



Energin under mark ska upp till ytan

Strategisk innovationsagenda för geoenergi

Detta är en strategisk innovationsagenda för geoenergi. Den har tagits fram under 2016 av branschens intressenter i samverkan, på uppdrag av och finansierat av Energimyndigheten.

Projektledare och redaktörer

■ Oskar Räftegård,
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut/RISE
Kontakt: oskar.raftegard@sp.se
■ Signhild Gehlin, Svenskt Geoenergicentrum
Kontakt: signhild.gehlin@geoenergicentrum.se

Arbetsgrupp

■ Johan Barth, Geotec
■ Mattias Gustafsson, Sveriges Geologiska Undersökning
■ Göran Hellström, Neoenergy
■ Saqib Javed, Chalmers tekniska högskola och Lunds tekniska högskola
■ Per Jonasson, Svenska Kyl & Värmepumpföreningen
■ Per Lundqvist, KTH
■ Johan Tjernström, Akademiska Hus

Till agendan har även ett stort antal personer från vitt skilda organisationer bidragit via remisser, webbenkäter samt workshop på Geoenergidagen.

Fotografier och illustrationer

Sid 1 och 2: Peter Gehlin
Sid 4: Louise Quistgaard
Sid 7, 10, 12, 15 och 23: Pixabay
Sid 8 och 14: Freeimages
Sid 17 och 21: Dick Gillberg
Sid 19: Geotec/Malmberg Borning

Layout

Ragnhild Berglund,
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut/RISE

Läs mer om geoenergi

Svenskt Geoenergicentrums hemsida geoenergicentrum.se där även skriften Geoenergi i samhället (2012) finns att ladda ned.



Energimyndigheten

Energimyndighetens projektnr: 41906-1
SP Rapport nr: 2016:93



Energien under mark ska upp till ytan

Syftet med denna innovationsagenda är att skapa den strategi som saknas för att synliggöra geoenergins behov av forskning, utveckling och innovation gentemot näringsliv och myndigheter.

Det finns ett stort behov av en långsiktig finansieringsplan för geoenergiforskning och innovation i Sverige, för att upprätthålla och vidareutveckla forskargrupperna och Sveriges ledande position inom området. Idag består den svenska forskningen av cirka 14 heltidstjänster på universitet, institut och företag. Detta är lågt i förhållande till den befintliga användningen av geoenergi i Sverige, cirka 19 TWh förnybar värme och kyla, vilket är värt cirka 15 miljarder kronor i konsumentledet. Det är även lågt i förhållande till möjligt framtida bidrag till en hållbar samhällsutveckling i Sverige och utomlands.

Vad är geoenergi?

Geoenergi är fritt tillgänglig förnybar värme (och kyla) från sol, vind och nederbörd som mellanlagras i marken. Det kan också vara aktiv lagring i mark, t.ex. av värme som en byggnads kylsystem för ut ur huset under sommaren, så att den kan återanvändas till vintern då värmen behövs.

Geoenergi är bland allmänheten främst förknippad med bergvärme, och har där haft nytta av värmepumpsbranschens framgångsrika FoU- och policyarbete riktat mot värmning av bostäder.

Geoenergi kan utvinnas med hjälp av värmepumpar. Värmepumpar är maskiner som möjliggör tillgången till en termisk energiresurs, geoenergi är energikällan. Geoenergi kan användas med eller utan värmepump, för kyla och för värmning.

Geoenergi utgör den tredje största förnybara energikällan i Sverige, på delad plats med vindkraften. För närvarande levereras ca 18 TWh förnybar värme per år till hushåll, industrier och kommersiella fastigheter. Därtill kommer 1-2 TWh kyla.

Geoenergin i Sverige

- Omsätter 12-15 miljarder kr/år.
- Står för cirka 19 TWh/år energi inklusive frikyla, men exklusive el till värmepumpar. I konsumentledet har detta ett värde på ca 15 miljarder kr/år, räknat på ett alternativt energipris på 85 öre/kWh (fjärrvärme kostar i snitt 80-90 öre/kWh).
- Har fler än 10 000 yrkesverksamma.
- Står för cirka 15 % av bebyggelsens värmeanvändning.

Geoenergi kan bidra till ett hållbart och försörjningstryggt samhälle genom:

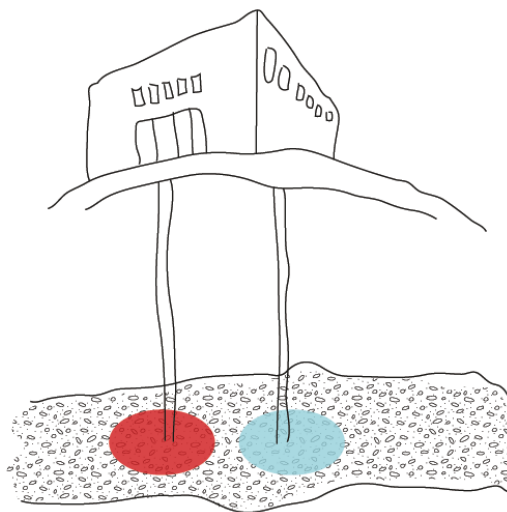
- Värmning och kylning av byggnader och verksamheter
- Matproduktion (växthus, landbaserad fiskodling)
- Drivmedelsförsörjning (biogasanläggning, algodling)
- Folkhälsa (vintercykling, isfria idrottsanläggningar)
- Lagring av solvärme (från solfångare, görs framgångsrikt i t.ex. Danmark och Kanada)
- Kylning av datahallar
- Buffert i fjärrvärmenät (gör det möjligt att använda mer spillvärme, t.ex. från industriproduktion)
- Halk- och isfri infrastruktur såsom broar, känsliga vägavsnitt, cykelvägar och tågväxlar
- Anpassning av svenska systemlösningar och kunande för exportmarknader

Läsanvisning

Agendan är uppdelad i fristående kapitel som är anpassade mot olika målgrupper/användningsområden, såsom byggnader och infrastruktur. Det som specifikt gäller geoenergins olika tekniker och saknar koppling till ett specifikt användningsområde återfinns i ett eget kapitel. Likaså har geotermi (djup geoenergi) ett eget kapitel.

Innehåll

Inledning:	
Energin under mark ska upp till ytan	3
Summary	5
Byggnader	6
Kvarter och stadsdelar	11
Isfri infrastruktur	13
Växthus och odling	15
Samhällsstyrning	16
Geoenergins tekniker	18
Geotermi	23



Summary

The Swedish Strategic Innovation Agenda for Geoenergy develops a strategy for highlighting the need for geoenergy research, development and innovation in relation to the business community and authorities.

Sweden has a strong global position in the field. Geothermal energy is the third-largest renewable energy source in Sweden, along with wind power. Currently, approximately 18 TWh of renewable heat per year is supplied to household, industrial and commercial buildings. In addition, there is 1-2 TWh of cooling.

There is a great need for a long-term strategy and financial plan for geoenergy research and innovation in Sweden, in order to maintain and further develop research groups and the country's leading position in the field. Today, Swedish research in this field comprises about 14 full-time positions at universities, institutes and companies. This is little compared to the existing use of geothermal energy, about 19 TWh, which is worth about 15 billion SEK in consumer sales. It is also little in relation to possible future contributions to sustainable development in Sweden and abroad.

The agenda is divided into short independent chapters that are tailored to different target groups/applications. Each chapter consists of an introduction to the current situation, how geoenergy can strategically contribute to a sustainable society, and what actions/needs are a priority.

The agenda consists of the following chapters

- Buildings consisting of dwellings and premises including industrial premises.
- Areas and neighbourhoods, which is about geothermal energy distributed via thermal networks, and district heating and cooling.
- Ice-free infrastructure, which deals with snow and gritting of roads, cycle paths, railways, sports fields, etc.
- Greenhouse and culture, which addresses how geothermal energy can contribute to a local sustainable food supply.
- Governance, which mainly concerns regulations, conditions and policies.
- Geoenergy Technologies, e.g. drilling technology and other geoenergy specific issues that are not directly connected to how geoenergy is used.
- Geothermal Energy, which is about deep geothermal resources, heat from reactions in the Earth's core.

