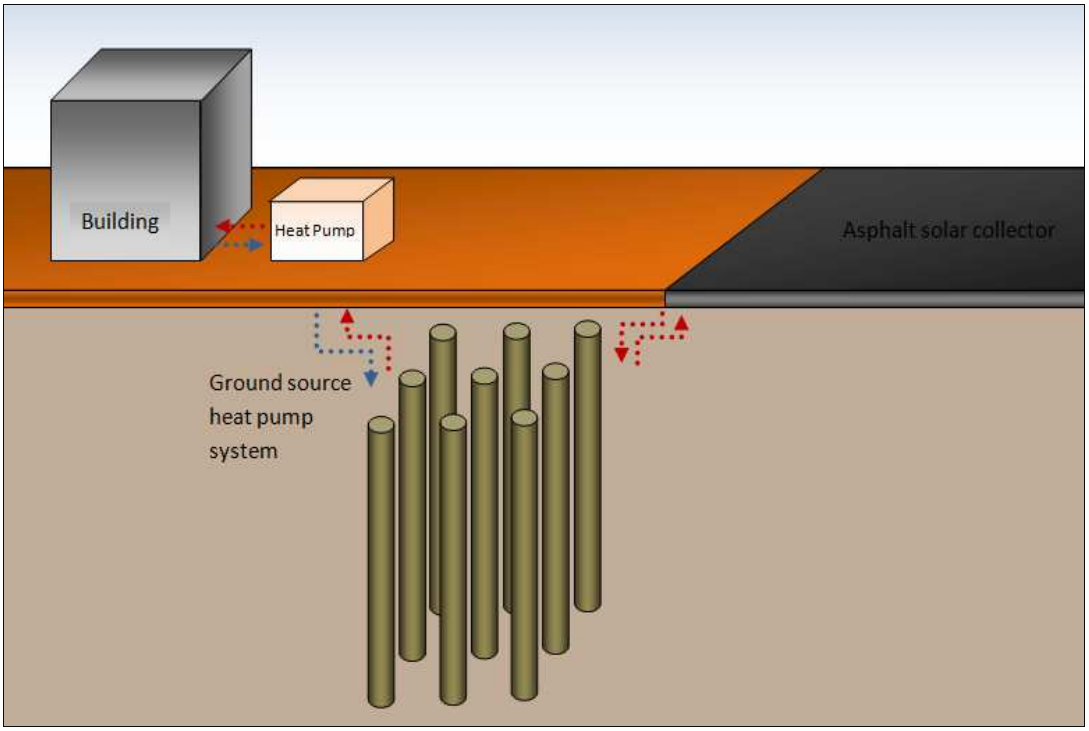
Asfaltsytor som solfångare

I detta projekt har ett system med asfaltsytor som solfångare kopplat till borrhålslager i berg designats och utvärderats med avseende på ekonomi och miljövinst. Den värme som genereras av asfaltsytorna under sommarhalvåret säsongslagras i borrhålslagret och används sedan för att värma upp intilliggande byggnader under vinterhalvåret.

Bakgrund

NCC är intresserade av att undersöka alternativa lösningar till uppvärmning av byggnader där förnybar energi används istället för fossila bränslen. En förnybar energikälla är solenergi. För att använda solenergi till uppvärmning behöver energin överföras på något sätt. Den vanligaste metoden idag är att använda solfångare för att t.ex. värma upp tappvarmvatten.

Ett alternativ till konventionella solfångare kan vara att använda outnyttjade ”gratisytor” av asfalt som solfångare, till exempel parkeringsplatser. Värmen i asfaltsytan fångas upp under sommarhalvåret med hjälp av vätskefyllda rör i asfalten. Den uppvärmda vätskan i rören leds ner och avger värmen i ett borrhålslager. Där lagras värmen och kan sedan användas för uppvärmning av närliggande byggnader under vinterhalvåret med hjälp av en värmepump. Systemet illustreras i Figur 1.



Figur 1. Illustration av ett system med asfaltsolfångare-borrhålslager-värmepump för uppvärmning av byggnader.

Det finns tidigare studier gjorda på hur asfaltsytor kan användas för att omvandla solvärme till “användbar” värme, bland annat i Holland, USA och Storbritannien. Dessa projekt har mestadels varit på forskningsnivå. I ett projekt har man uppfört en testanläggning där man utvärderade infångning av solvärme i en asfaltsyta sommartid och säsongslagring i ett lokalt värmelager för uppvärmning av själva asfaltsytan vintertid, med goda resultat.

