Riktlinjer klara för att renovera småhusen till passivhus

För att kunna nå de nationella energieffektiviseringsmålen måste energianvändningen minska i det befintliga beståndet av byggnader. I många småhus behöver energianvändningen minst halveras, vilket kan innebära passivhusstandard. I Sverige har man hittills uppnått det i uppskattningsvis endast tre småhus. I detta projekt har forskarna tagit fram riktlinjer för att kunna genomföra passivhusrenoveringar i småhus – i stor skala.

Energismarta renoveringar av småhus

Småhus står för cirka 40 procent av energianvändningen för uppvärmning och varmvatten i den svenska byggsektorn. De flesta småhus som är byggda under perioden 1960–1980 har låg isoleringsnivå och de har sällan ventilation med värmeåtervinning. Dessutom är många av husen från 60- och 70-talet uppvärmda med el.

Många småhusägare med hus från denna period står i begrepp att renovera, men ytterst få planerar att göra stora energiåtgärder.

I detta projekt har forskarna haft som mål att utvärdera möjligheten att genomföra kostnadseffektiva renoveringar av småhus till passivhusnivå. De har också undersökt lokal förnybar energiproduktion och energilagring. De har dessutom tagit reda på vilka mervärden det ger vid en större renovering av detta slag, bland annat ökad termisk komfort och förbättrad fuktsäkerhet.

Stor energibesparingspotential

I detta projekt har forskarna utgått från genomförda pilotprojekt som drastiskt minskat energianvändningen i småhus. Baserat på dessa renoveringslösningar har forskarna undersökt hur stor energibesparingspotentialen är om man ska genomföra passivhusrenoveringar i småhus. Resultaten visade på en besparingspotential på över 65 procent i de utvärderade typhusen.

I studien genomfördes omfattande energisimuleringar och livscykelkostnadsanalyser för olika renoveringspaket och värmekällor.

Viktiga resultat

- Nu finns riktlinjer för att kunna genomföra passivhusrenoveringar i stor skala.
- Genom att genomföra energismarta renoveringar i småhus byggda på 1960- och 70-talet går det att spara stora mängder energi. Dessa åtgärder leder även till ökad termisk komfort och förbättrad fuktsäkerhet.
- Besparingspotentialen är drygt 65 procent i de typhus som utvärderats i denna studie.
- Genom att installera förnybar energi, som solceller, och kombinera det med batterier kan den årliga köpta energin minskas till noll. Detta är dock ännu inte lönsamt.
- Den enskilt mest kostnadseffektiva renoveringsåtgärden är att installera frånluftsvärmepump och den minst kostnadseffektiva åtgärden är att installera nya fönster. I hus värmda med direktverkande el är passivhusrenoveringen det mest kostnadseffektiva renoveringspaketet.

Riktlinjer för kostnadseffektiv renovering

Resultatet från livscykelkostnadsanalysen visar att en passivhusrenovering kan vara kostnadseffektiv, vid användning av vissa typer av värmekällor. Resultatet kan variera beroende på skillnaden i driftkostnad mellan de olika värmekällorna samt att energikraven för passivhus är olika om huset är eluppvärmt eller inte. Den mest kostnadseffektiva enskilda renoveringsåtgärden var att installera frånluftsvärmepump och den minst kostnadseffektiva åtgärden var att installera nya fönster. I hus värmda med direktverkande el är passivhusrenoveringen det mest kostnadseffektiva renoveringspaketet.

Forskarna har tagit fram underlag för direkt tillämpbara riktlinjer för att kunna genomföra passivhusrenoveringar i stor skala. Med livscykelkostnadsanalyser har forskarna visat att det, trots högre investeringskostnader, kan vara kostnadseffektivt att satsa på passivhusrenovering för energieffektivisering av småhus. Detta framförallt om husen är slitna och behöver renoveras. Ett sätt att öka lönsamheten vore att förbättra ROT-avdraget för denna typ av åtgärd.

Fullständig rapport
Rapporten ”Renovering av småhus till passivhus” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Tomas Ekström och Åke Blomsterberg.

Utförare
Lunds tekniska högskola.

Samfinansiärer
SBUF och NCC, med egen tid Linnéuniversitet, Skanska, Installatörsföretagen, BeSmå/WSP, RISE, TMF, Passivhuscentrum, White Arkitekter, Swedisol.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

Nya riskanalyser av fasadsystem ska minska fuktskador vid renovering

Många fastigheter, inte minst från miljonprogrammet, står inför omfattande renoveringsbehov. Det är dock avgörande att renoveringarna görs på ett hållbart sätt för att minska riskerna för bland annat fuktskador och att energieffektiviteten uppnås. Forskare på Chalmers och RISE har gjort omfattande fullskaleförsök och experiment av olika fasadsystem. Resultatet av studien ökar förutsättningarna för en korrekt riskbedömning av olika renoveringsmöjligheter.

Nya fasader minskar energianvändingen

Det finns en stor potential att genomföra energieffektiva åtgärder i miljonprogrammets fastigheter, inte minst i samband med omfattande renoveringar. Ett rationellt och ekonomiskt sätt att genomföra dessa renoveringar är att byta fasaderna.