The agenda was developed in 2016 by Signhild Gehlin, Swedish Geoenergy Center and Oskar Räftegård, SP Technical Research Institute/RISE, with support from the Swedish Energy Agency.

Byggnader

Uppvärmning och sedermera kylning av byggnader är de i särklass vanligaste tillämpningarna av geoenergi. Detta var även de första tillämpningarna när tekniken växte fram. Geoenergi används nästan alltid tillsammans med värmepumpande teknik när det gäller värmning. För kylning gäller vanligen det motsatta, att geoenergi ersätter värmepumpande teknik (kylmaskiner).

Sverige är världsledande i andel småhus som värms av geoenergi. Omkring vart fjärde småhus har idag geoenergi installerat. Geoenergisystemet för småhus kan även användas för komfortkyla, men bara ett fåtal småhus nyttjar än så länge denna möjlighet i Sverige. Geoenergi för flerbostadshus har ökat i användning och storlek på senare år och det finns en stor potential för geoenergi inom detta bestånd.

Geoenergianvändningen för lokaler har ökat stadigt det senaste decenniet, och används då för både värme och kyla. Storlek och komplexitet i dessa system har ökat och ställer nya krav på komponenter, systemtänkande, och kunskap om drift och styrning. Exempel på två stora och komplexa geoenergisystem i Sverige är Karlstad Universitetscampus och Norrlands Universitetssjukhus.

Strategiska mål för byggnader

Innovationsagendan för geoenergi har som mål att bidra till omställningen till ett helt förnybart energisystem genom att geoenergi kan tillhandahålla prisvärd, trygg, säker och resurseffektiv värme och kyla, baserad på lokala termiska resurser med låga koldioxidutsläpp och liten miljöpåverkan.

Geoenergi för byggnader bidrar till omställningen genom att ta vara på lokala lågvärdiga termiska resurser så som solvärme och spill från ventilation och kylsystem, och möjliggör säsongslagring av termisk energi vid olika temperaturnivåer på ett

kostnadseffektivt sätt. Detta i sin tur frigör andra energiresurser, såsom biomassa-resurser för andra ändamål än lokal förbränning.

Geoenergin bidrar till utvecklingen av ett robust/resilient energisystem genom att det är baserat på ett flertal olika lokala energikällor, består av enkla tekniska komponenter med få rörliga delar och lång livslängd, och kan samverka fördelaktigt med andra energisystem. Denna typ av robusthet är till exempel ett krav för energisystem för sjukhus. Genom att skapa lokala energikluster kan geoenergin bidra till ökad delaktighet och samverkan så att olika byggnaders och verksamheters behov blir en del av varandras energilösning.

Agendan bidrar till innovationer för jobb och klimat genom att:

- Bidra till utvecklingen av en hållbar ekonomi genom att skapa arbetstillfällen och ekonomiska värden ur lokala lågvärdiga termiska resurser (det vill säga spill och fri energi) som idag inte används till förmån för transporterad energi.
- Utveckla uppvärmnings- och kylsystem med låga koldioxidutsläpp och liten miljöpåverkan, baserade på lokala termiska resurser, så som solenergi, spillvärme och spillkyla, vilket innebär begränsade transporter.
- Skapa bra inomhusklimat i bostäder och lokaler.
- Öppna för nya aktörer och strategier på energimarknaden och bidra till en sund kostnadsutveckling.

PRIORITERADE INSATSER för byggnader

Ur ett FoI-perspektiv mognade systemtekniken för geoenergi i småhus under 1990-talet och har därefter spridits till flerbostadshus och lokaler. Idag är geoenergi systemtekniskt sett väl beprövat för de flesta byggnadstillämpningar. För att geoenergin ska fortsätta utvecklas inom området är följande FoI-insatser allmänt riktade mot byggnader prioriterade.

Effektutjämning i energisystem är en av geoenergins möjligheter som behöver utvecklas. Här behöver man utveckla systemkombinationer och komponenter (t ex ackumulatortankar), dimensioneringsmetoder, samt inte minst styr- och regler-



system för att kunna hantera dynamiskt uttag av effekt. I detta sammanhang kan man även betrakta kopplingen mot smarta elnät, via värmepumpar.

Lågtemperaturvärme och högtemperaturkyla gör det möjligt att ta vara på värme, kyla och ventilation i värmesystem med låga temperaturer och kylsystem med höga temperaturer. Inom detta område behöver en tydlig praxis och/eller standard utvecklas. Att utveckla detta område gynnar både geoenergi och värmepumpande tekniker genom att man ökar eleffektiviteten och kan minimera spetsenergi.

Långtidsuppföljningar och driftövervakning av samtliga typer av geoenergisystem för byggnader är ett angeläget område med stort behov, i synnerhet för flerbostadshus och lokaler där få långtidsuppföljningar gjorts. Uppföljningarna behövs för erfarenhetsåterföring, kunskapsutveckling och teknisk utveckling av system, komponenter och modeller för simulering och dimensionering. Det finns även behov att ta fram riktlinjer och verktyg (så som appar/visualisering) för enkla och standardiserade lösningar för uppföljning av prestanda så att fastighetsägare löpande kan följa driften, driftoptimera och utvärdera, i synnerhet för större och mer komplexa geoenergisystem.

Energikluster är en ny utveckling inom energisystem, där geoenergin och dess möjligheter till effektkapning och lagring har en viktig roll. Detta kan till exempel vara kluster av näraliggande byggnader med olika verksamhetstyp såsom hotell, bostäder, kontor, sportanläggningar etc. Det kan även gälla byggnader med till exempel en affärslokal i bottenplan och bostäder i byggnadens övre del. Exempel på energikluster är Akademiska Hus system på Frescati i Stockholm. Regelverk behöver ses över och byggas upp för att underlätta möjligheten att flera olika fastigheter att samverka, liksom för skilda verksamheter i olika delar av en och samma byggnad.

Specifika insatser för småhus och fritidshus

Geoenergisystem för småhus och fritidshus har haft en mycket stark utveckling de senaste 20 åren, och marknaden för nyinstallation förväntas dämpas allt eftersom detta marknadssegment mätas. Viktigt för denna sektor är anpassning till de förändringar som sker, t.ex. allt mer tätbörade bostadsområden eller

utbyte av en äldre värmepump med låg effekttäckning till en ny med högre effekttäckning och effektivitet.

PRIORITERADE INSATSER inom småhusområdet

Nybyggda småhusområden med tätt liggande tomter kan innebära att borrhål hamnar så nära att den termiska influensen mellan borrhålen blir påtaglig och återladdning av borrhålen krävs. Olika strategier kan lösa detta, t.ex. krav på återladdning, djupare borrhål, och att göra borrhåplaner så att borrhålen hamnar så glest som möjligt, eller skapa gemensamma borrhålslager. Forskning och samverkan med kommuner behövs för att arbeta fram rekommendationer till kommuner och exploatörer.

Hybridlösningar med geoenergi i kombination med andra förnybara energikällor för värme och kyla, såsom luft, solvärme, solel, fjärrvärme och annan spillvärme, eller genom att kombinera geoenergitekniker eller andra lagringsformer, ger möjlighet till lokal anpassning och flexibilitet. Demonstrationsanläggningar och uppföljningsstudier behövs, liksom utveckling av komponenter och styrsystem.

Utbyte av värmepump och anpassning till nya förhållanden är något som blir allt mer aktuellt för de äldre installerade geoenergisystemen för småhus. Enkla standardmetoder behöver utvecklas för att komplettera eller kompensera energibrunnen vid ny högre belastning, t.ex. vid utbyte till ny värmepump med högre verkningsgrad och effekttäckning, eller vid utbyggnad av huset. Exempel på sådana metoder kan vara avlastning genom solfångare, återladdning med hjälp av luftkonditionering/komfortkyla, frånluftsvärmeväxling, eller komplettering med extra borrhål, eller markslingor.

