

Datum  
2015-05-25Dnr  
2015-004283

Projekt nr

**Sökande**

Företag/organisation Kungliga Tekniska Högskolan		Organisationsnummer 202100-3054		
Institution/avdelning KTH - Energiteknik - Avd Tillämp		Postgiro/Bankgiro/Bankkonto 1 56 53-9/895-9223		
Postadress				
Postnummer 100 44	Ort STOCKHOLM	Länskod 1289	Kommunkod STOCKHOLM	Land SVERIGE
Projektledare (förnamn, efternamn) José Acuna				
Telefon 08-790 89 41		Fax		
E-postadress jose.acuna@energy.kth.se		Webbplats		

**Projektet**

Ansökan avser: <input checked="" type="checkbox"/> Ansökan avser nytt projekt	<input type="checkbox"/> Fortsättning på tidigare projekt, projektnummer:
Ansökan avser: <input checked="" type="checkbox"/> Bidrag	<input type="checkbox"/> Villkorslån
Projekttitel (på svenska) Värme och kyla från akviferlager: en inblick i framtiden	
Projekttitel (på engelska) Heat and cold from aquifer thermal energy storage: an insight into the future	
Sammanfattning (på svenska). Sammanfattningen skall omfatta max 800 tecken och skall skrivas både på svenska och engelska. Sammanfattningen Detta projekt syftar till att, genom fältmätningar, test av utrustning, modellberäkningar och utvärderingar, kvantifiera prestanda och miljöpåverkan från storskaliga akviferlager samt ta fram rekommendationer för drift och uppskattning av miljöpåverkan för kommande akviferlager. Följande aspekter behandlas: -Termisk, kemisk och mikrobiologisk påverkan: mätning och utvärdering av faktiska förhållanden och påverkan från minst ett akviferlager i drift. -Uppföljning av energiuttag jämfört med prognosticerat energiuttag och förslag på förbättringar. -Utvärdering av termisk modellering med det mest använda verktyget för dimensionering och beräkning av påverkan på grundvattentemperaturer. Beräkningar med MODFLOW -Test och utvärdering av optiska kablar som ett sätt att mäta temperatur i akviferlager	
Sammanfattning på engelska enligt ovan (max 800 tecken): The purpose of this project is, through field measurements, test of equipment, calculation and analysis, to quantify the performance and environmental impact of large scale aquifer thermal energy storage, as well as point at recommendations for operating and estimating the environmental footprint of future systems. The following aspects are covered: -Thermal, chemical and microbiological influence: measurement and evaluation of real conditions and the influence of at least one system in operation. -Follow up of energy extraction from aquifer as compared to projected values, recommendations for improvements. -Evaluation of the most used thermal modeling tool for design and calculation of groundwater temperatures. Calculations with MODFLOW. -Test and evaluation of optical fiber cables as a way to measure temperatures in aquifer thermal energy storages	
<input type="checkbox"/> Enskilt projekt	<input checked="" type="checkbox"/> Forskningsprogram: Effektiva Kyl- och Värmepumpsystem samt Kyl- och Värmelager EFFSYS EXPAND

Datum  
2015-05-25

Dnr  
2015-004283

Projekt nr

Handläggare som ansökan diskuterats med	
Datum för projektstart 2015 10 01	Tidpunkt då projektet beräknas vara genomfört 2018 06 30
Totalt sökt belopp 2377500	

Motivering; Energi -/miljö-/näringslivsleverans, max 1 A4-sida. Koppling till resultat från tidigare genomfört program eller projekt.

Akviferlager har en bättre energifaktor än borrhålslager, men antalet akviferlager i Sverige är ca 150 stycken medan antalet borrhålslager är ca 400 stycken. Att inte fler akviferlager byggs beror delvis på att det vid många platser inte finns lämplig geologi. Vi ser dock också att genomförandet av ett akviferlager är förknippade med processrisker, som huruvida och när tillstånd skall erhållas, särskilt om lagret planeras nära en vattentäkt, och hur stort energiutbyte och därmed driftekonomi man kommer att få.