Klimatanspassade fasader

Idag finns endast ett fåtal svenska aktörer på marknaden som tar fram systemlösningar för fasader och som kan leverera dessa till miljonprogrammets byggnader. Utländska aktörer kommer därmed sannolikt vilja lansera sina lösningar på den svenska marknaden. Förutsättningarna är dock annorlunda i Sverige jämfört med många andra länder, bland annat avseende konstruktioner, klimat och utförande. Det är därför mycket viktigt att det finns riskbedömningsverktyg för att kunna tillförlitliga analysera av nya fasader, men det är något som hittills har saknats.

Läckage - mer regel än undantag

I denna studie har forskarna utvecklat en beräkningsalgoritm som bygger på teoretisk och praktisk forskning och praktiska försök på fackmässigt utförda fasader med fasaddetaljer.

Viktiga resultat

- Att byta till nya fasader vid omfattande renovering är ofta ett rationellt och ekonomiskt sätt att göra fastigheten mer energieffektiv. Om det görs med fasader som inte är anpassade till det svenska klimatet finns risk för fuktskador och innemiljöproblem.
- De riskbedömningsverktyg för fasadsystem som hittills har funnit har byggts på grova antaganden. I detta projekt har man även genomfört laboratorietest på fasader i full skala och omfattande experiment, vilket ger ny och viktig kunskap.
- Det är mer regel än undantag att det läcker vid anslutningar mellan fasad och fasaddetaljer oberoende av fasadtyp, material, ventilerat eller oventilerat etc.
- Inläckage uppkommer vanligtvis punktvis och bör appliceras som punktbelastning i fuktberäkning särskilt om uppgifter om vattenspridning med mera saknas i vägg, annars kan fuktbelastningen bli underskattad.
- En ny beräkningsalgoritm har tagits fram.

Resultatet från studien visar att det är mer regel än undantag att det läcker vid anslutningar mellan fasad och fasaddetaljer oberoende av fasadtyp, material, ventilerat eller oventilerat etc. Dessutom visar studierna att betydande inläckage kan förväntas även i ytterst små och osynliga otätheter, vilket gör det svårt eller omöjligt att okulärt bedöma om montage av anslutningsdetaljer blivit täta. Vanligtvis uppkommer inläckage punktvis. Översiktligt handlar det om flödesmängder på 0,01-0,05 liter/minut för ett punktläckage, vilket motsvarar ungefär upptill 2 procent av vattenbelastningen per längdmeter fasad. Teoretiska modeller har tagits fram för beräkning av slagregnsinträngning genom små defekter i fasaden som ger ett stöd för en realistisk riskanalys.

Underlag för korrekt riskbedömning

Denna studie ger ökad kunskap om inträngning av regnvatten, vilket i sin tur ger bättre förutsättningar för en korrekt riskbedömning av alternativa renoveringsmöjligheter. I förlängningen bör det leda till en utveckling av bra tekniska lösningar, vilka är en förutsättning för energieffektivisering av den befintliga bebyggelsen.

Fullständig rapport
Rapporten ”Riskanalyser av innovativa fasadsystem för miljonprogrammet” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Carl-Eric Hagentoft och Lars Olsson

Utförare
Chalmers

Samfinansiärer
Energimyndigheten, SBUF (Svenska Byggbranschens utvecklingsfond) och RISE.
Weber (Saint Gobain Byggprodukter AB), STO Scandinavia AB, Paroc AB, Soleed Sweden AB.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

Resurssnålt byggande: så ställs kraven för minsta möjliga klimatpåverkan

Genomtänkt konstruktion och kloka materialval i ett tidigt skede gör det möjligt att minska nya byggnaders klimatpåverkan. Vid bygget av Brf Viva ställde Riksbyggen krav på betongrecepten. Vid uppföljningen av vad dessa upphandlingskriterier betytt i praktiken konstateras att de inneburit minskade koldioxidutsläpp. De nya kraven, som inte drivit upp kostnaderna, har dessutom tagits väl emot av branschens aktörer.

Krav på låg klimatpåverkan tidigt i processen

En ny byggnads klimatpåverkan styrs i betydande grad av de strategiska val som görs i programskedet. Genom att redan tidigt i byggprocessen ställa krav på exempelvis konstruktion och materialval kan byggets totala klimatpåverkan reduceras.

Väl framme vid upphandlingen gäller det att kraven inte är extremt kostnadsdrivande eller omöjliga att uppfylla. Istället för att skrämma bort anbudsgivarna gäller det att sporra dem till att förbättra sina produkter.

Krav som följs upp

Vid upphandlingen av betongstommen för flerbostadshuset Brf Viva i Göteborg hade Riksbyggen hållbarhetsfokus med krav på betongrecepten. I detta forskningsprojekt har kraven på bland klinkerandel och bindemedel i betongen samt återvunnet stål i armeringen följts upp.

