

KØLING

VÆRKTØJER



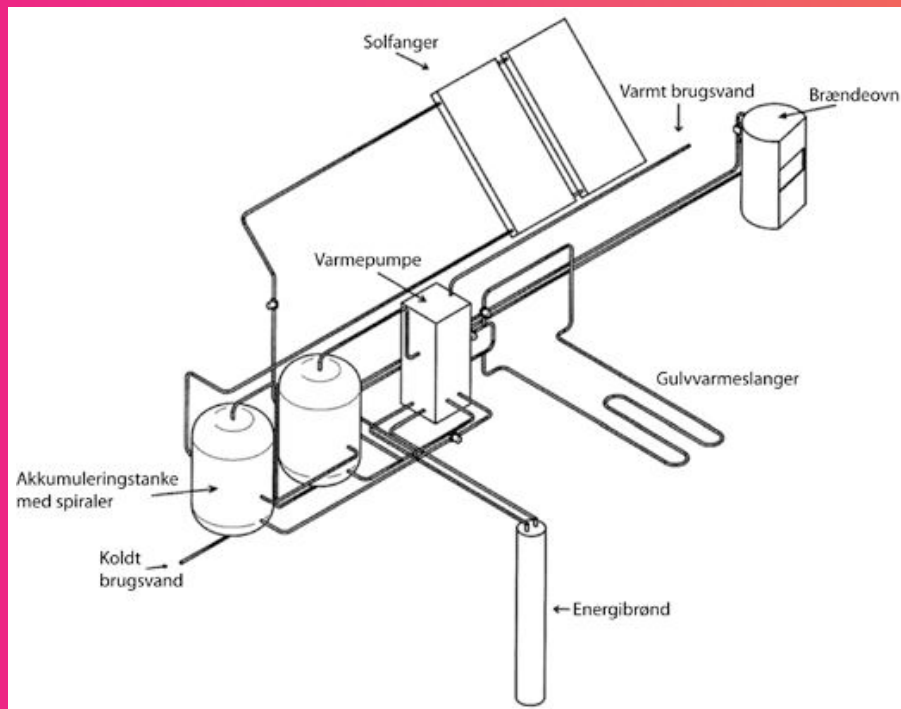
PROJEKT 343-037 + 342-066

Varmepumper med lodrette boringer som varmeoptager

Med en nyudviklet beregningsmodel har installatører, brøndborere m.fl. fået et godt grundlag for at dimensionere lodrette jordslanger som varmeoptagere til varmepumpeanlæg

MÅLSÆTNING:

Arbejdet med at skabe et godt grundlag for at udføre lodrette borerer til brug i varmepumpeanlæg har været gennemført i et forprojekt, der skulle give bedre viden om de danske jordbundsforhold og på det grundlag opstille en beregningsmodel for dimensionering af borehuller og jordslanger. Forprojektet er fulgt op af et hovedprojekt, der med to demonstrationsanlæg skulle verificere de beregningsmodeller, der blev udviklet i forprojektet, gennem praktiske erfaringer med anlæg og drift samt målinger.



Skitse over måleopstilling i bygning fra EUDP-projektet i Hou.

MÅLGRUPPE:

Brug af lodrette borerer som varmeoptag for varmepumpeanlæg har indtil nu ikke været udbredt i Danmark, hvor de fleste varmepumpeanlæg til enfamiliehuse med jordvarme som energikilde er baseret på vandrette jordslanger. I Tyskland og Sverige er lodrette borerer langt mere anvendt, og da lodrette borerer kan bane vej for jordvarmeanlæg også på ejendomme med relativt små havearealer, er projektet primært rettet imod de installatører, rådgivere og brøndborere, der kan udføre sådanne opgaver i Danmark. Desuden vil projektet gennem sin forankring hos bl.a. Teknologisk Institut og VIA UC i Horsens udbrede den ny viden blandt branchens studerende.



Billede af renoveret skole fra 1930 i landsbyen Glud.

