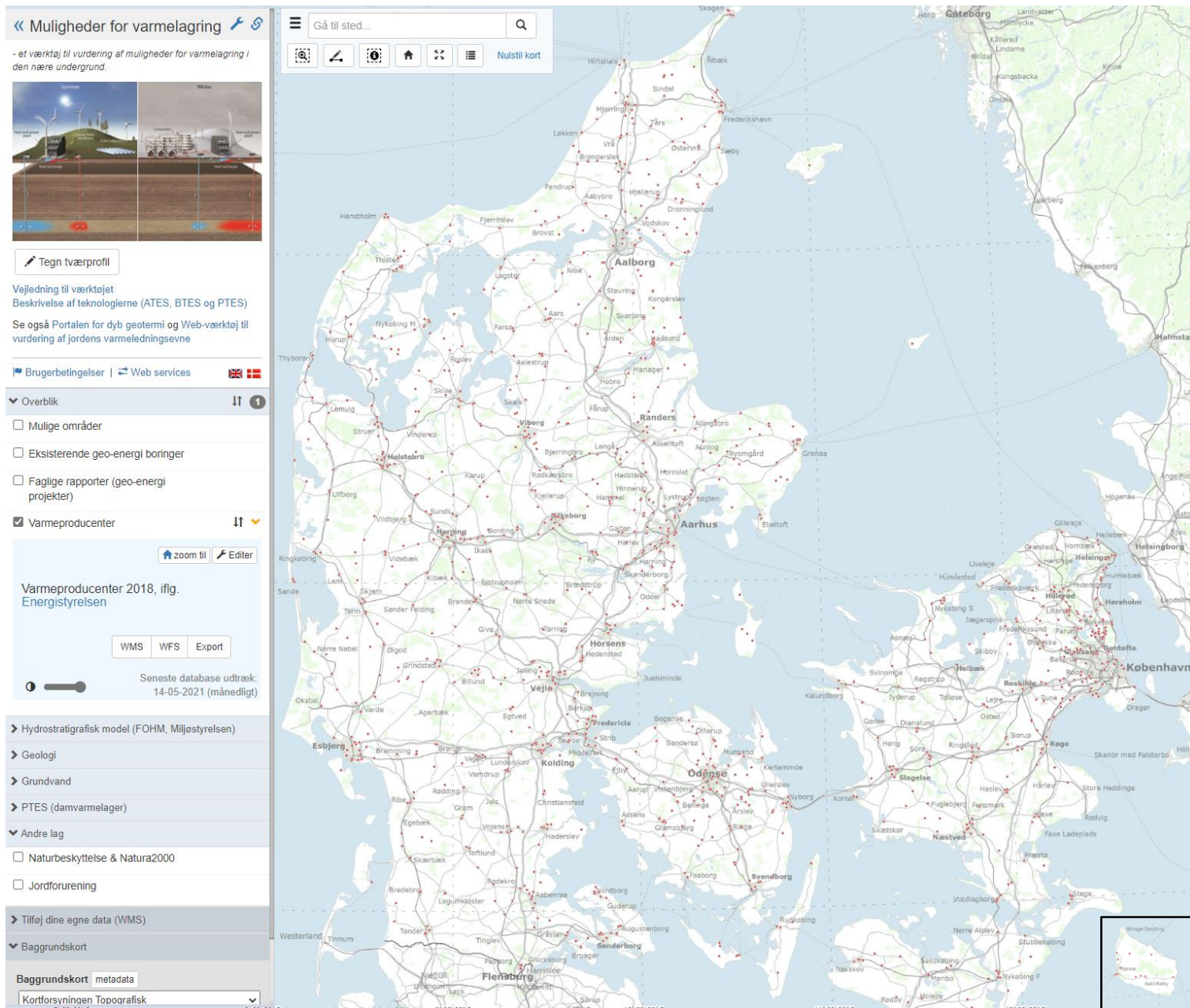
Kilde: <http://underground-energy.com/our-technology/btes/>

PTES



Kilde: PlanEnergy

WebGIS portal med varmelagringskort og -data



Med det interaktive kort kan man screene undergrunden i interesseområder og sammenholde det med relevante oplysninger om f.eks. grundvandsforhold, områder med særlig drikkevandsinteresse, jordforurening, varmeproducenter mm., og finde de bedste steder for varmelagring under hensyntagen til den type varmelagringsanlæg der vælges

Offentlig tilgængelige WebGIS portaler



Dyb geotermi

Introduction Interactive maps About DeepGeothermal Research projects GEOTHERM Heat Storage

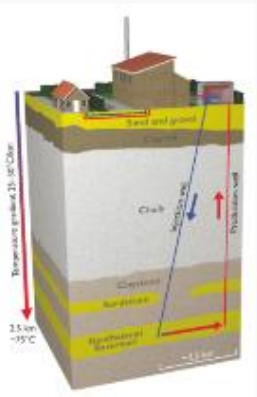
Introduction You are here: Home

The Danish subsurface contains large geothermal resources. However, it is associated with high risk to establish a geothermal plant, if the geology in subsurface is not known at the locality where the plant is expected to be constructed.