Tillståndsprocessen i sin tur underlättas av om gediget material angående miljökonsekvenser finns tillgänglig, vilket vi menar i vissa fall saknas för akviferlager. Akviferlager kräver geologiska formationer med god vattenföringsförmåga, vilket nära tätbebyggda områden kan medföra att lämpliga platser för akviferlager ligger nära eller inom skyddsområdet för dricksvattentäkter. Detta ställer särskilt höga krav på korrekt bedömning av påverkan på grundvattnet. Om akviferlagret ligger nära en vattentäkt kan tillståndsprocessen försenas särskilt då miljökonsekvenserna är sparsamt studerade och försiktighetsprincipen därför ofta får tillämpas i brist på kunskap om mikrobiologisk och vattenkemisk påverkan.

Akviferens prestanda påverkas av dess naturliga uppdelning i geologiska lager med en variation i vattenföringsförmåga i både djup och bredd, och det finns få uppföljningar av hur temperaturlagringens rumsliga variation är. Akviferlagrets prestanda påverkas vidare av grundvattnets naturliga omsättning i området. Eftersom ett akvifersystem ofta är ett lagersystem, där man växelvis värmer upp och kyler ner grundvattnet, medför detta att grundvattentemperaturen påverkas. Hur temperaturen sprids och hur detta eventuellt kan påverka vattenkemi och mikrobiologi är inte känt i detalj, även om några större negativa miljökonsekvenser av akviferlager i drift inte är kända.

För att bättre kunna dimensionera akviferlager och även bättre kunna bedöma miljökonsekvenserna finns ett behov av att studera termisk, vattenkemisk och mikrobiologiska konsekvenser av akviferlager i drift. Vi har genom AMF Fastigheter och Vasakronan tillgång till två lokaler där akviferlager planeras att drifvas under projektets tid. Tillstånd för vattenverksamhet har erhållits i domstol. Vi har därmed ett unikt tillfälle att studera termiska, vattenkemiska och mikrobiologiska konsekvenser och öka kunskapen om dimensionering av akviferlager.

Mätning av temperatur sker i akviferlager ofta i uttagbrunnar och uppumpat vatten och i observationsrör, med en grov upplösning i djupled. Inom det här föreslagna projektet vill vi försöksvis installera och använda oss av optiska kablar för avläsning av termiska förhållanden i djupled i lösa jordlager, och därmed bilda oss en bättre bild av variationen i djupled vilket ger ett gott bidrag till bättre dimensionering av akviferlager och en belysning av möjligheten att använda optiska kablar för indata till driften och därmed en optimering av energiuttaget ur akviferlagret.

Det beräkningsverktyg som används för beräkning av termiskt påverkansområde på grundvattnet är MODFLOW. De hydrauliska parametrarna kalibreras enligt vedertaget arbetssätt mot minst en provpumpning. Flera parametrar avseende termiska egenskaper ansätts rutinmässigt från litteraturvärden, men praktiskt sett finns sällan möjlighet att kalibrera de termiska beräkningarna. För Vasakronans fastighet finns en hydraulisk modell uppbyggd och kalibrerad, och det finns inom ramen för projektet möjlighet att kalibrera termiska beräkningar med modellverktyget. Därefter kan man analysera parametrar avseende termiska egenskaper. Genom känslighetsanalyser och jämförelser med verkliga driftfall kan man utvärdera hur de termiska egenskaperna kan ansättas och hur väl simuleringar utan termisk kalibrering kan prognosticera energiuttaget. Resultatet förväntas bli en ökad säkerhet och effektivitet i beräkning av uttagbar energimängd.