Komfortkyla är på frammarsch och det finns anledning att tro att intresset för komfortkyla även i småhus kommer att öka. Geoenergisystemen går utmärkt att använda för detta ändamål, men teknikutveckling behövs för att skapa enkla standardlösningar för småhus, både för komplettering av befintligt system, och för nyinstallation.

Specifika insatser för flerbostadshus

Geoenergi för flerbostadshus har god potential att bidra till omställningen till ett förnybart en-



ergisystem, men utvecklingen av marknad och teknik har gått långsamt jämfört med småhusen. Systemlösningarna är i huvudsak en uppskalning av tekniken för småhus, men flerbostadshusens större energisystem öppnar för andra typer av lösningar. För denna sektor är stimulansåtgärder, goda exempel, utveckling av standardiserade lösningar, förvaltning och hjälp för upphandling viktiga åtgärder.

Systemkombinationer med olika typer av spetslaster (el, fjärrvärme, gas, sol m m) i hybridlösningar med olika typer av geoenergisystem, lager och andra förnybara energikällor, har stor potential och där finns behov av kunskapsutveckling, standardiserade lösningar och mätningar. Utveckling av system med värmeåtervinning från luft, sol och spillvärme, för avlastning eller återladdning av geoenergisystem behövs.

Upphandlingsstöd för beslut kring upphandling av geoenergisystem, riktat till icke-professionella ägare såsom bostadsrättsföreningar, och till mindre, privata fastighetsägare behöver framarbetas för att

underlätta beslut om geoenergi till fastigheten. Riktlinjer och upphandlingsstöd samt goda exempel för att underlätta beslutsprocessen behöver tas fram för dessa aktörer i samverkan med branschen.

Värmepumpar för stora fastigheter har inte nått lika långt i teknikutvecklingen som systemen för småhus har gjort. Det finns ett behov att utveckla system med fastighetsvärmepumpar till samma nivå som villorna har uppnått. Bl.a. behöver styr- och reglerteknik för geoenergisystem i flerbostadshus utvecklas.

Solvärmelager har potential för flerbostadshus och bostadsområden. Tekniken med solvärme-lager (från solfångare och/eller hybridsolel) under mark, i system med eller utan värmepump behöver utvecklas med erfarenheter från teknikutveckling och forskning. Eftersom denna typ av anläggningar ännu är relativt få i världen behövs stöd till demonstrationsanläggningar och långtidsuppföljning. Se även kapitlet Kvarter och stadsdelar.

Utbildning i drift och underhåll av geoenergisystem behövs för flerbostadshussektorn. Det finns stort behov av fortbildning och nyutbildning av drifttekniker som kan sköta, underhålla och optimera geoenergisystem och kylmaskiner/värmepumpar.

Specifika insatser för lokaler (inklusive industrilokaler)

Geoenergisystem har mycket god potential att bidra till omställningen till ett förnybart energisystem, inte minst för de lokaler som har behov av både värme och kyla, vilket innebär att man kan skapa termiskt balanserade system som blir mycket energi- och resurseffektiva.

Merparten av alla borrhålslager och akvifersystem finns inom lokalsektorn och primärt för större lokaler (sjukhus, köpcentra, universitetsbyggnader, etc). Det kommersiella genombrottet för lager skedde under 00-talet. Systemlösningarna är mer komplexa än för övrig geoenergi, då systemet samverkar både med värme- och kylsystem och dessutom har en lagerfunktion som löper mellan årstider och över flera år. Det förekommer en mångfald olika systemlösningar.

För denna sektor blir stimulansåtgärder, långtidsuppföljningar och utveckling av systemkombinationer och mät- och styrsystem viktiga åtgärder.

Högtemperaturlager för framförallt industri-lokaler har betydande potential för att effektivisera processer och skapa energieffektiva lösningar för klimatisering av industri-, kontors- och lagerlokaler. Vidare marknadsutveckling och teknisk utveckling av högtemperaturlager behövs. Se även kapitlet Kvarter och stadsdelar. Exempel- och demonstrationsanläggningar, samt mätstudier behövs för att stimulera utvecklingen.

Utbildning av experter, installatörer och drifttekniker som ska utforma, installera, sköta, underhålla och optimera geoenergisystem för stora fastigheter inkl. kylmaskiner/värmepumpar är mycket angeläget. Det finns idag brist på experter inom geoenergi hos konsult- och entreprenörsledet. Konsultledet blir därmed svagt genom att vara individberoende för geoenergilösningar och dimensionering. Utbildning av fler experter till konsult-, installatörs- och driftledet behövs för att överbrygga brister i helhetssyn, systemlösning och drift av systemen, samt att driva teknikutvecklingen framåt genom erfarenhetsåterföring.

Balanseringsstrategier behöver utvecklas för systemlösningar och tekniker som på bästa sätt balanserar och utjämnar interna behov av värme, kyla och effekttoppar, både inom enskilda fastigheter och genom att länka samman flera fastigheter och verksamheter med olika fördelat energibehov. Se även kapitlet Kvarter och stadsdelar.

Lösningar utan värmepump eller kylmaskin är ett intressant utvecklingsområde. Telecomindustrin har i flera decennier framgångsrikt använt geoenergi utan värmepumpar för frikyla av elektronik och sändare. Det finns potential att utöka denna marknad till andra områden med liknande förutsättningar och kylbehov (relativt höga kyltemperaturer och jämnt effektbehov), då geoenergisystem är robusta, driftsäkra, har lågt underhållsbehov och lågt elbehov. Även utveckling av nya systemtyper eller vidareutveckling av befintliga system för värmning och kylning med geoenergi utan värmepump/kylmaskin för andra tillämpningar än elektronik är av intresse, och utvecklingen av värmepumpslösa geoenergitillämpningar har bland annat tagits upp av Skanska (Deep Green Cooling) och av Arlanda Flygplats. Teknik-, system- och komponentutveckling behövs, liksom stimulans till demonstrationsprojekt och mätstudier.

Specifika insatser för återladdning med fria och lågvärdiga termiska källor

Termisk energi med lågt värde och från fria källor kan användas för att fylla på och balansera ett geoenergisystem. Detta gäller främst lager, men även andra större system och skulle även kunna gälla bostadsområden där systemen är mycket tätt placerade. Återladdning ger prestandaförbättring.

Exempel på återladdning är att kyla byggnaden under sommaren, eftersom värme då tas från huset och tillförs marken, eller omvänt att smälta snö kring entrén för att fylla på kyla inför sommaren. Andra möjliga fria och lågvärdiga källor av intresse kan vara ytvatten i sjöar och vattendrag, vilket kan utgöra både värme- och kylkälla beroende på årstid, sjömagasin med avgränsade vattenvolymer för lagring, lågvärdig industriell värme såsom tvättvatten och processutslug från ugnar och torkar, värme från kylning av tele-/data-/serverkylning, kylning av solceller (PV)/hybrid system, solvärme, förvärmning/förkylning av ventilationsluft i bebyggelse och industri vilket kan vara såväl värme- som kylkälla beroende på årstid, kyla från smältning av stuprör och rännalar, samt i stor skala även värme från kondenskraft/kraftvärme.

Det finns ett behov att utveckla beprövade (utvärderade) systemlösningar för olika typer av återladdning, inklusive dimensioneringsverktyg, etc. Av exemplen ovan framgår att systemen snabbt blir komplexa med många olika beroenden.

PRIORITERADE OMRÅDEN för återladdning

Demonstrationsprojekt och affärscase behövs både för att bevisa och visa upp funktion, teknik, ekonomi och nöjda ägare.