PROCESSEN:

Projektet har været ledet af Teknologisk Institut, der også har stået for databehandling og dataanalyse på målingerne fra de lodrette borerer og udviklet beregningsmodellerne. VIA UC i Horsens har stået for den Geotekniske viden og den boretekniske viden, og de har været med i felttestene samt for dokumentation og formidling. Nilan og Danfoss Heat Pumps har som varmepumpeleverandører bidraget med deres viden. Poul Christensen og Vandfax har deltaget i hovedprojektet som brøndborere og har bidraget med deres specialviden om brøndboringsteknologi og boremetoder samt jordbundstekniske emner. Insero Horsens har bidraget til at forankre projektet i det lokale energiteknologiske miljø.

I forprojektet er der gennemført en analyse af de danske jordbundsforhold for at afklare, hvor velegnede de forskellige geologiske forekomster er som varmekilde, og udviklet en første beregningsmodel for dimensionering af anlæg med lodrette borerer.

I det opfølgende hovedprojekt er der udført to anlæg med lodrette borerer, baseret på viden om geologi og grundvand på de pågældende lokaliteter. Det ene anlæg blev etableret som varmeforsyning af et 200 m² enfamiliehus, opført i 2010 med et årligt varmebehov på ca. 13.000 kWh. Huset ligger i Morud nordvest for Odense. Det andet anlæg forsyner en renoveret skole fra 1930 med et opvarmet areal på 228 m² og et årligt varmebehov på

ca. 24.000 kWh. Skolen ligger i landsbyen Glud i Hedensted kommune.

Beregningsmodellen er desuden brugt til at lave databehandling på to varmepumpeanlæg i landsbyen Hou nord for Hals. Anlæggene er installeret i et EUDP-demonstrationsprojekt, hvor begge bygninger, hhv. en produktionsbygning og et sommerhus med helårsbeboelse, desuden blev forsynet med overdimensioneret solfanger og brændeovn for at teste potentialet for sæsonvarmelagring i dette koncept.

RESULTATER:

For at kunne dimensionere et varmepumpeanlæg med lodrette jordslanger korrekt er det nødvendigt at kunne vurdere geologi og grundvand på den konkrete lokalitet. De fleste af de nødvendige data kan findes ved hjælp af den statslige internetjeneste Miljøportalen eller Arealinfo (<http://kort.arealinfo.dk>). På grundlag af sådanne data kan man i det udviklede program udføre både en simpel og en mere detaljeret beregning. Den simple beregning forudsætter, at man kender bygningens årlige varmebehov, varmepumpens afgivne varmeeffekt og varmepumpens sæsonbestemte COP-værdi. Denne beregning giver en indikation af, hvor lange jordslangerne bør være.

I den mere detaljerede beregning kan man på grundlag af informationer om borehuller og jordslangernes diameter samt de geologiske forhold på stedet få vist informationer bl.a. om slangebelastning og forventet brine middeltemperatur efter 30 år. Den detaljerede beregning gør det således muligt for brøndboreren at dokumentere boringernes "levetid", dvs. i hvor lang tid man kan forvente at forsyne varmepumpeanlægget med varme fra borehullet.

Ved hjælp af forprojektets beregningsmodel blev varmekilden til anlægget i Morud dimensioneret til 3 jordslanger a ca. 55 meter, der skulle forsyne en 8 kW varmepumpe. Den installerede slangelængde er på i alt

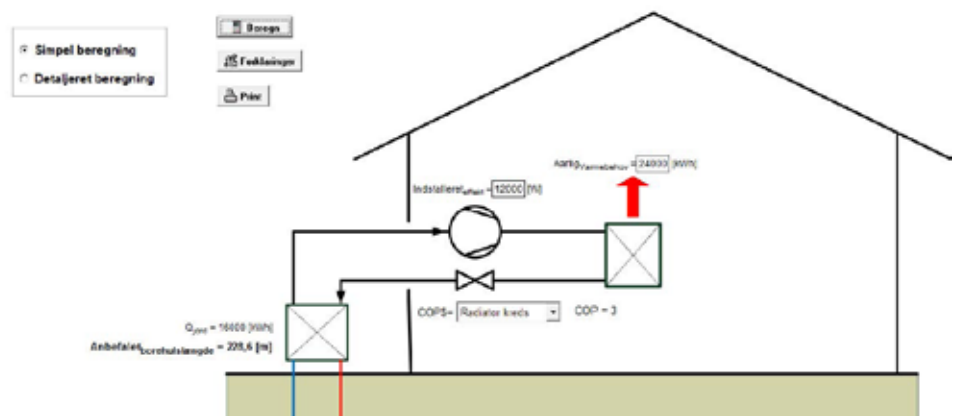
170 meter, altså lidt længere end beregnet. Varmepumpen har kørt effektivt med en sæsonbestemt COP-værdi på 4,37 for et helt år.