Den livscykelanalys som genomfördes under programskedet har uppdaterats med data för den färdigupphandlade byggnaden. Att direkt jämföra klimatpåverkan mellan programskede och upphandlad byggnad försvåras dock av de stora förändringar som skett av huset med bland annat ett tillkommande våningsplan.

Viktiga resultat

- Vid upphandlingen av Brf Viva ställdes krav på att både prefabricerad och platsgjuten betong skulle ha låg klimatpåverkan.
- Den upphandlade konstruktionen har 30 procent lägre klimatpåverkan (per boarea räknat) än om traditionell betong och jungfruligt armeringsstål skulle ha använts vid husbygget.
- Hade de ursprungliga konstruktionsdetaljerna från programskedet använts för väggar och bjälklag hade klimatpåverkan blivit cirka 40 procent lägre.
- Fler betongtillverkare har under arbetet med Brf Viva fått upp ögonen för betongsorter med lägre klimatpåverkan, en produkttyp som väntas bli vanligare framöver.
- Inför upphandlingar är tipset att skaffa kunskap om påverkningsbara delar samt att dimensionera huset ”betongsnålt”, ha med de viktigaste aktörerna redan i projektförstudien och undvika långa transporter.
- Vid framtida kravställning kan och bör hänsyn även tas till konstruktionerna och dess materialmängder istället för att enbart, som i detta fall, ställa krav på betongrecepten.

Istället har en känslighetsanalys genomförts. För att få en inblick över hur branschen ser på de ställda kraven har intervjuer också gjorts med ett antal aktörer, både företag som deltagit i upphandlingen och sådana som inte lämnat anbud.

Livscykelperspektiv och klimatförändringar

I arbetet med att minska byggnaders klimatpåverkan är det viktigt att se till hela livscykeln – och då står brukstiden för en del av belastningen.
Byggnader som är tänkta att stå i hundra år kommer att utsättas för klimatförändringar. En del av detta projekt handlar om hur framtida klimat kan komma att förändra komfort och värmebehov i lägenheterna samt hur nya beräkningsstandarder påverkar energiprojekteringen.

Gjorda klimatsimuleringar visar att det av allt att döma finns lågenergilägenheter som redan vid dagens klimat har förhöjd temperatur inomhus under sommaren. Detta ställer krav på solavskärmning och vädringsmöjligheter.
Projektrapporten innehåller även ett resonemang kring känsligheten i beräkningarna och osäkerheter samt hur de kan behandlas.

Fullständig rapport
Rapporten ”Kriterier för resurssnålt byggande i praktiken” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Eva-Lotta Kurkinen, Nadia Al-Ayish, Karolina Brick, Anders Rönneblad, Birgit Brunklaus, Otto During och Oskar Larsson Ivanov.

Utförare
RISE Research Institutes of Sweden AB i samverkan med Lunds Tekniska Högskola, Riksbyggen och Cementa.

Samfinansiärer
Riksbyggen och Cementa.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Så förenas höga krav på dagsljus och energi

I nya fastigheter ställs ofta höga krav på dagsljusinsläpp och låg energianvändning. Dessa två krav kan vara svåra att förena. I en studie genomförd i Malmö har forskare utvecklat innovativa lösningar för att få både bra dagsljus och låg energianvändning i flerfamiljshus.

Krav på både dagsljus och energi

I certifieringssystemen Miljöbyggnad, LEED och BREEAM ställs krav på såväl dagsljus som energi. I takt med att allt fler fastigheter ska bli nära-nollenergibyggnader skärps dessutom energikraven ytterligare. Dessa energieffektiva byggnader kräver välisolerade, lufttäta fasader med små och mellanstora fönster med lite värmeförluster genom klimatskalet och bra utnyttjande av passiv solvärme. För att uppnå krav på dagsljus vill man däremot ha fönster som är mellanstora till stora och som släpper in tillräckligt med dagsljus.

Att förena dessa målsättningar kan vara mycket svårt för projektörer. Ofta leder det till att man bortser från dagsljusfaktorkriteriet och prioriterar energikraven, vilket kan påverka dem som vistas i huset på ett negativt sätt eftersom dagsljus är viktigt för välbefinnandet.

Olika stora fönster i olika rum

Den främsta målsättningen med detta projekt har varit att analysera och utveckla innovativa lösningar i bostäder för att både uppnå bra dagsljus och låg energianvändning. I projektet har det också ingått att validera ett energisimuleringsverktyg som används mycket i praktiken samt undersöka hur de boende uppfattar dagsljuset i lägenheterna. Fastigheten Greenhouse, som har ingått i studien, är ett flerfamiljshus som ägs av MKB Fastighets AB och är certifierat enligt Miljöbyggnad Guld och Passivhus Feby. Undersökningsmetoden är baserad på mätningar, avancerade ljus- och energisimuleringar samt frågeformulär till de boende. Simuleringarna visade på fördelarna med att ha större fönster i söderläge, mellanstora fönster i öster och