Tekniska råd och anvisningar, handledningar och dimensioneringsgrunder behöver utarbetas för prioriterade källor (se inledande stycke ovan), baserat på fältmätningar och dokumentation av driftsatta system.

Kvarter och stadsdelar

Geoenergi kan med fördel användas för att försörja flera fastigheter inom ett kvarter, en stadsdel eller en stad med värme och kyla via ett termiskt distributionsnät. Samverkan kan ge fördelar jämfört med individuella lösningar. Bland annat ökade möjligheter till säsongslagring och att energi kan återvinnas mellan olika fastigheter och verksamheter, antingen direkt eller via lagring.

Exempel på geoenergi som distribueras via ett termiskt nätverk till flera fastigheter är villaområdet Anneberg i Danderyd där solvärme säsongslagras för uppvärmning (utan värmepump) av ett femtiotal småhus. Ett annat exempel är Bo01-området i Malmö, där ett akviferlager används till kyla och värme. Större kommersiella fastigheter, sjukhus och universitet uppvisar snarlika lösningar, dock med en enda tydlig huvudman och avgränsat till en enskild fastighet eller verksamhet. Campus Karlstad, Stockholms universitetscampus och Norrlands universitetssjukhus är sådana exempel.

Bergumslager och borrhålslager med hög temperatur och anslutning till fjärrvärmenät provades i begränsad omfattning under 1980-talet (bl.a. i Lyckebo och Luleå), men utan kommersiell framgång. De senaste åren har intresset åter ökat från fjärrvärmebranschen, då tekniska och ekonomiska förutsättningar ändrats. Inom fjärrvärmebranschen pågår även utvecklingen av den fjärde generationens fjärrvärme, vilken har väsentligt lägre temperatur än dagens fjärrvärmestandard och öppnar för distribuerade (lokala) värmekällor. Parallellt utvecklas värmedistribution med ”ultra-låg temperatur” bl.a. i Danmark. Detta innebär att geoenergi ser ut att passa väl till de termiska distributionslösningar av olika skalor som just nu utvecklas.

Strategiska mål för geoenergi i kvarter och stadsdelar

Innovationsagendan för geoenergi har som mål att bidra till omställningen till ett helt förnybart energisystem genom att tillhandahålla prisvärd, trygg, säker och resurseffektiv värme och kyla, baserad på lokala termiska resurser med låga koldioxidutsläpp och liten miljöpåverkan. Detta kan åstadkommas av geoenergisystem som via termiska nät distribuerar värme och/eller kyla till verksamheter och hushåll.

Termiska nät som binder samman och förser kvarter och stadsdelar med geoenergi kan bland annat:

- Ta vara på lokala lågvärdiga termiska resurser och säsongslagra dem vid olika temperaturnivåer på ett kostnadseffektivt sätt.

- Bidra till utvecklingen av ett robust/resilient energisystem genom att

- vara baserat på ett flertal olika lokala energikällor
- bidra till ökad flexibilitet och balans i termiska nät (fjärrvärme) samt i elnätet.
- bestå av enkla tekniska komponenter med få rörliga delar och lång livslängd

- Bidra till att skapa arbetstillfällen och ekonomiska värden ur lokala lågvärdiga termiska resurser (det vill säga spill och fri energi) som idag inte används till förmån för långväga transporterad energi.

- Bidra till ökad delaktighet och samverkan genom att lokala aktörer blir delaktiga i varandras energiförsörjning.

PRIORITERADE INSATSER för kvarter och stadsdelar

Prioriterat för ”kvarter och stadsdelar” är att utveckla, synliggöra och utvärdera teknik/system/styrmekanismer/affärsstrategier/-koncept så att geoenergi blir en kvantifierbar nyckelkomponent i morgondagens smarta hållbara städer och samhällen. Detta inbegriper såväl teknisk utveckling som att ta fram och visa upp nya spännande affärsmodeller.

Testbäddar och demonstration av gemensamma lager behövs för utveckling av styr-mekanismer, användargränssnitt, samverkan, robusthet, med mera, så att koncept för ”hållbara smarta kvarter

och stadsdelar” kan visas upp och replikeras. Detta gäller för alla typer och storlekar av tätbebyggda områden och verksamhet, från enstaka innerstads-kvarter till perifera radhusområden. Det gäller för komfortkyla och komfortvärme, men även annan användning så som odling, bad- och idrottsanläggningar, eller isfri infrastruktur. Här återfinns behov att testa tekniska systemlösningar, inte minst gällande smart samverkan inom kvarteret/stadsdelen.

Fungerande affärsmodeller och -koncept för lösningar där kunden också är producent är ett annat nyckelområde för att kvarters- och stadsdelslösningar baserad på geoenergi ska kunna rullas ut i stor omfattning och av många aktörer. Detta innefattar även att utveckla finansieringslösningar för investering i distributionsnät och geoenergilager vilket kan ses som investering i samhällsinfrastruktur.

Teknikutveckling och demonstration av stor-skaliga högttemperaturlager: Hela kedjan från temperaturtåliga komponenter till design av lagergeometrier, reglerstrategier, bergteknik, etc är i behov av utveckling och demonstration/utvärdering. Här återfinns obeprövade nya lösningar, så väl som beprövad teknik och systemlösningar som är nära kommersiellt genombrott. Storskalig säsongslagring vid hög temperatur innebär att hela stadsdelar och städer skulle kunna värmas med stora resurseffektiva källor, t.ex. spill- och restvärme från industriverksamhet.

Potentialstudier

Förutom ovanstående områden finns underliggande behov av bl.a. potentialstudier för såväl högttemperaturlager som för kvarterslösningar, liksom studier som inkluderar hur stadsplanering, byggregler och olika subsidier/skatter påverkar möjligheterna för geoenergi på kvarters- och stadsdelsnivå.



Isfri infrastruktur

Geoenergi har en stor potential att hålla trafikytor och infrastrukturkomponenter halkfria i nordiskt klimat. Användning av geoenergi för detta ändamål är däremot nästan obefintlig i Sverige. Ett av undantagen är Arlanda flygplats som använder geoenergi till halkbekämpning och snösmältning runt gator och på bilramper. Utomlands finns exempel på halkbekämpning med geoenergi, bl.a. av utsatta vägavsnitt i Schweiz och i Japan.

I Sverige är det framförallt gågator med kommersiell verksamhet som hålls is- och snöfria med värme, dock inte med geoenergi utan med fjärrvärme. Även elektricitet används, bl.a. i järnvägens växlar, i ramper, vid busshållplatser och entréer.

Isfria idrottsplatser är ett tekniskt sett snarlikt marknadsområde. Här finns några exempel, bl.a. på konstgräsplaner med geoenergi.

På Arlanda flygplats fångar geoenergisystemet ”kylan” i den smältande snön och lagrar den till sommaren då kylan nyttjas i terminalbyggnaderna som komfortkyla. Värmen som förs bort från byggnaderna (när de kyls) lagras i sin tur till kommande vinterns snösmältning med hjälp av geoenergisystemet. På så sätt omvandlas respektive behov till (förnybara) resurser.

I Schweiz har man visat att man kan nyttja vägbanan för solvärmelagring genom att ta värme från den sommarvarma asfalten till vinterns halkbekämpning. Geoenergi (samt sol- och spillvärme) ersätter på så sätt drivmedel till snörojningsfordon och kemikalier (salt).

Strategiska mål för isfri infrastruktur

Innovationsagendan för geoenergi har som mål att bidra till omställningen till ett helt förnybart energisystem. Geoenergi kan tillhandahålla prisvärd, trygg, säker och resurseffektiv energi, baserad på lokala termiska resurser med låga koldioxidutsläpp och liten miljöpåverkan.

Dessutom kan det leda till färre olyckor, högre framkomlighet och till färre partiklar i luften i storstadsområden. Geoenergi kan även ersätta fjärrvärme och elvärme, vilket vanligen innebär minskad förbränning.