Förväntad projektutkomst är förbättrade möjligheter till säkerhet vid dimensionering av akviferlager, kunskap som

Datum  
2015-05-25

Dnr  
2015-004283

Projekt nr

bidrar till en snabbare process i miljödomstolen och en säkrare bedömning av huruvida tillstånd kommer att erhållas eller ej och dessutom en ökad kunskap om miljökonsekvenserna av ett akviferlager vilket ger möjlighet att korrekt bedöma hur akviferlager riskfritt kan placeras i förhållande till vattenskyddsområden.

Förväntade avnämare av projektet är fastighetsägare, vilka med en snabbare och säkrare tillståndsprocess får en lägre risk i akviferlagerprojektet och med en bättre dimensionering också en säkrare ekonomisk kalkyl. Därmed förväntas volymen akviferlager kunna öka. Konsulters och borrfirmors arbete med dimensionering och tillståndsprocess respektive installation förväntas underlättas. Myndigheters och domstolars handläggning förväntas underlättas något tack vare mer beslutsunderlag om miljökonsekvenser finns. En ökad volym akviferlager gagnar samhället genom att denna mycket effektiva energilagringmetod minskar miljöpåverkan från uppvärmning och nedkylning. Slutligen förväntas den svenska forskningen och svenska näringslivet öka sin konkurrenskraft och volym vilket kan bidra till att Sverige kan exportera energilösningar och kunnande internationellt.

Bakgrund; forskning, erfarenheter, problem, forskargrupp, företag, eventuellt internationellt samarbete etc. max 1½ A4-sida.

Sett ur ett svenskt perspektiv byggdes en av de tidigaste akviferlagren vid SAS Frösundavik som ett samarbete mellan SAS, AIB Anläggningsteknik AB och KTH. Med finansiering från Byggeforskningsrådet publicerades flera omfattande rapporter om genomförandet och utvärderingar (Johansson 1989), (Åbyhammar m fl 1991) och (Johansson, 1992). Ett antal svenska akviferprojekt som byggdes under 1980-talet har också utvärderats med medel från Byggeforskningsrådet (Berglund och Olsson, 1992). Sedan dess har det inte i större omfattning bedrivits forskning inom detta område i Sverige. Termisk och vattenkemisk påverkan har också studerats sparsamt. År 2009 togs ett av världens största akviferlager i drift för kylning och uppvärmning av Arlanda flygplats (Wigstrand 2009) och (Andersson, 2009). Ett par omfattande rapporter med kompletta energianalyser av akvifersystem i IKEA Svågertorp och Kristianstad sjukhus finns i (Horn, 2012) respektive (Svrydonova 2012). I den senare studien var fastighetsägaren nära att sälja sitt energisystem på grund av kunskapsbrist trots att systemet genererar stora vinster. Kurser inom energisystem med akviferer ges inte i Sverige idag och ämnet behandlas sällan i seminarier och branschträffar jämfört med den omfattning, detaljnivå och uppmärksamhet som borrhållslager brukar få. Vi vill förstärka Sveriges kompetens och informationsspridning inom detta område genom djupare insikt i befintliga system, inte bara ur energiperspektivet men också gällande miljökonsekvenser.

Vi har under de senaste åtta åren, genom programmen effsys2 och effsys+, byggt upp en ung forskargrupp på KTH vars forskning avser bland annat värmepumpssystem i marken. Forskningen har varit både teoretisk och experimentell. Vi ser nu en möjlighet att bredda vår kompetens till att även omfatta marklager av akvifertyp, vilka har en hög energifaktor och är en viktig del av hållbar energiförsörjning. För detta har vi tillgång till unika grundvattenanläggningar.