Viktiga resultat

- Genom att ha en mix av stora och mindre fönster och placera dem på ett sätt som tydligt tar hänsyn till dagsljus och passivsolvärme och kombinera detta med hög isolering kan både krav på dagsljus och energikraven uppnås. Det behövs då även utvändiga solskydd för att undvika att det blir för varmt under vår, sommar och höst.
- Inglasade balkonger har stor påverkan på insläppet av dagsljus. De bör därför placeras intill rum som inte behöver dagsljus som korridor och badrum. Det behövs ett helhetstänkande i planeringen.
- I fastigheten som undersöktes uppfylldes de högsta kraven på dagsljus. Trots det upplevde hälften av boende lägenheterna som inte speciellt ljusa, utan snarare neutrala eller mörka.
- Dagsljusfaktorn behöver kompletteras med ytterligare indikatorer som tar hänsyn till exempelvis direkt solljus, vilket innebär användande av dyamiska klimatbaserade dagsljusindikator, en metod som redan finns i LEED och BREEAM certifiering.
- Man skulle vinna mycket i flexibilitet och energibesparing om man hade olika krav i olika rum. Till exempel mindre krav på dagsljus i sovrum men högsta krav i köket där behovet för ljus är högst.

väster samt små fönster i norr. Det ger både bra ljusinsläpp och är bra energimässigt. Forskarna poängterar att det samtidigt är viktigt att man redan i designstadiet ritar in effektiva dvs. utvändiga solskydd för att inte bostäderna ska bli för varma.
Studien visar också att inglasade balkonger har stor påverkan på insläppet av dagsljus och minskade dagsljuset med minst 50 procent i angränsande rum. Man bör därför rita planlösningar där inglasade balkonger är intill rum som inte kräver dagsljus som exempelvis korridorer och badrum, istället för att placera dem direkt intill vardagsrummet eller matsalen.

Komplettera dagsljusfaktor med en solfaktor

Greenhouse har den högsta nivån av vad som krävs av dagsljus i bostäder enligt Miljöbyggnad Guld, men trots det ansåg hälften av boende att dagsljuset oftast var för dåligt för att utföra sysslor eller att det var för mörkt. Detta förvånade forskarna eftersom de upplevde att lägenheterna var ganska ljusa jämfört med äldre lägenheter. Forskarna menar därför att det är viktigt att man inte drar ner dagsljusfaktorkrav på grund av energikravet.
Vad gäller simuleringarna så ger de uppmätta värdena en rimlig noggrannhet. Detta var oväntat, med tanke på den stor mängd möjliga fel som kan ske av såväl simuleringar som mätningar. De få fall som inte visade hög korrelation mellan simuleringar och mätningar kunde förklaras av specifika omständigheter, som skugga från växter eller gardin i fönstret.

Fullständig rapport
Rapporten ”Innovative solutions for good daylighting and low energy use in multi-family dwellings: MKB Greenhouse, Malmö, Sweden” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Stephanie Jenny Angeraini, Iason Bournas, Marie-Claude Dubois, Ludvig Haav, Therese Levin MSc, Maha Shalaby

Utförare
Lunds universitet

Samfinansiärer
Energimyndigheten och ARQ stiftelse

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Ny metod för att mäta byggnaders värmeförluster: lägger grunden för bättre simuleringsmodeller

Inget program för energisimulering är bättre än de datormodeller som det bygger på. Dåligt validerade modeller och vaga kunskaper om bland annat värmeförluster via väggar och tak gör att byggnaders faktiska energianvändning inte sällan underskattas i beräkningsresultaten. Med värmekamera och enkla Sol-Air-Termometrar blir det som tidigare var rätt komplicerat, att uppskatta värmeflödet mellan byggnad och dess omgivning, betydligt enklare.

Energianvändning underskattas vid simulering

Åtgärder för energibesparing i byggnader bygger ofta på energisimulering med hjälp av datormodeller. Sådana simuleringar kan antingen ske i designfasen, alltså innan huset är byggt, eller inför olika typer av renoveringsinsatser.

Det har dessvärre visat sig att teoretiskt beräknade värden inte alltid stämmer överens med verkligheten. Faktisk energianvändning tenderar att underskattas. Uppmätt användning kan vara upp till 100 procent större än beräknat värde – och det finns flera orsaker till detta gap.

Mätningar ger underlag till precisa simuleringar

Med tanke på att bebyggelsen står för runt en tredjedel av den totala svenska energianvändningen finns det mycket att vinna på väl underbyggda och validerade beräkningsmodeller. Att skaffa sig en korrekt bild av värmeflödet från byggnaders ytterhölje är avgörande. Genom att fastställa värmeförlustens storlek blir simuleringarna mer träffsäkra, något som i sin tur är en förutsättning för att man ska kunna sätta in rätt effektiviseringsåtgärder.