Sekundära effekter kan vara ökad vintercykling, hälsa och motion, hos en åldrande befolkning såväl som ungdomar.

Agendan bidrar till innovationer för jobb och klimat genom att:

- På ett effektivt sätt med minimal miljöpåverkan bidra till att spara liv och mänskligt lidande i trafiken och underlätta framkomlighet.
- Minska användningen av drivmedel och salt vid snö-/halkbekämpning.
- Öka möjlighet till vintercykling (ger mindre biltrafik och färre partiklar från dubbdäck och sandade vägar samt ökad folkhälsa genom vardagsmotion).
- Anpassa Sverige till en åldrande befolkning med större behov av framkomlighet (t.ex. rollator och rullstolar) och som är känsligare för halka och ojämnt underlag (motion, trygghet, vårdkostnader).

PRIORITERADE INSATSER inom isfri infrastruktur

Trafiksektorn (vägar och järnvägar) varken använder eller testar geoenergi. Forskning och innovationsinsatser behöver därför i första hand riktas

på att föra samman trafiksektorn med geoenergin. Trafikverket och Statens väg och transportforskningsinstitut (VTI) är två nyckelaktörer för att gemensamt med geoenergibranschen utveckla och utvärdera system för olika infrastrukturapplikationer. Några delområden som identifierats är tunnelmynningar, viadukter/broar, backar, vägkorsningar, järnvägsväxlar, busshållplatser, plattformar samt cykelbanor inkl. korsningar bil/cykel. Tekniska resultat behöver omsättas i förvaltningsekonomiska termer och relateras till samhällsekonomiska effekter av halka, olyckor och framkomlighet. Testtytor, tekniska metodbeskrivningar och beräkningsprogram behöver tas fram och på längre sikt kan effektivare förläggningstekniker behöva utvecklas.

Gågator i butiksområden saknar framförallt samverkansform/affärsmodell mellan handlare, kommun och ägare till geoenergisystemet. Detta behöver utvecklas och demonstreras. Även teknisk systemuppbyggnad och dimensioneringsgrunder behöver viss utveckling. Geoenergisystem kan återladdas (t.ex. genom att handlarna använder lagrad ”fri” ”snö-kyla” på sommaren som komfortkyla i butikerna). Detta gör systemet mer komplext, samtidigt som det kommunala huvudmannskapet som ofta finns för fjärrvärmedrivna system saknas. Därav finns ett behov av stödinsatser för etablering av demonstratorer med offentlig privat partnerskap. Se även kapitel kvarter och stadsdelar.

Idrottsplatser, främst konstgräs fotbollsplaner, hålls halkfria och användbara under längre tid under året med geoenergi på några få håll i landet, t. ex. Backavallens idrottsplats i Katrineholm. Här behövs studier som tydliggör nyttor, kostnader och återladdningskapacitet för att öka kunskapen inom idrottsförvaltning och konsultled.



Växthus och odling

Inom jordbruk och växthusodling har geoenergi hittills inte tillämpats i någon större utsträckning i Sverige, till skillnad från länder såsom Holland, Turkiet och USA. Det är främst växthusnäringen som har behov av värme. Mycket talar för geoenergi för denna tillämpning även i Sverige, då i storleksordningen 90 % av växthusen är värmda och att dessa i regel omsätter stora mängder termisk energi vid lämplig temperatur för geoenergi. Vanligen ligger växthus långt från fjärrvärmenät, men nära vattentäkter (akviferer). Växthusodling åtnjuter samma elskatt och koldioxidskatt som tillverkningsindustrin gör. Koldioxidskatten har höjts och fortsätter att höjas vilket gör att växthus ersätter olja med andra bränslen, medan elskatten är fortsatt låg.

Växthusnäringen har (främst via Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, men även via andra aktörer) visat ett stort intresse vid framtagande av denna agenda. Det finns gott om entreprenörer och innovatörer inom växthus- och klimatiseringsområdet i Sverige, som skulle kunna ta fram nya och bättre komponenter, produkter och system anpassade för geoenergi, men i dagsläget finns inte någon egentlig marknad för geoenergin inom växthusnäringen.

Andra former av odling som fortfarande hör framtiden till, men som skulle kunna få ett betydande framtida värmebehov där geoenergi kan användas är landbaserad fiskodling, odling av alger och svampar respektive insekter, samt växthusodling på tak i städer.

Strategiska mål för växthus och odling

Innovationsagendan för geoenergi har som mål att bidra till omställningen till ett helt förnybart energisystem genom att geoenergi kan tillhandahålla prisvärd, trygg, säker och resurseffektiv värme och kyla, baserad på lokala termiska resurser med låga koldioxidutsläpp och liten miljöpåverkan.



Agendan kan även bidra till ett hållbart och robust och resilient samhälle genom att:

- Bidra till ökad konkurrenskraft för lokal matproduktion genom prisvärd energi.
- Fler energislag används för matproduktion, inte minst genom att lokala termiska resurser används (t.ex. genom säsongslagring) i stället för transporterade och importerade bränslen.
- Fossila bränslen ersätts.
- Biomassa och bränslen som idag används till växthus, frigörs för användning i andra sektorer.
- Bidra till arbetstillfällen, då jordbrukssektorn är relativt arbetskraftsintensiv.

Geoenergi kan även bidra till att möjliggöra nya processer som inte fått kommersiellt genombrott så som landbaserad fiskodling eller industriell odling av alger, svampar och insekter, vilka kan bidra till försörjning av drivmedel, kemikalier, nya material och mat/protein.

PRIORITERADE INSATSER

För traditionell växthusodling i svenskt klimat och med svenska förhållanden saknas grundläggande studier om hur geoenergi kan implementeras. I andra länder (t.ex. Holland, USA och Turkiet) finns mer erfarenhet av geoenergi för växthusodling och det finns anledning att ta del av dessa erfarenheter. Vidare är potentialen för geoenergi troligen störst för akviferlager, vilket bör undersökas närmare. De tekniska komponenterna finns, men på teknisk systemnivå saknas kunskap att sätta samman dem till ett geoenergivärmt växthussystem. De energitekniska studierna behöver kompletteras med vilken inverkan geoenergi kan ha på matproduktion och konkurrenskraft.

Slutna växthus som inte vädras har flera odlings-tekniska fördelar, bl.a. avseende luftburna skadliga organismer och produktivitet. Denna moderna form av växthus måste i stället kylas. Geoenergi kan både kyla och värma växthusen, i första hand genom att värmen som behöver föras bort sommartid lagras till vintern. Det finns en avhandling på området (Vadiee, KTH, 2013), men slutna växthus är tekniskt komplicerade och systemlösningar som inkluderar såväl geoenergi som påverkan på odling och dess konkurrenskraft för olika grödor behöver vidareutvecklas och demonstreras i försöksanläggningar.

Samhälls- styrning

Geoenergi förekommer inte i någon större omfattning i "samhällsstyrningen", det finns få regleringar och styrmedel som uttalat gäller geoenergi eller omnämner geoenergi. Praxis gör dock gällande att värmen i marken är fritt tillgänglig, och det är inte möjligt att få termisk rådighet över värmen i bergrunden. I byggreglerna (BBR) och i Energi-myndighetens/SCB:s statistik är det köpt el till värmepumpen som räknas och inte det förnybara energibidraget från geoenergi. Det råder anmälningsplikt (enligt SFS 1998:899) om värmepump används för utvinning av värme ur mark och grundvatten, men inte utan värmepump eller för kyla. Däremot är grundvattenskyddet tydligt och det krävs tillstånd från miljödomstolen för de geo-energitekniker som betraktas som vattenverksamhet (akviferlager och öppna sjövärmesystem).

I grunden är detta positivt då hindren för användning av geoenergi är få, men avsaknad av samhällsstyrning påverkar likväl användningen av geoenergi.