Opvarmningssystemet i bygningen i Glud er radiatorer, der forsynes fra en 12 kW varmepumpe. Varmekilden blev udført som to lodrette slanger på hver 100 meter, dvs. kortere end de 228,6 meter, som den simple model foreskriver. Varmepumpen har kørt effektivt med en sæsonbestemt COP-værdi på 3,69 for et helt år. Den målte varmeydelse fra jordslangerne var med 16.459 kWh/år lidt større end resultatet fra den simple beregning.

Målingerne på de to demonstrationsanlæg i Hou er interessante, da det er to ens installationer i samme jordbund, hvor de øverste 60

meter består af sand og ler, og de nederste 40 meter består af kalk, som har en markant ringere varmekapacitet, men bedre ledningsevne. Belastningen på slangen på Houvej er det første år ikke så stor, men andet år er den større.

For Solvænget er belastningen højere end det, beregningen viser, den bør være det første år. Den lodrette jordslange på Solvænget belastes i fyringsperioden hårdere end det tilrådelige set i forhold til beregningen, men da solfangeren hjælper med regenereringen om sommeren, svarer den årlige belastning til det, som beregningen har anslået til at være tilrådeligt. Begge varmepumper kører med en årsvirkningsgrad omkring 3,0.

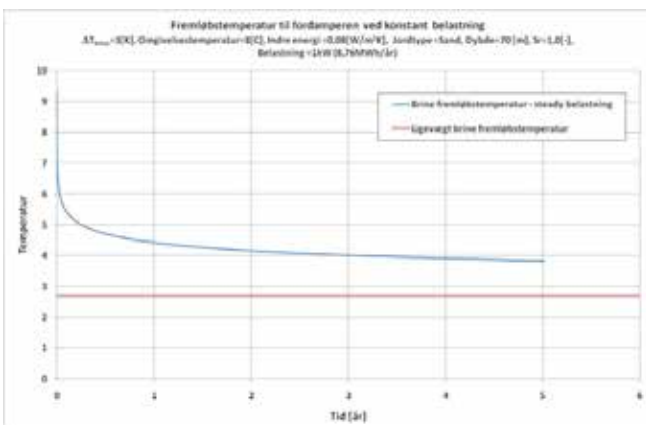


Skærbillede fra beregningsmodellen. Indtastning og beregning i simpel jordslangemodel.

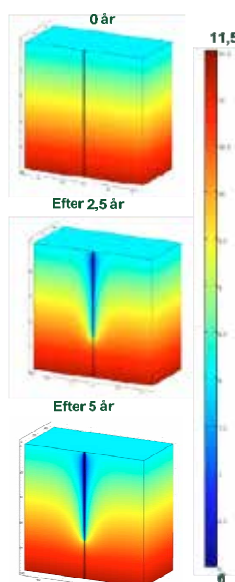
EFFEKT:

Med det udviklede beregningsprogram, hvis resultater i store træk bekræftes af de gennemførte målinger, vil det være muligt for rådgivere, installatører og brøndborere at gennemføre en mere præcis og troværdig dimensionering af varmekilden til et varmepumpeanlæg, der baseres på lodrette borer, og som skal have en levetid på mere

end 30 år. Projektets kortlægning af de grundlæggende geologiske forudsætninger i Danmark vidner også om, at der langt de fleste steder i landet er udmærkede jordbundsforhold til, at installationen kan blive effektiv og etableres uden risiko for vores grundvand.



Til højre jordtemperatur omkring jordslangen hhv. ved boringens start, efter 2,5 år og efter 5 år. Rød farve angiver højeste temperatur, blå farve den laveste.



KORTLÆGNINGEN AF DE GEOLOGISKE FORHOLD I DANMARK VIDNER OM, AT DER LANGT DE FLESTE STEDER ER GANSKE UDMÆRKEDE JORDBUNDSFORHOLD FOR ETABLERING AF LODRETTE JORDSLANGER SOM VARMEOPTAGER TIL VARMEPUMPEANLÆG.