Vår forskningsgrupp har bra relationer och ett brett nätverk, innefattandes de flesta aktörerna i Sverige inom geoenergiindustrin. Genom detta projekt, som samlat en bra del av branschens aktörer, kan vi tillsammans göra ett viktigt och intressant bidrag till samhället genom att utbilda och utveckla akviferlagerlösningar ytterligare. Vi har varit aktiva vid internationella geoenergiprojekt som t ex EU-projekten Ground-Med och GeoPower. Vi har nära kontakter och bra relationer med andra forskningsgruppen runt om i världen som arbetar med geoenergi. För att nämna några: Oklahoma State University (Prof. Jeffrey Spitler och Prof. Richard Beier), UPV (Prof. José M. Corberan), Universitetet i Genua (Prof. Marco Fossa), École Polytechnique de Montréal (Prof. Michael Bernier), och vi etablerar fler akademiska kontakter inom akviferlagerbranschen i Tyskland, Holland och Norge. Genom projektet hoppas vi utöka KTHs forskningsgrupp med ytterligare en person som förhoppningsvis examineras till teknologie licentiat under projektet.

Mål; Enkla, tydliga och mätbara mål i exempelvis kWh, max ½ a4-sida.

-Mäta, dokumentera och utvärdera grundvattennivåer, vattenkemiskt, termisk och mikrobiologisk påverkan vid minst ett akviferlager.

-Utvärdera användbarheten av optiska kablar för övervakning av termiska förhållanden i ett akviferlager.

-Öka säkerheten och effektiviteten i beräkning med hjälp av MODFLOW-verktyget av termisk påverkan och uttagbar energimängd med ca 20% jämfört med innan projektet.

-Öka den allmänt tillgängliga kunskapsmängden avseende faktisk drift och miljöpåverkan i svenska akviferlagersystem med ca 10%.

Datum  
2015-05-25

Dnr  
2015-004283

Projektnr

- Mäta och analysera Rosenborgs akviferlageranläggning utifrån energieffektivitet samt identifiera åtgärder som leder till minst 5% energioptimering.
- Jämföra uppmätt med projekterad energiprestanda för minst ett akviferlager.
- Bidra till kunskapsspridning och utökning av kompetensen inom akviferteknik, både akademiskt och på näringslivsnivå. Lilla Klåveröd och KTH används som spridningscentrum.
- Examinera en forskarstudent som Teknologie licentiat inom området akviferlager
- Examinera ca 6 studenter på civilingenjörs- master- och kandidatnivå inom projektramen.

Genomförande, max 1 A4-sida.

En referensgrupp bestående av representanter för de deltagande parterna kommer att tillsättas. En detaljerad arbetsplan kommer att upprättas i samråd med denna grupp när projektet godkänns. Ett antal deltagare har redan visat intresse av att sitta i referensgruppen, bland annat representant från WSP, SGU och SLU, KTH, Geobatteri, samt Olof Andersson från Geostrata.

En projektkonferens planeras till hösten 2015, senast tre månader efter erhållet besked om finansiering. Därefter kommer minst en årlig projektkonferens att anordnas där samtliga projektdeltagare och även externa aktörer kan delta. Månatliga projektmöten kommer att hållas med de mest aktiva deltagarna, exempelvis de parter som för närvarande handleder examensarbeten, brunnsborrarfirmor när borrhinar utförs och fastighetsägare under driftstart och när driftdata samlas in. Inom projektet kommer SLU att handleda en exjobbare och WSP två, medan KTH kommer att handleda 4st.