Viktiga resultat

- Simulering av byggnaders värmeförluster via väggar och tak, något som numera regelmässigt görs när hus ska nybyggas eller renoveras, är avgörande för att välja rätt energieffektiviseringsåtgärder.
- De program som idag används vid datorsimulering tenderar dessvärre att underskatta den faktiska energianvändningen.
- Mätning av energiprestanda för byggnaders klimatskal gör det möjligt att vässa simuleringsprogrammen, göra energimodellerna mer träffsäkra och därmed förbättra beräkningsresultaten.
- Genom att med värmekamera läsa av temperatur från ytterväggar och enkla Sol-Air-Termometrar som är uppsatta på fasaden kan den värme som transporteras från byggnaden till dess omgivning mätas och beräknas.
- Projektgruppens metodik öppnar även för mätning av värmeflöde, validering av datormodeller för luftströmningsberäkningar samt förbättrad styrning och reglering av byggnaders värmesystem.

Ny kombinerad mätmetod

Detta forskningsprojekt, som pågått från år 2015 till och med 2017, har resulterat i en metodik för att mäta värmeövergångstalet (heat transfer coefficient) för värmetransport från byggnadens yta till dess omgivning. Byggt på upprepade utomhusmätningar presenteras en ny termografisk mätmetod där värmekamera kan användas i kombination med billiga så kallade Sol-Air-Termometrar (SAT). Rent praktiskt placeras SAT-sensorn, som i princip är en svartmålad metallplatta med ett isolerande underlag, på byggnadens yttervägg. Värmekameran läser beröringsfritt av SAT och ger samtidigt också en bild av husväggens yttertemperaturer. Med dessa temperaturdata, inlästa av värmekameran, kan värmeflödet beräknas.

Fortsatt utveckling av metoden

Projektet öppnar för fortsatt metodutveckling. SAT och värmekamera kan på sikt användas för att mäta även andra storheter som har med värmetransport att göra. Väggars värmegenomsläpplighet (U-värde) kan exempelvis kartläggas på detta sätt.

Fullständig rapport

Rapporten ”Ny metod för mätning av värmeförlust från byggnader” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare

Thomas Olofsson (projektledare) och Anders Ohlsson med viktiga bidrag från Ronny Östin och Staffan Grundberg.

Utförare

Institutionen för tillämpad fysik och elektronik vid Umeå universitet i samverkan med AB Bostaden i Umeå, Sveriges byggindustrier och Sweco.

Samfinansiärer

AB Bostaden

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Energisnåla hus – bra även för mobiler framöver

Det blir allt vanligare att mobiltelefoner fungerar dåligt eller inte alls i energitäta byggnader. I ett E2B2-projekt har forskare vid SP kartlagt detta problem. För att åstadkomma en bra inomhustäckning och bra miljö för trådlös kommunikation behöver det tas fram specifikationer för konstruktion och utrustning.

Energisnåla hus och mobiltäckning

I takt med att det byggs fler energieffektiva hus och att fler fastigheter energieffektiviseras blir det vanligare att människor upplever att deras mobiltelefoner fungerar dåligt i bostaden.

Rent juridiskt har alla rätt till en telefontjänst i sin fasta bostad, om det kan ordnas till rimlig kostnad. Detta för att bland annat kunna nå larmnumret 112. Skrivningarna är teknikneutrala, så boende har ingen laglig rätt att kräva att just mobiltelefonin ska fungera. Men med tanke på att allt fler överger sin fasta telefon till förmån för enbart en mobiltelefon blir det allt viktigare att mobiltelefonen fungerar, även i energitäta hus.

Täta material

Det som gör att mobiltelefoner fungerar sämre i vissa fastigheter, beror på byggnadens konstruktion och material. Förenklat kan man säga att radiovågorna lättare tar sig igenom lättare material som exempelvis mineralull och tätskikt i plast, men har svårare i tunga material som betong och metall. Exempelvis läggs alltid mycket tunna metalliska skikt på fönsterglas för att förbättra energiegenskaperna. Det gör det svårare för radiovågor att ta sig igenom.

I denna studie har man under sex månader studerat problematiken kring mobiltäckning inomhus i kombination med energieffektiva byggnader. Studien omfattar intervjuer med boende, litteraturstudie, mätningar i fastigheter samt numeriska simuleringar.

De intervjuade i studien bor i Norra Djurgårdsstaden i Stockholm. Resultatet visade att många boende hade problem med inomhustäckningen, men SP kunde inte göra en

Viktiga resultat

- Energisnåla hus innebär ofta dålig mobiltäckning. Det beror på att radiovågorna inte når fram genom vissa konstruktioner och material.
- Hus med ytterväggar av betong och moderna fönster har dålig mobiltäckning oberoende av hur bra isolering de har. Samtidigt tar sig radiovågorna in i ett trähus med tjock isolering.
- I energitäta hus används alltid ett metalliskt skikt på fönsterglasen. Det är bra ur energisynpunkt, men det gör svårare för radiovågorna att ta sig igenom.
- De enkla beräkningar som utförts i projektet visar att det är fullt möjligt att få en uppfattning om inomhustäckning redan vid konstruktion av fastigheten.
- Studien har gett en grund för att skapa en metodik som kan värdera inomhustäckning.

tydlig koppling till energieffektiva byggnader eller passivhus.

