

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Värmegolv som effektreserv	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Underfloorheating as power reserve	
Universitet/högskola/företag Sustainable Innovation AB	Avdelning/institution Projekt
Adress Barnhusgatan 3 11123 Stockholm	
Namn på projektledare Joachim Lindborg	
Namn på ev övriga projektdeltagare Kaveh Paridari, Graham Matthew Turk, Lars Nordström, Jonas Bjurström, Fredrik Lindberg	
Nyckelord: 5-7 st Effekt smarta elnät aggregator smartahem	

Förord

Projektet har genomförts tillsammans med Sustainable innovation, KTH och warmup scandinavia. Medfinansiering har gjorts av warmup scandinavia och KTH har varit forskningspartner. Energimyndigheten har varit finansär med 50% av projekt medlen.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning/Bakgrund	3
Genomförande	4
Resultat	4
Diskussion.....	6
Publikationslista.....	7
Referenser, källor.....	7
Bilagor	8

Sammanfattning

Projektets målsättning var att ta reda på potentialen av att använda resistiva laster i elektriska värmegolv som en snabb reglerbar resurs i elnätet. Dels skulle projektet belägga potentialen och dels den praktiska genomförbarheten i fältförsök. Den initiala planen att gjuta golv för tester av avsvalling och energilagringens potential föll då det inte skulle ha tillfört någon direkt ny forskningshöjd till projektet. Vi såg dock litteraturstudien att detta redan var väl underbyggt i andra undersökningar.

Genom en omfördelning i budgeten valde projektet istället att köpa in faktisk styrutrustning och istället få en intresserad teknikgrupp att installera enheter i sina hem och verifiera dess användning och upplevd nytta i fält. Totalt installerades 40talet enheter hos teknikintresserade via facebook-gruppen smarta hem. (Svenska hemautomationsgruppen)

Fördelen vi såg i att använda oss av "riktiga" hem, var dels att det är kostsamt att bygga upp testbadrum, men även att tillföra alla externa faktorer som påverkar värmenivåerna i ett hem, samt att se om testpersonerna skulle uppleva någon komfortskillnad vid den aktuella "effektbesparingen", i vårt fall mellan 17:30-18:30.

Alla deltagare var mycket positiva till utrustningen och de initiala resultaten visade på en god användning och enkel installation för de inblandade. Tyvärr kunde vi inte extrahera mätdata från enheterna och därmed kunde vi inte korrelera mot utomhus temperatur för att kartlägga faktisk potential och korrelera detta mot användarnas reaktioner.

Vi ser dock fortsatt potential från detta projekt för ytterligare undersökningar. Det säljs idag nyinstallerat värmegolv motsvarande ca 120 MW per år på. Dessutom finns en befintlig installerad effekt på 580 MW. Andelen uppkopplade enheter i dessa installationer ökar kontinuerligt både via nyinstallationer och via renoveringar av befintligt bestånd, vår uppskattning är att det installeras ca 240 000 anläggningar varav de flesta idag kopplas upp.

Fortsättningen på projektet kommer bli ett pilot projekt inom den nya Vinnova testbädden "Live-In smartgrid" Där kommer vi med warmup's deltagande och flera aktörer kunna fortsätta arbetet med uppkopplad elektrisk golvvärme. Vi kommer kunna utföra fler installationer och utöka mängden försökspersoner som vi kan analysera närmare.

Summary

The objective of the project was to find out the potential of using resistive under floor heating loads as a fast-regulated resource in the electricity grid. In part, the project would determine the potential and verify the practical feasibility through field trials. The initial plan to make lab tests with different concrete floors for measuring cooling times and energy storage potential fell as it would not have contributed to any new knowledge and research gains. We saw in the literature study that this was already well covered in other research.

By reallocating the budget, the projects instead choose to purchase and install control equipment to an interested technology group in their private homes and verify its use and experience in field. In total, around 40 control devices were installed by technology-interested people in smart home Facebook group. (Swedish Home Automation Group)

The advantage we saw in using "real" homes was that it's very costly to build test bathrooms adding all external factors that affect the heating levels in a home, as well as seeing if the test subjects would experience any comfort difference at the current "Power saving", in our case between 17:30 and 18:30.

All participants were very positive to the control devices and the initial results showed a good use and easy installation for those involved. Unfortunately, we could not extract measurement data from the devices, and thus we could not correlate to outdoor temperature to map actual power potential and correlate this to users' reactions.