Strategiska mål för kunskapsläget

Innovationsagendan för geoenergi har som mål att bidra till omställningen till ett helt förnybart energisystem genom att:

- Öka kunskapsläget om geoenergins nuvarande bidrag till ett resurseffektivt samhälle, minskad miljöbelastning samt svensk konkurrenskraft på exportmarknaden.
- Öka lagstiftarens, liksom kommuners och länsstyrelser, medvetenhet om hur gällande lagstiftning, praxis och annan samhällsstyrning påverkar användningen av geoenergi, samt vilka hindren är för ökad användning av geoenergi.
- Öka kunskapsläget om geoenergins möjliga framtida roll i ett resurseffektivt samhälle.



PRIORITERADE INSATSER inom samhällsstyrning

Nationell energistatistik för geoenergi behöver tas fram med regelbundna mellanrum. I dag saknas geoenergin som är en av Sveriges största förnybara energikällor i den nationella energistatistiken (SCB). Utan statistik riskerar geoenergin att glömmas bort när politik utvecklas lokalt så väl som nationellt. Det är även svårt att styra och sätta mål som direkt eller indirekt påverkar geoenergi om den inte mäts. Svenskt Geoenergicentrum sammanställer statistik för geoenergin i Sverige, men denna statistik ingår inte i den officiella svenska statistiken.

Policyanalys, hur regelverk såsom BBR och hur olika styrmedel, kommunal planering, etc påverkar användning av geoenergi i relation till annan värme och kyla. I detta ingår även skillnad mellan hur geoenergi inom egen fastighet och geoenergi från system som försörjer flera fastigheter påverkas.

Vägledningar och kunskapssammanställningar som behandlar nedanstående områden har identifierats som viktiga:

■ Tillstånds- och kunskapsvägledning för akviferer (grundvattenmagasin), skulle kunna sänka barriären för dessa typer av system som bland annat kräver vattendom. Detta gäller främst för de fall där den juridiska/administrativa processen är okomplicerad och ”konfliktfri”. I mer komplicerade fall underlättar en vägledning kring miljörisker baserad på vetenskaplig grund för samtliga parter. Domstolarnas domslut skulle även i högre grad kunna vila på samma kunskapsgrund vilket förmodligen skulle minska skillnaden mellan olika domstolars domar.

■ Vägledning för risk och riskhantering vid borrning och för energibrunnar nära vattenskyddsområden och förorenad mark. I första hand för att hjälpa handläggare på kommuner, men även brunnborrare, att identifiera risker och ställa rätt krav i förhållande till bedömd risk. En allmänt accepterad vägledning innebär dessutom att bedömningen blir mer likvärdig mellan kommuner och mindre beroende av enskilda handläggares kunskap och kompetens.

Geoenergins tekniker

I denna sektion beskriver vi det utvecklingsbehov för geoenergiområdet som är av mer teknisk och bokstavligen marknära karaktär och inte specifikt kopplat till den typ av verksamhet som geoenergisystemet ska försörja. Geoenergibegreppet inbegriper ett antal tekniker för hur värmen och kylan i marken tas tillvara. Dessa huvudtekniker är uttag och lagring av värme och kyla från borrhål i berg och lösa avlagringar, yttjord, grundvatten, ytvatten (sjöar och vattendrag), samt i gropar och bergrum. Geotermisk värme är ett eget teknikområde som tas upp i ett separat avsnitt.

Borrhål: Av Sveriges dryga halvmiljon installerade geoenergisystem, utgör borrhålen tre fjärdedelar. Uttag och lagring av värme och kyla från borrhål i berg och lösa avlagringar, är genom dess anpassningsbarhet till olika geologiska förhållanden, den i särklass mest tillämpade och utvecklade tekniken i Sverige. Borrhålssystem är en robust teknik som går att tillämpa så gott som överallt i Sverige.

Yttjord: Yttjordsystemen utgör en knapp fjärdedel av Sveriges totala geoenergibestånd. Denna teknik förutsätter tillräckligt stora tomttytor med finkornig, vattenmättad yttjord, och ett inte alltför kallt klimat. Därför förekommer dessa system främst i södra och mellersta Sverige.

Grundvatten: Uppskattningsvis två procent av alla geoenergisystem i Sverige är öppna system, dvs grundvattensystem. Grundvattensystemen ställer krav på vissa gynnsamma geohydrologiska förhållanden som endast uppträder hos omkring 15% av Sveriges yta, och då främst i södra delarna av Sverige och i områden med grusåsar, sandsten och kalksten. Dessa system kräver i de allra flesta fall även vattendom, och innebär extra miljöhänsyn och ökad kostnad och tidsåtgång. Grundvattensystem är dock mycket effektiva när de väl är på plats och erbjuder stor flexibilitet i energilastfördelning och effekttuttag.

Ytvatten: Antalet ytvattensystem i Sverige är mycket litet och förutsätter strandnära fastigheter för kostnadseffektivt nyttjande. I en del fall har ytvattensystem använts för återladdning av borrhålssystem för större fastigheter, exempelvis Karlstads sjukhus och Näsby Parks slott.

Grop- och bergrumslager: Det finns endast enstaka grop- och bergrumslager i Sverige idag. Snölagret för Sundsvalls sjukhus är ett exempel på ett groplager. I Lyckebo finns ett stort bergrumslager som konstruerades på 1980-talet och som idag ingår som magasin i fjärrvärmenätet. Bergrumslager innebär stora investeringar, och har därför hittills haft svårt att konkurrera med borrhålslager som i de allra flesta tillämpningar visat sig mer kostnadseffektivt.

Strategiska mål för geoenergins tekniker

Innovationsagendan för geoenergi har som mål att bidra till omställningen till ett helt förnybart energisystem genom att tillhandahålla prisvärd, trygg, säker och resurseffektiv värme och kyla, baserad på lokala termiska resurser med låga koldioxidutsläpp och liten miljöpåverkan.

Satsningar på geoenergins tekniker bidrar till utvecklingen av hållbara energisystem med lång teknisk livslängd, litet underhåll, få rörliga delar och låg miljöpåverkan. Detta kan uppnås genom att utveckla befintliga tekniker, komponenter och nya innovativa lösningar för ökad kvalitet och kostnadseffektivitet i konstruktionen av geoenergisystemen. Även att utveckla lösningar för att modernisera äldre anläggningar så att de blir ännu effektivare.

Utveckling av geoenergins olika tekniker bidrar vidare till att uppnå systemtillämpningar som är anpassningsbara till förändrade last- och resursförhållanden, och som kan användas i olika



kombinationer med effektiva och förnybara tilläggsystem såsom solvärme, PV, frånluft, spillvärme med mera.

PRIORITERADE INSATSER för geoenergins tekniker

Geenergins olika undertekniker har olika utbyggnadspotential och olika teknik- och marknadsmässiga mognadsgrad. I detta avsnitt har vi identifierat de av branschen mest prioriterade utvecklingsåtgärder för de olika teknikerna.

Specifika insatser för borrhål i berg och mark

Störst utbyggnad och vidare utbyggnadspotential har geotekniken med borrhål i berg, vilket idag utgör tre fjärdedelar av alla geosystem i Sverige. Tekniken har nått hög mognadsgrad tekniskt och marknadsmässigt, men nya tillämpningar av borrhållssystem och förändrade regler och konkurrensförhållanden i samhället ställer nya krav på utveckling av teknik, komponenter och material. Det finns idag mycket begränsat myndighetsstöd för teknisk utveckling på komponentsidan för borrhål.

Djupare borrhål än 350 meter är ett område som de senare åren rönt ökat intresse från bransch och forskare, både i Sverige och internationellt. I synnerhet inom tätbebyggda områden där markytan är begränsad har intresset för djupare borrhåll ökat, eftersom man behöver komma åt en tillräckligt stor bergvolym trots den begränsade tillgången på markyta inom fastigheten. Utveckling och erfarenhet av djupare borrhål än 350 m är ännu i sin linda och behovet av forskningsstudier och teknik- och komponentutveckling är påtagligt, då preliminära studier visat att förutsättningar förändras påtagligt när borrhållen överskrider 350 m djup. Forskningsstudier pågår idag och fler behövs om konsekvenser av djupare borrhål, såsom kronslitage, borrhållsprecision, bränsleanvändning, optimala dimensioner för borrhål och kollektorer i de djupare borrhållen.