Vad gäller litteraturstudier finns det många publicerade artiklar och rapporter om problem med mobiltäckning i byggnader, men få vad gäller energieffektiva byggnader. Det man dock kunnat se i dessa studier är att energifönster pekas ut som en möjlig förklaring till dålig inomhustäckning.

Förbättrad mobiltäckning

Mätningarna genomfördes i fyra fastigheter och de uppmätta dämpningsvärdena i dessa fastigheter stämmer väl överens med resultaten som framkom av litteraturstudien.

Slutligen så har man i studien genomfört numerisk simulering för ett förenklat fall. Resultateten visar att det skulle var fullt möjligt att förutsäga inomhustäckning i en fastighet under förutsättningen att rätt typ av indata är tillgänglig för byggnaden och dess omgivning. Viss indata är tillgängligt redan idag, men enligt forskarna finns det behov av att komplettera med data för moderna byggkomponenter som bland annat energifönster.

Projektet har benat ut en rad frågeställningar och också gett en grund för att skapa en metodik som kan värdera inomhustäckning.

Fullständig rapport
Rapporten ”Mobiltäckning i energieffektiva hus” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se

Rapportens författare
Jan Carlsson (projektledare) och Jan Welinder

Utförare
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Samfinansiärer
Kingspan, PTS Post- och telestyrelsen, SABO AB, Telenor Sverige AB, Veidekke Entreprenad AB, IKKAB, HSB Living Lab Göteborg AB, Sveriges Kommuner och Landsting, Fastighetsägarna Service Stockholm AB, Stockholms stad, NCC AB och Hi3G Access AB

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Nytt storskaligt koncept för energieffektiv renovering

Många fastigheter – inte minst från miljonprogrammet – är i behov av renovering. Vid en sådan renovering är det ett utmärkt tillfälle att även energieffektivisera fastigheterna, men idag finns det få utprövade lösningar för en omfattade kostnadseffektiv energirenovering av flerbostadshus. I denna förstudie har forskare, vid Lunds universitet tillsammans med NCC, utvecklat ett storskaligt kostnadseffektivt koncept för energieffektiv renovering, som är baserat på ett prefabricerat, multiaktivt fasadelement.

Behov av kostnadseffektivt koncept

För att kunna uppfylla de svenska energi- och klimatmålen för åren 2020 och 2050 måste det befintliga byggnadsbeståndet bli mer energieffektivt. Byggnaderna från miljonprogrammet är i många fall i behov av renovering och där finns dessutom stora energivinster att göra. Problemet är att det hittills inte har funnits någon utprövad kostnadseffektiv lösning för att genomföra omfattande renoveringar med fokus på energi i flerbostadshus.

Syftet med projektet har varit att ta fram ett koncept vid energirenoveringar av svenska flerbostadshus som ska ge förbättrad värmeisolering, ventilation med värmeåtervinning samt värme- och elproduktion från solenergi. Konceptet bygger på prefabricerade multiaktiva fasadelement. Att renovera med prefabricerade fasadelement ger en kort byggtid och de boende behöver inte flytta under renoveringen i och med att arbetet huvudsakligen utförs utomhus. Projekt har också haft som målsättning att uppnå tre energinivåer, krav för: nybyggnation, passivhus och nollenergihus.

Multiaktiv fasadlösning och ytterligare åtgärd

Forskarna har genomfört en teknikkartläggning och utvärderat befintliga multiaktiva fasadkoncept för renovering av flerbostadshus i Europa. Dessa studier visade att det inte räcker att enbart använda den prefabricerade tilläggsisoleringen som ingår i en multiaktiv fasadlösning för att uppfylla BBR:s krav på genomsnittlig värmegenomgångskoefficient Um och specifik energianvändning.

Viktiga resultat

- Det finns behov av ett utprövat och kostnadseffektivt koncept för omfattande energirenovering av flerbostadshus i Sverige. I projektet har man studerat ett koncept för renovering av svenska flerbostadshus baserat på ett prefabricerat, multiaktivt fasadelement. Resultatet visar att den prefabricerade tilläggsisolering med tilluftskanaler som ingår i denna fasadlösning inte räcker till för att uppfylla BBR:s energikrav på nybyggnad.
- För att uppnå nybyggnationskraven enligt BBR24:s energikrav måste man, utöver en multiaktiv fasadlösning, tilläggsisolera taket, byta till lågenergifönster samt installera värmeåtervinning på ventilationen.
- Två olika typer av fastigheter har studerats och en förutsättning för att få ekonomi i renoveringar med multiaktiva fasader är att det finns ett grundläggande renoveringsbehov.
- Renoveringarna i skivhuset med nio våningar var ekonomiskt fördelaktiga, medan de i lamellhuset med tre våningar var mer tveksamma. De ekonomiska beräkningarna är dock känsliga för vilka kostnader och åtgärder som ingår i renoveringen samt vilka antaganden man gör om gällande räntor och prisutveckling.