However, we still see potential from this project for further investigations. Today, new installed floor heating is sold, equivalent to approximately 120 MW per year. In addition, there is an existing installed base of 580 MW. The proportion of connected devices in these installations is continuously increasing both through new installations and through renovations, our estimate is that approximately 240,000 installations are done every year, most of which are currently being connected

The continuation of the project will be a pilot project in the new Vinnova test bed "Live-In smartgrid". Here we will with warmup's participation and other stakeholders be able to continue the work with electrical under floor heating. We will be able to perform more installations and by that expand the amount of usage profiles that we can analyse more closely.

Inledning/Bakgrund

Basen för detta projekt är den anstormande effektutmaningen i våra elnät där vi får allt fler larmrapporter om kapacitetsbrist både i viss mån på lokal nivå i distributions näten men främst på regional nivå vid inkoppling mot transmissionsnäten.

Efterfrågefleksibilitet av enheter som inte är direkt kopplade till våra beteenden är därför av yttersta vikt att utreda för att få dessa att hjälpa till när elnäten är ansträngda. T.ex saknas i uppsala trakten 80MW och i skåne ungefär samma runt 70MW.

Vår idé är baserad på att mer och mer av elbaserad golvvärme blir uppkopplad mot internet genom avancerade appar och kontroll logik om man kan få denna lokig att spela i takt med elnätets behov så skulle det kunna vara till avsevärd hjälp, men det är många små ssystem så det är svårt att uppskatta teknik och nytta.

Warmup finns i 70 länder och installerar elbaserad golvvärme över hela världen de är mycket intresserade av att kunna använda sina system på absolut bästa miljöprofil och att kunna minska effektbehovet leder till att man kan minska mängden kolbaserad elproduktion i många av de länder där warmup är aktiva.

Genomförande

Projektet genomfördes i huvudsak av Warmup i samarbete med KTH och Joachim Lindborg Sustainable innovation som projektledare.

Projektmedlemmar har varit:

Kaveh Paridari, Graham Matthew Turk, Lars Nordström KTH

Jonas Bjurström, Fredric Lindberg Warmup AB

Efter att den första analysen av annat publicerat material visade att det mesta redan var känt om energiinnehåll och avsvälningstider så gjordes hösten 2017 ett rejält omtag i projektet och man fokuserade sedan under sen höst 2017 och våren 2018 på att skapa ett fältförsök med uppkopplad golvvärme hos slutkunder istället för i labb miljö.

Projektet har haft fokus på att verifiera genomförbarheten och att verifiera installerad bas samt potential. Genomförbarheten har visat sig mycket god genom det arbete som gjorts med slutkunderna vi kan definitivt säga att på sikt kommer dessa system att vara standard i nya installationer och att de flesta kan enkelt byta ut sina befintliga och många gör redan det vid renoveringar däremot kommer det troligen inte bytas ut termostater enbart av skälet att man vill koppla upp dessa.

Vi har använt metoden att gå igenom omsättning för företagen i branschen för att förstå mängden el baserad golvvärme som nyinstalleras.

Resultat

En av de frågor som inledningsvis avsågs studeras var värmeavgången i värmegolv som utsätts för upprepade till och frånslag. Avsikten var att bygga upp enklare experimentella anläggningar med värmesystem och testa olika cykler på detta i avsikt att hitta en optimal kombination värme - användarkomfort - och elförbrukning. På grund av svårigheterna att skapa realistiska förhållande, dvs de som gäller i t.ex. badrum med avseende på avkylning etc

Beslutades efter en förstudie att istället fokusera studien på installerade anläggningar i drift. Den övergripande frågan är dels om energianvändningen kan minskas med cykling av inkopplingstider, och om frekvens i inkopplingsförloppet kan varieras för att på så vis uppnå effektminskning vid särskilda tidpunkter. Dessa typ av tester lämpar sig bäst i experimentell miljö, men på grund av de problem som nämnts ovan och begränsningar i tid och resurser valdes alltså lösningen att genomföra studierna på anläggningar i drift.

Efter beslutet att genomföra studien på anläggningar i drift identifierades ett antal pilotkunder med installerade värmesystem från Warmup genom facebook gruppen "Svenska hemautomationsgruppen" Svenska hemautomationsgruppen är ett forum på Facebook för personer med intresse i Iot(internet of things) . Fokus i

gruppen ligger på produkter som kan styras centralt via överordnade system, med stort fokus på Do It Yourself (DIY).