Vidare behövs ingående studier av effekten av markens termiska gradient, inverkan av hydrauliska förluster och termisk kortslutning i kollektorn, effekter av inre och yttre tryck på kollektorn, geokemi på större djup m m.

Exempel på teknikutvecklingsområden för att kunna nyttja borrhål med större djup än 350 meter i borrhålssystem är kostnadseffektiva borrhålsmetoder för djupare borrhål, lämpliga kollektorutformningar och kollektormaterial, samt metoder och utrustning för kollektorsättning och eventuell återfyllnad av borrhålen. Det är viktigt att de totalekonomiska och praktiska likväl som de tekniska aspekterna lyfts fram i dessa studier och i utvecklingsarbetet.

Borrhålskollektorer inklusive kringsystem har behov av utveckling för att kostnadseffektivt minimera termisk kortslutning och hydrauliskt tryckfall. Det finns även utrymme för utveckling av material och ytutformning av kollektorer utifrån värme-, tryck- och frysbeständighet. Utveckling av teknik och utrustning för kollektorsättning, bottenvikter, topplock, U-böjar, samlingsbrunnar, kopplingar, brunnslock, avluftning, ventiler, distanshållare, foderrör, tätning m m för att ytterligare förbättra kvalitet, säkerhet och kostnadseffektivitet. De totalekonomiska och säkerhetsmässiga aspekterna är viktiga att ta hänsyn till i utvecklingsarbetet. Detta inkluderar förutom materialkostnad även transporterbarhet, installation och livslängd. Det finns önskemål och påbörjat arbete med standardiserade kvalitets- och prestandatest av gamla och nya kollektorlösningar för rättvisande jämförelser, liksom testanläggning och demonstrationsplattformar för att testa nya kollektorer före första skarpa installation.

Återfyllnad av borrhål har hittills i Sverige varit av begränsad betydelse, och endast av intresse att tillämpa i vissa områden med särskilda förutsättningar och krav. Forskning och utveckling av återfyllnadsmaterial (grout) och återfyllnadsteknik har främst skett i Centraleuropa och USA, men det finns anledning att studera och utveckla återfyllnadsmaterial och -teknik, samt regler för när återfyllnad behöver göras, för våra svenska förhållanden. Jämfört med USA och Centraleuropa borrar vi i Sverige djupare borrhål och tillåter värmebärartemperaturer under noll grader, vilket är förhållanden som ställer andra krav på material

och återfyllnadsteknik. Utvecklingen av återfyllnad bör för svensk del ske i samverkan med länder med längre erfarenhet av området, och kan avse vidareutveckling av termisk grout, pumpbarhet, installation, frysningsbeständighet, temperaturpåverkan med mera. Det finns behov av en av branschen framtagen handledning för hur man går till väga vid återfyllnad av borrhål i svenska förhållanden, och i vilka situationer det krävs respektive bör undvikas.

Borrtekniken har hittills i stor utsträckning behovsanpassats av borrhålsbranschen utifrån de nya krav och behov som uppstått efter hand. Det finns idag mycket begränsade möjligheter till anslagsforskning och innovationsutveckling inom borrhåls-teknik, vilket är en brist. Sverige har i detta sammanhang flera världsledande företag som utvecklar och tillverkar borrhålsutrustningar. Det finns potential för vidareutveckling av borrhålsmetoder och -utrustning, riktad borrhålsborrning, rakhetsmätning och konsekvenser av krav på borrhålsborrningsprecision för att möta globala framtida krav och öka kostnadseffektiviteten.

Verktyg för simulering och dimensionering av borrhålssystem finns idag dels i form av värmepumpstillverkarnas egna individuella dimensioneringsverktyg för bergvärmesystem för villor med ett enstaka borrhål, dels i form av ett fåtal kommersiella dimensioneringsverktyg som kan hantera upp till flera hundratals borrhål i de vanligaste konfigurationerna. Utöver detta finns det begränsat med kommersiellt tillgängliga simuleringsstöd för mer komplexa borrhålssystem med fler frihetsgrader. Geoenergibranschens aktörer har påtalat intresse för kommersiellt tillgängliga och hanterbara beräkningsverktyg för att optimera borrhålssystem och som tar hänsyn till systemet såväl ovan som under mark, och som även klarar av att hantera både korta och långa tidsskalor utan att bli ohanterliga och tidskrävande för användaren.

Specifika insatser för grundvattensystem (akvifersystem)

Geoenergitekniken som nyttjar grundvatten är en mogen teknik med god utbyggnad och fortfarande stor utbyggnadspotential i vissa delar av Sverige. Vidare utbyggnad begränsas delvis av att det krävs djupgående tvärvetenskaplig expertkunskap för att



projektera denna typ av system i större skala än för enskilda småhus, och att antalet sådana experter är litet. Andra skäl till att utbyggnadstakten för denna teknik går långsamt är långa tillståndsprocesser. För att underlätta för vidare utbyggnad av marknaden för grundvattensystem har vi identifierat följande utvecklingsbehov:

Underhåll och övervakning av brunnsfunktioner och värmeväxlare har behov av utveckling. Det finns behov av att branschen tar fram och utvecklar instruktioner för underhåll indikationer för närrensningar behöver göras. Frågan är kopplad till styr och övervakning.

Vattenkemi är en viktig faktor för grundvattensystem. Riktlinjer för klassificering av grundvattnets benägenhet för utfällningar och i vissa fall korrosion behöver arbetas fram av branschen i samverkan med SGU.

Filterbrunnar är en viktig komponent i grundvattensystem. Metodik och riktlinjer för dimensionering och provtagning inför dimensionering av filterbrunnar, samt handledning för vilka kriterier

och tekniker som skall användas vid rehabilitering av filterbrunnar, finns idag till viss del men behöver utvecklas och spridas kunskapsmässigt.

Brunnsöverbyggnaders utformning under och över mark behöver utvecklas vidare. För undermarkskonstruktionerna skapar fukt problem med korrosion och skador, liksom inträngande vatten. Undermarkskonstruktionerna är också förknippade med hälsorisker för underhållspersonal eftersom giftig gas kan ansamlas i denna typ av överbyggnader. Övermarkskonstruktioner medför andra hänsyn i form av bland annat platsanspråk och avluftning.

ÖVRIGA PRIORITERADE INSATSER för geoenergins tekniker

Här har vi samlat de av branschen prioriterade utvecklingsområden som har mer generell karaktär i förhållande till geoenergins olika teknikformer.

Köldbärarfluider behöver vidareutvecklas avseende miljövänliga, icke-toxiska, brandokänsliga

och stabila köldbärarfluider med goda termiska egenskaper (viskositet, flampunkt m m). Här ingår även utveckling eller minimering av behovet av denatureringstillsatser för köldbärarfluiderna.

Miljöpåverkan från geoenergisystem behöver undersökas vidare avseende möjlig miljöpåverkan, i synnerhet för högttemperaturlager.

Markens egenskaper är av central betydelse för geoenergisystem och det finns behov av att vidareutveckla teknik och riktlinjer samt kalibrering av metoder för att kartlägga undermarkens egenskaper och förhållanden ur termiskt, hydrologiskt, kemiskt m m perspektiv för att åstadkomma så rättvisande och kostnadseffektiva förstudier och dimensioneringsunderlag som möjligt för geoenergisystem.