HVORDAN PROJEKT- RESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS

Der er ca. 220.000 overvejende elopvarmede fritidshuse og ca. 260.000 olieopvarmede bygninger, der alle har potentiale til en rentabel konvertering til elforsynede varmepumper. Fritidshusene vil i så fald kunne opvarmes med et langt lavere elforbrug, og konvertering af oliefyr til varmepumper kan blive et væsentligt bidrag til at opfylde den politiske målsætning om at frigøre Danmark fra fossile brændsler og reducere CO₂-udledningen fra boligernes varme- forbrug. Et effektivt varmepumpeanlæg kan reducere CO₂-udledningen fra en olieopvarmet bygning med 40-50 procent og endnu mere i takt med, at den danske elproduktion gradvis overgår til vedvarende energi.

Resultaterne fra de to ELFORSK-projekter vil blive benyttet af Teknologisk Institut, der



**MÅLINGER PÅ DE FIRE VARMEPUMPEINSTALLATIONER MED
LODRETTE JORDSLANGER SOM VARMEOPTAGER VISER GANSKE
GOD OVERENSSTEMMELSE MELLEM BEREKNINGER OG DE
FAKTISK MÅLTE VÆRDIER.**

Projektledelse:

Svend Petersen

Center for Køle- og Varmepumpe-teknik
v/Teknologisk Institut

Gregersensvej

2630 Taastrup

E-mail: svp@teknologisk.dk

Telefon: 72 20 12 71

Web: www.teknologisk.dk

Projekt:

Titel: Varmepumper med
lodrette borer som varmeoptager

Nr. 342-066 + 343-037

PSO Program 2010 + 2011

Budget i alt: 2.845.840 kr.,

hvoraf 1.319.615 kr. i tilskud fra Dansk Energi

Tidsplan: 01.03.2010-31.01.2013

Program-koordinator:

Forskningskoordinator

Jørn Borup Jensen

Dansk Energi

E-mail: bjb@danskenergi.dk

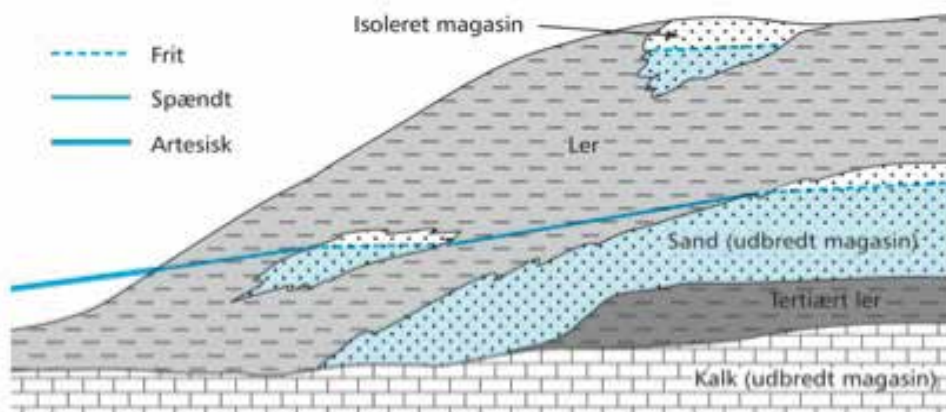
Telefon: 35 300 934

Web: www.elforsk.dk

i forvejen driver en række ordninger på varmepumpeområdet. VIA UC i Horsens vil bruge resultaterne til at styrke sin uddannelse af de medarbejdere, der skal arbejde hos producenter og leverandører.

Det har indtil nu været en begrænsning for udbredelse af varmepumpeanlæg, baseret på jordvarme, at disse anlæg skulle forsynes fra vandrette jordslanger, der forudsætter et

betydeligt haveareal. Øget brug af lodrette borer vil gøre varmepumpeanlæg med jordvarme tilgængelig også i bygninger med mindre haveareal. Den aktuelle merpris for lodrette borer, der har været en anden væsentlig barriere for denne teknologi, ventes reduceret i takt med øget udbredelse og dermed større kompetence hos de brøndborere, der skal udføre borerne.



Eksempel på en konceptuel geologisk model.