I och med bytet från en experimentell studie gavs nu möjligheten att studera fler anläggningar och via användarforumet engagerades ett fyrtiotal kunder som alla fick kontrollsystemet från Warmup men måste ordna med installation själva (kräver behörig elektriker). Vi jobbade med att hålla god spridning dels geografiskt men även med fastighetstyper, så som villor och lägenheter, kunderna fick en enhet var som skulle installeras i deras badrum, för att uppnå en så snarlik labbmiljö som möjligt.

Vi fick en stor spridning över Sverige bland annat Kiruna, Umeå, Sundsvall, Östersund, Falun, Mora, Gävle, Örebro, Västerås, Uppsala Stockholm, Flen, Norrköping, Linköping, Hjo, Göteborg, Borås, Varberg, Helsingborg samt Ystad.

Under februari 2018 installerades alla enheter hemma hos användare, Mestadels gjordes installationerna av slutanvändarna själva. Men det behövdes ett antal påtryckningar och utskick och direkta mail påminnelser för att alla skulle komma på plats. Vi har dock inte behövt några som helst platsbesök vilket vittnar om att detta är ganska mogna produkter. Endast 2 personer behövde direkt support

De engagerade kunderna får därmed antas vara engagerade "early-adopters", detta p.g.a. deras redan existerande engagemang i facebook gruppen. Konfigurationen av utrustningen gjordes innan installation och kunderna informerades om det försök de ingick i.

Enheterna konfigurerades för att slå av värmen vid en specifik tidpunkt (1730-1830), och ett antal mätpunkter - inom och utomhustemperatur specificerades. Dessutom var avsikten att samla in information om kunderna valt att slå av den automatiska styrningen eller ej. Syftet var att utreda om frånslaget var noterbart hos kunderna eller ej, dvs att identifiera om användarkomforten påverkats.

Kunderna uppskattade att delta här är några citat

"Kul att vara med och ha en uppkopplad termostat med wifi och möjligheten att använda internettjänsten iftt.com då marknadsutbudet länge saknat IoT-produkter som denna"

"Tack för att jag fick delta, kul att kunna importera i mitt befintliga styrsystem, samt att kunna läsa data på minutnivå på ett dygn"

Olyckligtvis visade det sig att det trots förkonfigurerade mätinsamlingsystem efter 3 månaders installationsperiod inte kunde lämna några mätserier. Det var alltså inte möjligt att veta vilka temperaturförhållanden som rådde under tiden, och inte heller om kunderna slagit från systemet eller ej. Sammanfattningsvis misslyckades mätningen och det gick inte att hämta ut någon värdefull information från systemet. Eftersom enheterna då redan var installerade hos kund, fanns inte heller förutsättningarna att genomföra en omkonfigurering inom ramen för projektet.

Det säljs idag elektrisk golvvärme för ca 550miljoner kronor per år om vi tittar på de stora tillverkarna Pentair Ebeco, Devi, Elektroimportören, Warmup, Kelvin sweden, NV thermal, m.fl. snitt priset är ca 2300kr och 5m² per installation detta leder till en nyinstallations grad av ca 240 000 anläggningar per år varje kvadrat meter är ca 100W vilket leder till

$(550\ 000\ 000/2300)*5*100W = 119565217W$ d.v.s. 120 MW per år. Dessutom finns en betydande befintlig installerad yta om 5 800 000 m² som ger en installerad effekt på 580 MW och drygt en miljon installationer. Andelen uppkopplade enheter i installationerna ökar fort, bara inom warmup kopplas de flesta nyinstallationerna upp.

Samhällskostnaden visade sig vara ett svårt mått att få fram, privat personer och företag investerar i detta främst från ett komfort perspektiv och det kommer istället att finnas incitament i det allt mer smarta elnäten som kommer leda till att dessa företag kommer att investera i dessa lösningar och därmed kommer samhällsnyttan kunna anses i princip gratis och tillföra en stor samhällsnytta

Om vi jämför värmegolven med storleken på Sveriges behov av effektreserv under 2017-2018 med så behövdes det 747MW i effektreserven. Med aktiva golv hade vi kunnat ta bort stora delar av denna och med verifierat faktiskt användande skulle vi vetat längden på delaktigheten men bara genom växla mellan hälften av enheterna åt gången skulle effekten uppgå till ca 300MW

Diskussion

Projektet har rönt uppmärksamhet och agerat som en ögonöppnare i flera forum för att det finns många resurser som kan hjälpa till i energisystemet. Det är en enkel och mycket simpel applikation kan det tyckas vid första anblicken men kan ge signifikant nytta när det är många enheter. Företaget Warmup's svenska del har även fått mycket uppmärksamhet internt inom företaget med internationellt besök från Warmup PLC centralt, man har kontor i över 70 länder. Warmup PLC har med starkt intresse gått in i projektet för att kunna lära och stötta beteendeförändring inom energikonsumtion, och för att utröna vilka drivkrafter den enskilde konsumenten har, och vilka krav och intressen som leverantörer och industrin har, och kunna möte dessa i bra produktplattformar.