Reningsteknik i form av så kallad ”pump and treat” har potential att utvecklas för att tillvarata termiska resurser i förorenat vatten/mark, såsom till exempel i nedlagda gruvor. Förorenat vatten pumpas då upp, värmeväxlas för energiuttag, och renas för att sedan återföras till naturen i renat tillstånd. Tekniken har i begränsad skala testats i andra länder och det kan finnas potential för tekniken även i Sverige, till exempel då gammal hamn- och industri-mark omvandlas till bostadsområden.

Riskfonder som täcker vissa typer av kostnader när en icke välbeprövad teknik/komponent används i skarp installation första gången skulle vara ett sätt att stimulera innovation och teknikutveckling för geoenergin. Exempel på vad en sådan riskfond skulle kunna täcka är byte av en innovativ kollektor som visar sig gå sönder efter ett par år.

Övriga insatser av lägre prioritet

Utöver de ovanstående prioriterade utvecklingsområdena har branschen identifierat ytterligare några områden med utvecklingspotential.

Frysning av borrhål är ett sällsynt fenomen som dock får allvarliga konsekvenser för geoenergisystemet. Det finns visst arbete gjort på LTU, men det finns fortfarande obesvarade frågor kring detta. Studier är önskvärt med undersökning av risker och processer vid frysning av borrhål avseende effekter på kollektor, återfyllnad och värmepumpsdrift m m.

Energipålar används och utvecklas framförallt i Tyskland, Schweiz, Storbritannien och USA där tekniken har expanderat det senaste decenniet. Det finns ett visst ökat intresse även i Sverige för denna möjlighet att nyttja en byggnads grundläggning för att ta ut värme och kyla. Tekniken är främst av intresse för större byggnader i vissa delar av landet där

pålning krävs, och i de flesta svenska tillämpningar är troligen borrhålslager trots allt mer kostnadseffektivt. Här finns ännu mycket kvar att utveckla i form av dimensioneringsprogram (för energipålar utgår dimensioneringen från grundläggningsbehovet), beräkningar och strategier för energiutbyte, driftstrategier, standardiserade komponenter och installationsteknik, styrning med mera.

Ytvattenkollektorer av kompaktare slag kan komma till användning som en energi- och kostnadseffektiv teknik i vissa tillämpningar i ytvatten nära områden. Det finns potential för innovativa kollektorlösningar för både stationära och mobila tillämpningar, utgående ifrån redan etablerad kunskap, och kan även utgöra en del av framtida kombinationslösningar i energikluster.

Ytjordsystem och installationstekniker som kräver mindre markyta, för områden där jordlagrens mäktighet gör borrhålstekniken olönsam, är ett potentiellt utvecklingsområde. Viss sådan utveckling finns redan i andra länder, men det svenska klimatet kan kräva modifieringar och vidareutveckling.

Standing column well är en teknik som är ganska vanlig i Nordamerika, men som knappt tillämpas i Sverige. Det är ett öppet system med ett borrhål där grundvattnet pumpas upp ur brunnen, värmeväxlas och därefter återförs i toppen på samma brunn. Eftersom det är ett öppet system används ingen värmebärare annat än grundvattnet, och det går inte att sänka temperaturen på vattnet under noll grader. Det finns marknadspotential för tekniken även i Sverige, men kännedom om och erfarenhet av tekniken är låg hos branschen.

Grop- och bergrumslager har på senare år tilldragit sig ökat intresse, framförallt från fjärrvärmebolag som ser en möjlighet till värmemagasin i bergrumslager. För att bergrumslager ska bli ett kostnadseffektivt alternativ krävs utveckling av teknik för skapandet av bergrummet, samt effektiva lösningar för lagrings- och uttagsstrategi. Det behövs även vidare studier av temperatureffekter och strömningsförhållanden i och kring bergrummen.



Geotermi

Geotermi, eller djupgeotermi, är ett specialfall av geoenergi, där man till skillnad från övrig geoenergi nyttjar värme från radioaktiva sönderfall i jordskorpan och värme från jordens inre för produktion av värme eller el. På vissa ställen i världen, företrädesvis tektoniskt aktiva områden, kan man på detta sett utvinna höga temperaturer för direkt värmeanvändning eller kraftproduktion.

Djupgeotermi existerar inte i Sverige i egentlig mening. Den anläggning som närmast kan betraktas som geotermisk är Krafteringens anläggning i Lund som är en stor anläggning, byggd i mitten av 1980-talet, kopplad till fjärrvärmenätet. Där pumpas tjugogradigt vatten upp från cirka 800 m djup och används som värmekälla till värmepumpar åt fjärrvärmen.

I Sverige har geotermi begränsad potential på grund av att landets geologi till övervägande del består av mycket gammalt kristallint urberg med en temperaturökning (termisk gradient) på 1-2°C per hundra meter. Det betyder att man behöver borra 5 km för att nå tillräckliga temperaturer för geotermisk utvinning. Störst potential finns i de delar av Sverige (sydvästra) som har sedimentär berggrund, vilket utgör uppskattningsvis 3% av landets yta. Hittills har tillgänglig borrhäls teknik och ekonomi i Sverige inte skapat förutsättningar för utbyggnad av geotermi, men med ändrade ekonomiska och tekniska förutsättningar kan viss framtida utbyggnad komma att bli aktuellt. De termiska och geologiska förutsättningarna kommer dock inte att ändras.

Strategiska mål för geotermi

Det finns god och dokumenterad kunskap om Sveriges berggrund och sprickzoner, och de provborrningar som gjorts i Skåne, Birka och kring Siljan har än så länge inte givit indikationer på lönsamhet. I den mån nya tekniska och ekonomiska förutsättningar kommer att förändra denna bild i framtiden kommer med säkerhet den svenska användningen av djupgeotermi att begränsas till relativt lågtempererad värme för fjärrvärmenät.

Trots den begränsade potentialen har vi i denna innovationsagenda identifierat några områden där det är motiverat att satsa resurser på geotermi för att ta vara på och utveckla befintlig kunskap och ur detta kunna möta förändrade förutsättningar i framtiden där geotermi kan bli en del i ett förnybart energisystem.

PRIORITERADE INSATSER för geotermi

Befintlig forskningsanläggning vid Äspölaboratoriet (undermarkslaboratorium) är en värdefull resurs för såväl nationella som internationella studier och tester, bland annat kring grundvattenflöden, geokemi, sprickor och uppspräckning av berg med ny teknik. De studier som tidigare gjorts på anläggningen åt SKB skulle vara betjänta av att tas tillvara och tillgängliggöras och bearbetas för kunskapsutveckling inom både geotermi och övrig geoenergi.

Borrteknik och annan teknik för att nå geotermiska resurser är nyckelområden för att öka geotermis potential i samhället. Att satsa på borrar-teknisk utveckling och högtemperatur-lager i första hand och utifrån dessa resultat är ett kostnadseffektivt sätt att i förlängningen se om det finns möjligheter att få ekonomi med dessa metoder även för geotermisk borrning. Det är i detta

sammanhang angeläget att presentera en up-to-date kostnadsanalys för modern hammarborrnings-teknik, och för borrning av en serie borrhål till 1 000-1 500 m djup i det svenska urberget. Potential kan finnas för kluster av borrningar till dessa djup för uppvärmning av gruppbebyggelse och liknande. Utveckling av tekniker för att nå geotermiska resurser och som inte innebär borrning kan vara intressant.

Storskaliga värmepumpar som arbetar vid de temperaturnivåer som är aktuella för geotermiska anläggningar har behov av utveckling.

Prospektering och potentialbedömning, framförallt om de regionala större sprick- och krosszonerna i Sverige (Protoginzonen m.fl.), behöver inhämtas genom forskningsinsatser, bland annat gällande kunskap om vattenföring.

Metodik för rekonditionering och inspektion av geotermiska brunnars kondition samt forskning och utveckling kring igensättning, utfällning och korrosion är viktiga insatser för geotermi i Sverige.

Värmeväxlare och annan utrustning behöver utvecklas och testas. De mycket långa tub- och rörvärmeväxlare som kan användas behöver testas till djup om 1000 m eller mer.