Ett verkligt NCC-projekt användes som fallstudie för detta projekt; Fågelsten i Lindome utanför Göteborg.

I Fågelsten uppförs tre flerbostadshus om fyra våningar med tre lägenheter per våning, sammanlagt 36 lägenheter. Dessutom byggs tre förrådsbyggnader. I projektet beräknades den asfaltsyta samt borrhålslagerkapacitet som krävs för att täcka bostädernas energibehov (uppvärmning samt tappvarmvatten). Det totala energibehovet för hela området har beräknats av NCC Teknik tidigare och uppgår till 120 MWh per år.

Syfte

Syftet med projektet var att utvärdera systemet infångning av solvärme med asfaltsytor sommartid kopplat till säsongslagring i borrhål i berg och användning av värmen i byggnader vintertid med hjälp av en värmepump. Utvärderingen gjordes med avseende på ekonomi och beräknad miljövinst jämfört med två andra uppvärmningsalternativ; fjärrvärme samt en mer traditionell bergvärmepumpanläggning. Energibehovet för bostadsområdet Fågelsten användes som utgångspunkt för dimensioneringen av asfaltsytan och borrhålslagret. Denna dimensionerade asfaltssolfångare och borrhålslager användes för utvärdering av systemet.

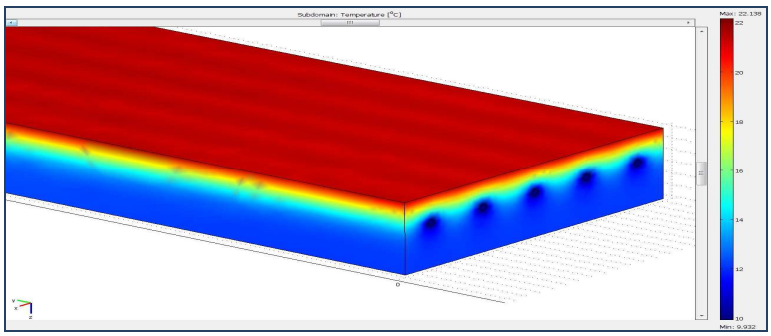
Genomförande

Projektet utfördes i form av ett examensarbete. Examensarbetet initierades av NCC Teknik i Göteborg och genomfördes på Institutionen för energi och miljö, avdelningen för installationsteknik, på Chalmers. Arbetet utfördes av Eleftherios Zacharakis och Nicolas Siebert med handledning av Jan-Olof Dalenbäck på Chalmers och Kristine Ek på NCC Teknik. Projektet finansierades av SBUF.

Metod

Systemet utvärderades genom att ta fram en områdesspecifik design av systemet och beräkna kostnader och miljövinst för att värma upp byggnaderna med detta designade system jämfört med fjärrvärme respektive en vanlig markvärmepump.

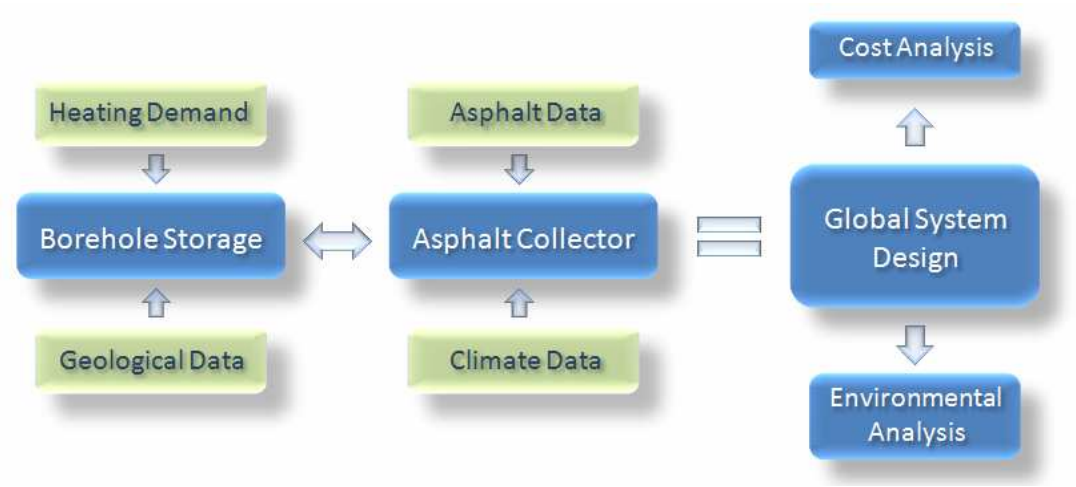
För att utföra beräkningarna krävdes indata om byggnadernas energibehov, geologisk data och klimatdata samt information om asfaltens sammansättning och parkeringsytans uppbyggnad i Fågelsten. Systemet delades upp i två delar för att förenkla simuleringarna: värmeupptaget i asfaltsytan och värmelagringen i borrhålslagret inklusive värmepumpen. För att köra simuleringar av värmeupptaget i asfaltsytan användes programmet COMSOL Multiphysics. Ett exempel på en simulering av asfaltsytans temperatur visas i Figur 2.