Den preliminära planeringen innehåller att

1. Samla in nivå- och temperaturdata samt vattenkemidata från Rosenborgs akviferanläggning och Gallerians akviferanläggning. Ett flertal observationsrör finns redan och loggning av temperatur och grundvattennivå pågår. Rosenborgs akviferanläggning planeras att driftas under år 2016 och Gallerians akviferlager planeras preliminärt att driftsättas under år 2017. Utförs av KTH.
2. Starta mätserie avseende mikrobiologiska prover på grundvattnet vid Rosenborgs akviferlager. Arbetet sker i ett samarbete mellan SLU och WSP och exjobbare vid SLU knyts till den mikrobiologiska utvärderingen.
3. Låta installera optiska kablar i ett antal platser i akviferen mellan brunnspoler och utanför brunnspoler vid Rosenborgs akviferlager. Arbetet utförs av Alverdens i samarbete med KTH och WSP.
4. Insamling av mätdata avseende temperatur från installerade optiska kablar, månadsvis. Utförs av KTH.
5. Då Rosenborgs akviferlager driftsatts – med jämna mellanrum samla in driftdata från anläggningen avseende energiuttag och flöden etc. Beräknas ske under år 2015 eller vår 2016. Utförs av KTH.
6. Då Gallerians akviferlager driftsatts – med jämna mellanrum samla in driftdata från anläggningen. Beräknas ske ca år 2017. Utförs av KTH
7. Utvärdering av mätmetoder (distribuerade och konventionella punktvis) avseende akviferlager sker, som examensarbete eller del av teknisk licentiatarbete.
8. Utvärdering av eventuell påverkan på mikrobiologiska förhållanden utförs som examensarbete vid SLU. En eller två kandidatexamensarbeten eller mastersarbeten bedöms kunna utföras.
9. Utvärdering avseende termisk och kemisk påverkan utförs som masters- eller kandidatarbete vid KTH eller SLU.
10. Utvärdering av prestanda och förslag till eventuella förbättringar tas fram inom ramen för tekniska licentiatarbetet
11. Kalibrering av termisk grundvattenmodell i MODFLOW-miljö utförs av WSP i samarbete med KTH.

Datum  
2015-05-25Dnr  
2015-004283

Projekt nr

## Kostnader (endast stödberättigande kostnader)

KALENDERÅR	Projektets totala kostnad	Projektets totala kostnader per år				
		2015	2016	2017	2018	
Lönekostnader	1 820 000	370 000	450 000	650 000	350 000	0
Laboratoriekostnad	0	0	0	0	0	0
Utrustning	600 000	0	450 000	150 000	0	0
Material	160 000	0	80 000	80 000	0	0
Resor	62 948	15 000	18 000	18 948	11 000	0
Konsultkostnader	1 150 000	200 000	350 000	350 000	250 000	0
Övriga kostnader	8 262	3 362	4 348	0	552	0
Indirekta kostnader	940 940	191 290	232 650	336 050	180 950	0
<b>SUMMA</b>	<b>4 755 000</b>	<b>792 502</b>	<b>1 584 998</b>	<b>1 584 998</b>	<b>792 502</b>	<b>0</b>

Utrustning, Material och Övriga kostnader

- Optiska kablar för akviferlagerprojektet ca 100-200 m (20 m djupa obsrör max 10 st)
- PEM-slang för obsrör, 10 000 kr
- Deckslar a ca 10 000 kr /st, 5-20 st
- DTS instrument för temperaturmätningar med fiberoptik

Kostnader för instrument, utrustning, mark och byggnader är stödberättigande endast i den omfattning som tillgångarna utnyttjas för projektet. För dessa tillgångar är endast de avskrivningskostnader som motsvarar projektets varaktighet, beräknade på grundval av god redovisningssed, stödberättigande. Om kostnader för instrument, utrustning, mark och byggnader förekommer, redogör för hur de beräknats nedan eller i separat