Om man vill minska transmissionsförlusterna behöver man göra ytterligare energiåtgärder som exempelvis ny takisolering, byta till nya lågenergidörrar och lågenergifönster. Det går att spara ytterligare energi om man installerar värmeåtervinning på ventilationen.

Ett åtgärdspaket kan få ekonomin att gå ihop

Den mest lönsamma renoveringslösningen för svenska förhållanden kan vara ett åtgärdspaket med en multiaktiv fasadlösning där man integrerar tilluftskanaler i en prefabricerad tilläggsisolering, tilläggsisolerar taket, samt att de befintliga frånluftskanalerna förbättras och att värme återvinns i ett centralt ventilationsaggregat. Om värmeåtervinning förbättras kan passivhuskraven uppfyllas. Om man dessutom installerar solceller på fasad och tak kan kraven för nollenergihus uppfyllas.

En åtgärd som är vanlig vid renoveringar är att glasa in balkonger. Det ger den boende fördelen att kunna använda ett uterum stora delar av året. Ur energisynpunkt är det däremot inte en optimal lösning. I projektet studerades inglasade balkonger tillsammans med en multiaktiv fasad. Det gav en något sämre energibesparing än enbart den multiaktiva fasaden. Det innebär en högre investering och sämre lönsamhet. Det finns dessutom en risk för att energianvändningen ökar genom att den boende låter balkongdörren vara öppen till uterummet under uppvärmningssäsongen.
Forskarna i projektet vill gå vidare i ett nytt projekt och demonstrera ett multiaktivt fasadkoncept i fullskala, med vetenskaplig utvärdering.

Fullständig rapport
Rapporten ”Prefabricerade fasadelement för renovering” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se.

Rapportens författare
Åke Blomsterberg (projektledare), Stephen Burke och Rikard Sundling

Utförare
Lunds tekniska högskola

Samfinansiärer
SBUF och NCC, samt med egen tid Solkompaniet, Passivhuscentrum, NIBE Industrier, Elementum Eco, Paroc, Landskronahem, SmartFront och FläktWoods

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2s första programperiod pågår mellan åren 2013–2017 som ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

Superisolerande material kan spara stora mängder energi

För att minska energianvändningen för uppvärmning av byggnader behöver värmeförluster via klimatskalet minska rejält. Här kan så kallade superisoleringsmaterial bli en viktig komponent. Svenska forskare har ingått i ett stort internationellt forskningsprojekt kring superisoleringsmaterial (SIM). En slutsats är att värmeförluster genom byggnadens klimatskal kan reduceras med 50 till 80 procent om tjockleken på SIM är i samma storleksordning som de konventionella isoleringsmaterialen.

Superisoleringsmaterial för bättre klimatskal

För att ett material ska räknas som superisolerande ska det ha en värmekonduktivitet som är lägre än cirka 25 mW/(m·K). De vanligaste superisolerande materialen är avancerade porösa isoleringsmaterial och vakuumpanelisolering. Superisoleringsmaterial finns redan på marknaden idag och används inom bland annat organtransporter, i flygplan och kylskåp, men i väldigt liten omfattning i byggnader. För att kunna användas i byggnader behövs bland annat riktlinjer för en säker installation, standarder samt en ökad kunskap hos användarna.

Ökad kunskap och standard

I en rad länder pågår forskning kring superisoleringsmaterial och i slutet av 2014 initierades ett samarbete av International Energy Agency (IEA) för att samla och analysera den tillgängliga informationen om superisoleringsmaterial. Det svenska deltagandet har representerats av Chalmers och KTH.

Projektet har pågått till slutet av 2017. Viktiga delar har varit att synliggöra utvecklingsarbetet för tillämpningar inom byggsektorn, utveckla experimentella och numeriska verktyg för att tillhandahålla tillförlitliga data om egenskaper och hållbarhet för slutanvändarna av SIM, skriva riktlinjer för en säker installation, stödja standardiserings- och bedömningsförfaranden samt förbättra kunskapen och

Viktiga resultat

- Superisoleringsmaterial kan bli en viktig kompentent för energieffektivare klimatskal i byggnader.
- För att superisoleringsmaterial ska få genomslag krävs bland annat en ökad kunskap hos arkitekter och konstruktörer om användning av SIM samt att det finns standarder.
- Superisoleringsmaterial är dyrare än konventionella isoleringsmaterial. Tillverkaren av SIM hoppas kunna erbjuda lägre priser för byggprodukter om beställningar till byggnader ökar.
- En stor utmaning är att det inte finns långvarig erfarenhet av superisoleringsmaterial i byggnader, men teoretiska överväganden och praktiska tester visar att vakuumisoleringspaneler, förväntas uppfylla kraven på hållbarhet vid byggnadstillämpningar i mer än 50 år.

förtroendet hos användaren med hänsyn till hållbarhetsfrågor.