Figur 2. Simulering av asfaltsytans temperatur i COMSOL.

Markvärmepumpen och borrhålslagret simulerades med hjälp av programmet Earth Energy Designer 3 (EED3). Eftersom två olika program användes separat från varandra, krävdes flera simuleringar för varje designalternativ för att komma fram till en matchande värmetillförsel från asfaltsytan till borrhålslagret och värmeuttag från borrhålslagret via värmepumpen.

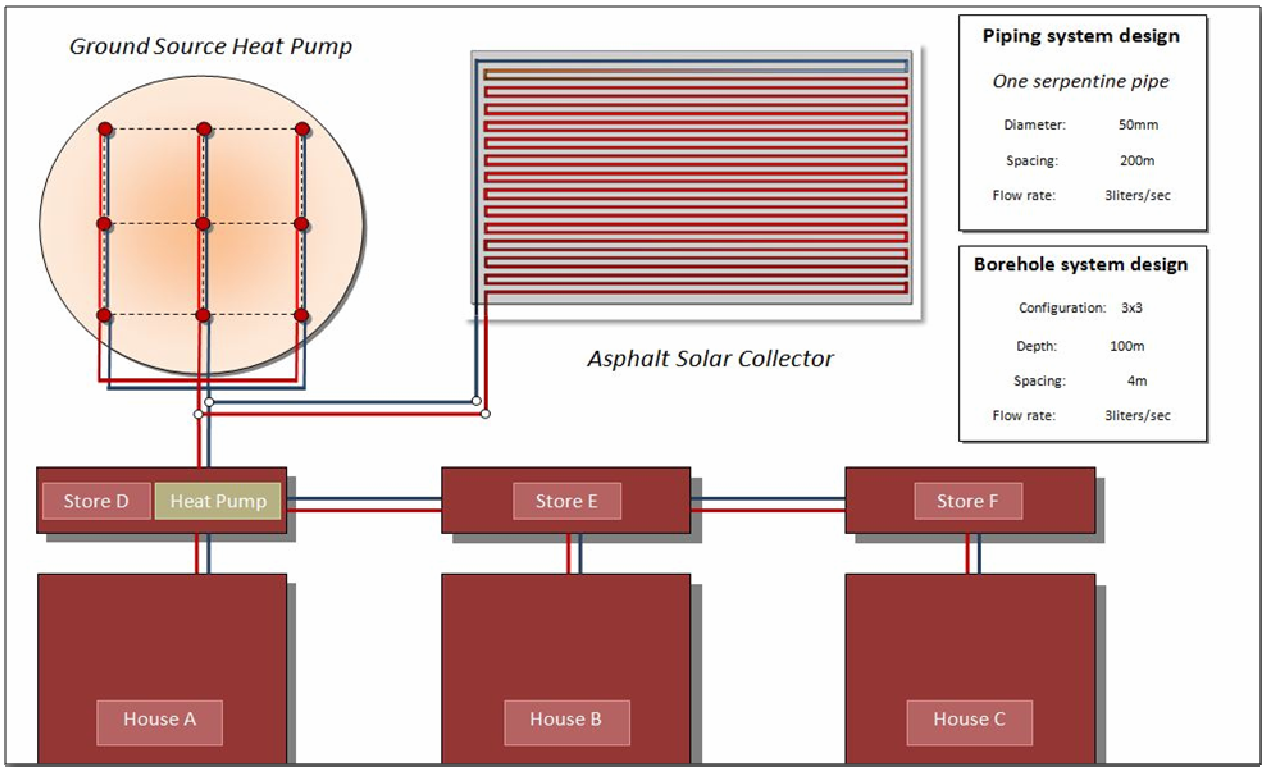
Arbetsmetodiken gick ut på att pröva olika designalternativ för borrhålslagret och olika värmeuttag från asfaltsytan. Dessutom simulerades olika alternativ för asfaltsytans uppbyggnad (dvs. placering av rör, flöde i rör och asfaltens sammansättning). Arbetsmetodiken illustreras i Figur 3.