## Finansiering inkl. samfinansiärer

FINANSIÄR	Andel i kronor och procent av projektets totala kostnader/år						Total	(%)
	2015	2016	2017	2018	2019			
Energimyndigheten	396 250	792 500	792 500	396 250	0	2 377 500	50	
Alverdens AB	38 333	76 667	76 667	38 333	0	230 000	5	
AMF Fastigheter AB	48 333	96 667	96 667	48 333	0	290 000	6	
Avanti System Aktiebolag	12 000	24 000	24 000	12 000	0	72 000	2	
Bengt Dahlgren Stockholm AB	27 083	54 167	54 167	27 083	0	162 500	3	
Björn Kyrk (Cooly)	6 667	13 333	13 333	6 667	0	40 000	1	
FBB Fingspongs brunnborrning A	16 667	33 333	33 333	16 667	0	100 000	2	
Geobatteri AB	41 667	83 333	83 333	41 667	0	250 000	5	
Geostrata Handelsbolag	25 000	50 000	50 000	25 000	0	150 000	3	
Nowab AB	6 667	13 333	13 333	6 667	0	40 000	1	
Palne Mogensen AB	22 167	44 333	44 333	22 167	0	133 000	3	
SLU Holding AB	16 667	33 333	33 333	16 667	0	100 000	2	
Stures brunnborrningar AB	16 667	33 333	33 333	16 667	0	100 000	2	
SWECO Environment AB	16 667	33 333	33 333	16 667	0	100 000	2	
Sveriges Geologiska Undersökning	13 333	26 667	26 667	13 333	0	80 000	2	
Vasakronan AB	36 667	73 333	73 333	36 667	0	220 000	5	
WSP Sverige AB	45 000	90 000	90 000	45 000	0	270 000	6	
VÄRMEX	6 667	13 333	13 333	6 667	0	40 000	1	
<b>SUMMA</b>	<b>792 502</b>	<b>1 584 998</b>	<b>1 584 998</b>	<b>792 502</b>	<b>0</b>	<b>4 755 000</b>	<b>101</b>	

 Ansökan avser industriellt samarbetsprojekt/konsortieverksamhet

Datum  
2015-05-25

Dnr  
2015-004283

Projekt nr

Detta projekt är <input type="checkbox"/> i sin helhet <input type="checkbox"/> i vissa delar lika med ansökan till annan myndighet eller annan statlig/kommunal finansjär, ange vilken:	
Detta projekt är <input type="checkbox"/> i sin helhet <input type="checkbox"/> i vissa delar lika med ansökan till EG-finansjär, ange vilken:	
Sökt stöd för dyr utrustning (Vetenskapsrådet, Wallenbergsstiftelsen e.d.) Gäller endast högskola.	
Namn på doktorand	Namn på doktorand
Namn på doktorand	Namn på doktorand
Övriga samarbetspartners (orgnr och orgnamn)	
Resultatredovisning (ange här om resultatet kommer att redovisas på något ytterligare sätt än det obligatoriska, se information) <b>Spridning av resultaten förväntas kunna ske genom</b> -Muntliga och posterpresentationer på internationella konferenser så som STOCK-konferens 2018 -Publikation av vetenskapliga artiklar och examensarbeten -Publikation av en Lic. avhandling -Deltagande vid Avantis utbildningsdagar och kurser. -Länkar på KTH, avd för energitekniks, hemsida, länkar på sponsorenas hemsida, AVANTI's och geoenenergicentrums hemsida. -Redovisning på återkommande geoenergiseminarier på KTH, Geoenergidagen, träffar med SGU, Avanti, Geotec, SKVP mm -Nyheter i branschtidningar såsom KLIMAT, Svensk Geoenergi, AVANTI's nyhetsbrev, Borrsvängen, Energi&Miljö, VVS Forum.	
Nyttiggörande/Exploatering	
Stimulanseffekt (redovisa vilken stimulanseffekt stödet kommer att få i form av t. ex. ökad projektstorlek, ökat antal förväntade resultat, ökad intensitet eller ökning av utgifter för forskning, utveckling och innovation. Detta ska anges om sökt belopp överstiger 7,5 MEUR och alltid när sökanden är ett företag som inte faller in under definitionen av små och medelstora företag i enlighet med 3§ förordningen (2008:761) om statligt stöd till forskning och utveckling samt innovation inom energiområdet)	
Bilagor Beräkningsmall för indirekta kostnader på KTH, CV Jose Acuna, NOWAB, WSP, PMAB, AVANTI, GEOBATTERI AB, FBB, SGU, Alverdens, Bengt Dahlgren, Stures Brunnborrningar, Geostrata HB (Olof Andersson), Vasakronan, SLU, AMF, NIBE, Björn Kyrk (Cooly), Värmex, SWECO	