The portal presents a number of geological map themes, relevant for geothermal energy, so stakeholders in the geothermal industry as well as the authorities can form an overview over the nature of the subsurface, geological uncertainty and density and quality of geological data within the Danish onshore and near coast area. The focus is on geothermal sandstone reservoirs located within the depth zone of 800-3000 meters below mean sea level. The portal and the underlying analyses of data and map themes have been prepared for funds as set out in the Energy Policy Agreement of 22 March 2012. Furthermore, data and results are included in a geothermal research project conducted under the auspices of the Danish Council for Strategic Research.

The most important geological data that provide information about Denmark's deep subsurface are data from deep wells and seismic surveys, mainly collected in connection with oil gas exploration activities. The geological data is collected, quality assured, analysed and used to produce the maps included in the portal. Behind the design of the maps are several elements of generalizations and approximations, and the maps should therefore only be considered as indicative and for use on a regional scale.

The maps provide a good basis for making a competent and more specific geological assessment of the geothermal potential of a concrete site where a geothermal plant is desired. However, in such an assessment, the nearest data from deep wells and seismic surveys should be included in the analysis of the site rather than if only the interpreted nationwide map themes in the portal are used. Such an analysis corresponds approximately to the sorting carried out by 28 localities as part of the above Energy Policy Agreement, and located near district heating areas, and whose results are available from the portal.



ABOUT THE PORTAL

Geotermi WebGIS-portalen er en interaktiv kortbaseret geotermi portal som henvender sig til: Fjernvarmeselskaber, kommuner og andre med interesse i etablering af geotermisk varmeforsyning.

BRUGERBETINGELSER

Følgende betingelser gælder for brug af data gennem GEUS' hjemmeside. Ved brug accepterer du de betingelser og det ansvar, som påhviler brugeren i relation til GEUS.

Du opfordres derfor til at læse mere her om betingelserne, inden data benyttes.

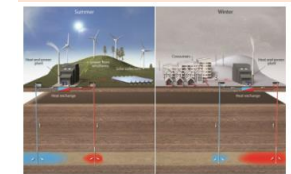
USEFULL LINKS

www.geus.dk



<https://dybgeotermi.geus.dk/>

Varmelagringskort



Tegn tværprofil

Vejledning til værktøjet
Beskrivelse af teknologierne (ATES, BTES og PTES)
Se også Portalen for dyb geotermi og Web-værktøj til vurdering af jordens varmeledningsevne

Brugerbetingelser | Web services

Se også Portalen for dyb geotermi og Web-værktøj til vurdering af jordens varmeledningsevne

Overblik IT

Mulige områder IT

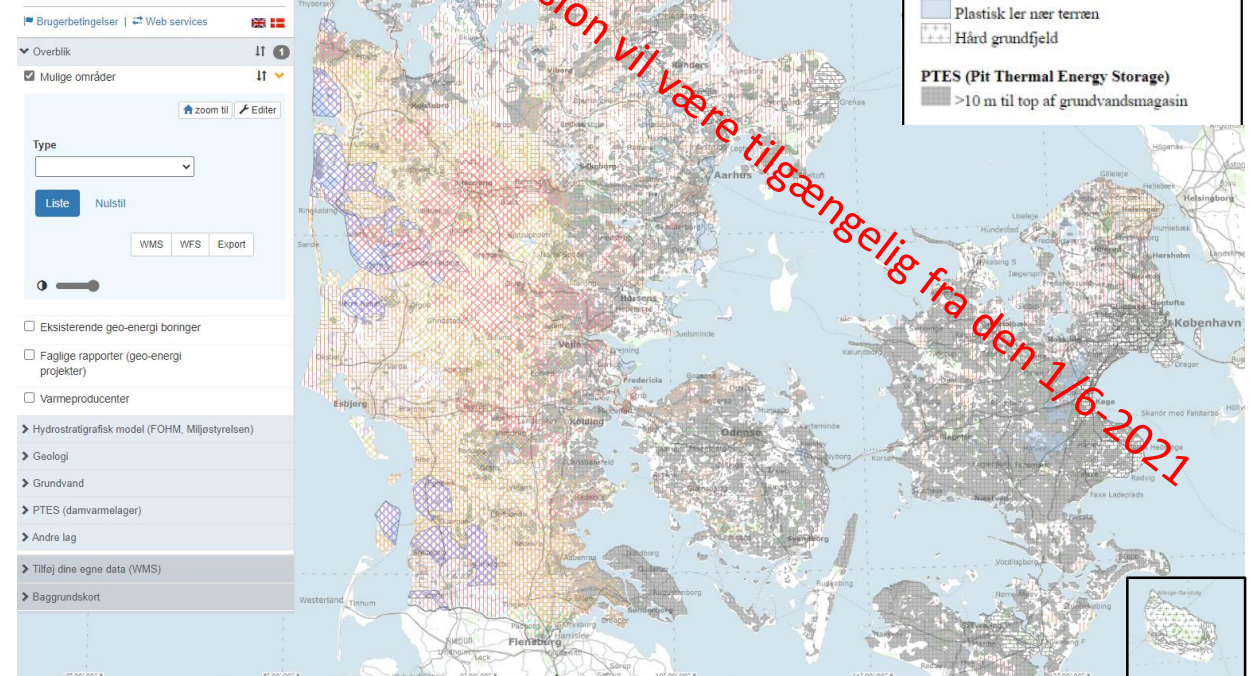
zoom til Editor

Type

Liste Nulstil

WMS WFS Export

Opdateret version vil være tilgængelig fra den 1/6-2021



Legende

Mulige områder

ATES (Aquifer Thermal Energy Storage)