Figur 3. Arbetsmetodik vid framtagande av systemdesign samt vid utvärdering av systemet.

Resultat och slutsatser

Den föreslagna systemdesignen av asfaltsytan och borrhålslagret för att täcka energibehovet för uppvärmning och tappvarmvatten i Fågelsten illustreras i Figur 4. ”House A-C” är flerbostadshusen och ”store D-F” är förrådsbyggnaderna. Värmepumpen placeras i en av förrådsbyggnaderna.



Figur 4. Föreslagen design av systemet asfaltsyta-borrhålslager-värmepump.

Ytan på asfaltsolfångaren blev totalt 40x18 m (720 m^2) i det föreslagna systemet. Rören i asfalten läggs då som en slinga på 3200 m. Borrhålslagret består av 9 hål om 100 m djup vardera. Asfaltsolfångaren behöver vara i drift under 4 månader sommartid för att tillräckligt med värme ska genereras till borrhålslagret. Genom att använda asfaltsolfångaren ökas verkningsgraden för värmepumpen i det aktuella fallet från 3.38 till 3.91. Det beror på att temperaturen på vätskan i borrhålslagret blir högre än i en vanlig bergvärmeanläggning, vilket betyder att pumpen inte behöver lyfta temperaturen lika högt och därmed ökar effektiviteten.

Det föreslagna systemet jämfördes med uppvärmningsalternativen fjärrvärme samt en vanlig bergvärmepumpanläggning. Jämförelsen gjordes med avseende på kostnader samt miljöbelastning för de olika alternativen för det aktuella energibehovet om 120 MWh per år.

Kostnadsberäkningarna är osäkra på grund av att installationskostnaden för asfalt-solfångaren är osäker, då säkra uppgifter på denna inte finns att tillgå eftersom det är ett nytt system. Installationskostnaden uppskattades till mellan 50 och 200 kr/m^2, vilket innebär att systemet både kan vara det dyraste och det billigaste alternativet för Fågelsten. Återbetalnings-tiden är osäker men ligger mellan 10 och 16 år. Installationskostnaderna bör utvärderas mer ingående, till exempel genom att uppföra en pilotanläggning.

Ur miljösynpunkt blir utsläppet av koldioxid från det designade systemet något mindre än utsläppet från en vanlig bergvärmepumpanläggning. Jämfört med fjärrvärme blir utsläppet av koldioxid 67% lägre med det föreslagna systemet och 65% lägre med en vanlig bergvärme-värmepumpanläggning. Detta beror på att värmetillskottet från asfaltssolfångaren ökar effektiviteten på värmepumpen så att mindre el krävs för att driva pumpen.

Andra möjligheter med systemet är att använda det för att värma upp även själva vägytan vintertid, vilket minskar behovet av saltning och snöröjning genom att vägytan hålls fri från is. Dessutom kan systemet jämna ut temperaturvariationer i vägytan över året, vilket förlänger asfaltens hållbarhet. Det minskar också den s.k. “urban heat island”-effekten, dvs. att lufttemperaturen i städer blir högre än omgivande land bland annat p.g.a. att där finns många mörka ytor som genererar värme.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Jan-Olof Dalenbäck, Chalmers, Miljö och Energi, avdelningen för Installationsteknik, tel 031 – 772 1153, e-post: jan-olof.dalenback@chalmers.se

Kristine Ek, NCC Construction Sverige AB/NCC Teknik, tel 031-771 5148, e-post: kristine.ek@ncc.se

Litteratur:

• Siebert N och Zacharakis E (2010). Asphalt Solar Collector and Borehole Storage - Design study for a small residential building area. Rapport E2010:11, Chalmers Tekniska Högskola.

Internet:

www.chalmers.se

www.ncc.se