Warmup har i dag i test i England, mellanlagring (batterier), som en del i idén runt passivhus/slutna system. Detta projekt passar med dessa produktvisioner, där mellanlagring kan vara ett sätt att överbrygga smartgrid. Warmup har till avsikt att fördjupa och investera mer i smartgrid projekt för att kunna vara en attraktiv produktleverantör i framtiden”

Genom intresset har vi tagit detta vidare till testbädden live-in smartgrid där ett utökat test skulle ge möjlighet att enas och hitta en öppen standard för hur dessa uppkopplade värmegolv skulle kunna aktiveras i energisystemet. De befintliga kunderna kommer att kontaktas om att delta i den nya testbädden och möjligheten att delta i fortsättningen och Warmup kommer delta aktivt i testbäddsutvecklingen.

Uppskalat test med högre noggrannhet

Det stod tidigt klart att projektet har stort intresse men att den testade mängden enheter inte skulle räcka. En större testgrupp på 200-500 enheter skulle vara ideal, då datamängden blir större, samt en ny och mer avancerad metod för insamling och hantering av Datat, där upplösningen blir högre. Målet är att vid nästa test, mäta både effekt och temperatur med 60sekunders intervall under själva effektbefringsperioden vilket är nödvändigt för att kunna utvärdera potentialen tillräckligt noggrant.

Frekvens kontroll

Något som inte utretts i detta projekt är en möjlig vidareutveckling av värmegolven även som en resurs för frekvensreglering. Dett skulle man lösa genom att utrusta de enskilda enheterna med frekvensmätningstrustning. Den enskilda enheten kan då autonomt reglera av och påslag baserat på uppmätt frekvens. För enskilda enheter krävs någon form av intervall för att reglera normaldrift, extern effektkontroll så som vi gjort i projektet, respektive lokal frekvensstyrd drift. För att hantera situationer när ett större antal enheter är utrustade på detta sätt, kan antalet enheter som kopplas in eller från regleras med en slumpmässig starttid detta för att undvika att grupper av enheter orsakar för stora samtidiga utslag.

Att utveckla denna funktionalitet kan göras inom ett fortsatt forskningsprojekt masteruppsats, dels med en experimentell del där enheterna utvecklas, men också med systemstudier där ett större antal enheters påverkan på systemet analyseras. Framtiden

Publikationslista

Inga separata publikationer har gjorts baserat på detta projekt. Kaveh Paridari som doktorerar under december 2018 har varit aktiv genom hela projektet

Referenser, källor

Vattenfall elnät inför effekttariffer

<https://www.nyteknik.se/energi/vattenfall-ska-infora-effekttariffer-trangselkatt-for-elkunder-6941047>

Flexibla hushåll svenska kraftnät <https://www.svk.se/om-oss/organisation/forskning-och-utveckling/flexibla-hushall/>

Vinnova testbädd "Live-in smartgrid"

<https://www.sust.se/projekt/live-in-smartgrid/>

Svenska leverantörer undersökning av omsättning

<http://kelvin-sweden.se/golvvarme/varmekabel/> 19mkr omsättning

<https://www.nventthermal.se/application/for-commercial-and-residential-facilities/floor-heating/> 220Mkr omsättning de står för ca 45% av svensk marknad

Urval av uppkopplade termostater för golvvärme

<https://www.warmup.co.uk/thermostats/smart/4ie-underfloor-heating>

<http://www.raychemgolvvarme.se/produkter/termostater/raychem-senz-wifi>
<https://www.danfoss.com/en/products/floor-heating-ice-and-snow-melting/dhs/electric-underfloor-heating/electric-underfloor-heating-thermostats/>
<https://www.amazon.com/OJ-Microline-UWG4-Touchscreen-Thermostat/dp/B01FG9A96O>
<https://getconnected.honeywellhome.com/en/evohome>

Svenska kraftnäts effektreserv

<https://www.svk.se/aktorsportalen/elmarknad/information-om-reserver/effektreserv/>

Se också Litteraturstudie

Bilagor

- 1 Administrativ bilaga
- 2 Litteraturstudie
- 3 Produktblad 4ie smart wifi controller