- Lokale terrænnære kvartere magasiner
- Regionale kvartere magasiner
- Dybde kvartere magasiner
- Miocæne magasiner (Odderup sand)
- Miocæne magasiner (Bastrup sand)
- Miocæne magasiner (Billund sand)
- Kalk nær terren
- Kortlagte sandmagasiner med brunt vand

BTES (Borehole Thermal Energy Storage)

- Tyk umættet zone
- Plastisk ler nær terren
- Hård grundfeld

PTES (Pit Thermal Energy Storage)

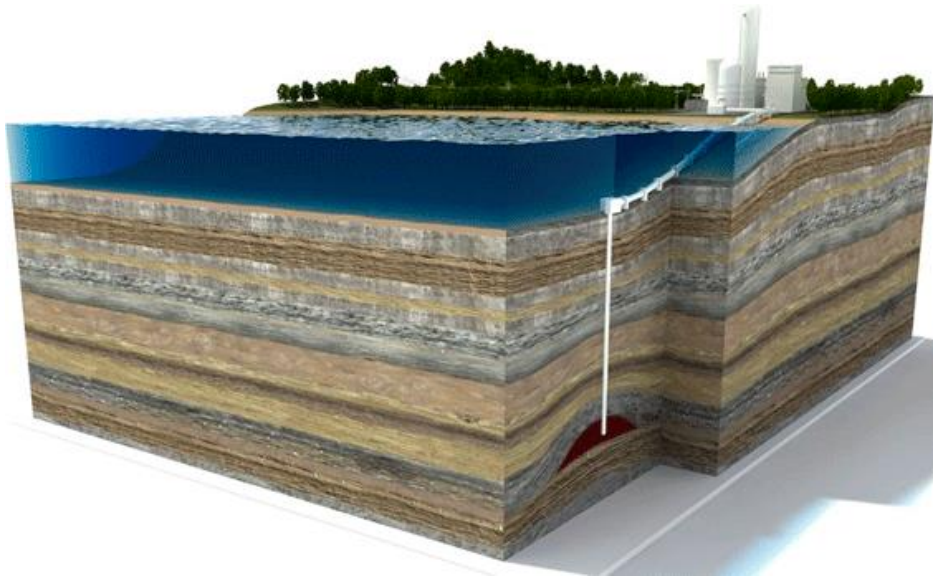
- >10 m til top af grundvandsmagasin

<https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=varmelagring>

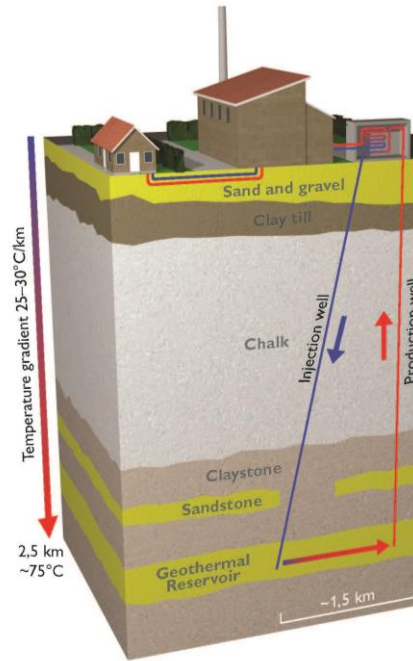
”Take home”

Den danske undergrund kan være en væsentlig aktør til at erstatte konventionelle energikilder med grøn vedvarende energi og til at reducere udledningen af drivhusgasser til atmosfæren

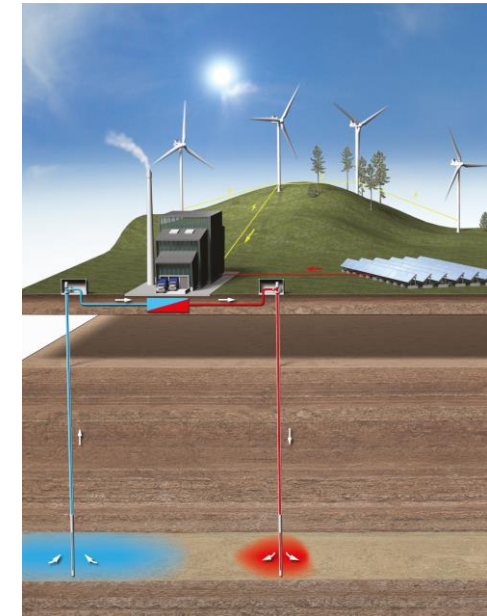
CO₂ lagring



Geotermisk energi



Varmelagring



Tak for opmærksomheden