Uppfyller kraven mer än 50 år

En intressant slutsats är att värmeledningsförmågan hos SIM är mellan 2–5 gånger lägre än för konventionella isoleringsmaterial med en värmeledningsförmåga på 0,028-0,032 W/(m·K). Detta betyder att värmeförluster genom byggnadens klimatskal kan reduceras med mellan 50–80 procent om tjockleken på SIM är i samma storleksordning som de konventionella isoleringsmaterialen. Teoretiska överväganden och de första praktiska testerna visar att vakuumisoleringspaneler (VIP), särskilt de med kiseldioxidkärna, förväntas uppfylla kraven på hållbarhet vid byggnadstillämpningar i mer än 50 år.

Fullständig rapport
Rapporten ” Rekommendationer för superisoleringsmaterial i byggnader” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se
Huvudrapporten publiceras under 2018 på hemsidan för IEA EBC Annex 65.

Rapportens författare
Bijan Adl-Zarrabi och Pär Johansson

Utförare
Chalmers

Samfinansiärer
IEA, Chalmers Tekniska Högskola, Powerpipe system AB, Kingspan Group

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

RESULTAT FRÅN FORSKNINGS- OCH INNOVATIONSPROGRAMMET E2B2

Så blir renoveringen i miljonprogrammet hållbar

Stora delar av miljonprogrammet är i behov av renovering. Då dessa renoveringar berör många människor och bostadsbolag, är det angeläget att åtgärderna är ekonomiska, miljöriktiga samt skonsamma för de boende. I Borlänge har ett tvärvetenskapligt forskarteam utvecklat en process för att renovera kostnadseffektivt till näranoll-energinivå. Arbetet har utförts tillsammans med det kommunala bostadsbolaget.

Olika lösningar undersöktes

I projektet har fastighetsägaren renoverat flerbostadshus i området Tjärna Ängar som är ett så kallat miljonprogramområde. Husen värmdes före renoveringen med fjärrvärme och hade enbart frånluftventilation utan värmeåtervinning.

I starten av projektet installerades energimätare för värme, varmvatten och fastighetsel i tre av husen. Ett av dessa var pilothuset där tio familjer följdes av socialantropologer genom renoveringsprocessen. I två, från början likvärdiga fastigheter på området, installerades andra värme- och ventilationslösningar och dessa användes senare som referensfastigheter.

På alla tre husen sattes nytt sadeltak med utökad tilläggsisolering på vinden. Fönster byttes och i kök och toalett byttes blandare till snålspolande varianter. En viktig slutsats i projektet är att renoveringar bör prioritera skalåtgärder och därefter följer olika värme- och ventilationslösningar. Det är centralt att skapa

Viktiga resultat

- Huset med frånluftsvärmepump och tilluftsradiatorer gav en minskning av specifik energianvändning med 55 procent, dvs från 146 kWh/m2 till 66 kWh/m2. Primärenergianvändningen sänktes med 44 procent och uppnår Näranollenergi-kravet på 85 kWh/m2 enligt BBR26.
- Klimatpåverkan sänktes kraftigt, men lösningen med frånluftsvärmepump innebar en ökad elförbrukning. Det är därför viktigt att elen är miljöriktigt producerad.
- Tilluftsradiatorerna medförde en positiv komfortförbättring i lägenheterna så att komfortzonen utökades och ytorna nära det tidigare dragiga ytterskalet kunde utnyttjas bättre.
- Referenshusen visade att en lösning utan frånluftsvärmepump också kan vara tillräcklig för att uppnå framtida krav i BBR om renoveringen sker inom fjärrvärmenätet. FTX-ventilation verkar ha svårt att vara lönsam, miljömässigt överlägsen eller vara en rationell lösning vid renovering av miljonprogramhus.
- För att göra renoveringen så skonsam som möjligt för de boende är information om beslutade åtgärder och delaktighet av central betydelse. Enkäter fungerar bra som bas för mätning av upplevelser.
- Projektets mål att de boende bor kvar under renoveringen blev en allt för tuff belastning för hyresgästerna. Resultatet av boendestudierna blev att bostadsbolaget införde trapphusvis evakuering till temporära moduler.

en byggnad med lågt energibehov, men även att säkerställa flexibilitet i systemval inför framtiden.

Pilothuset, som var i fokus i projektet, fick utöver skalåtgärder en inverterstyrd frånluftsvärmepump kompletterat med tilluftsradiatorer som förvärmer den inkommande luften. Referenshusen fick enklare lösningar med tryckstyrda frånluftsfläktar respektive en mera komplex FTX-ventilation.

Pilothusets åtgärder gav en rejäl sänkning av köpt energi, från 146 till 66 kWh/kvadratmeter. Byggnadens primärenergianvändning minskade från 134 till 75 kWh/kvadratmeter. Ur ett livscykelperspektiv sänktes klimatpåverkan betydligt. Det förutsätter dock att elen till pumpen produceras på ett miljöriktigt sätt för att lösningen ska betraktas som ekologiskt hållbar.

Det konstaterades att referenshuset med enbart skalåtgärder och frånluftsventilation troligtvis kommer klara framtida krav i BBR. FTX-lösningen bedöms som olönsam och föga rationell vid renovering av miljonprogram.

Viktigt att engagera de boende

I projektet har de ekonomiska såväl som de sociala aspekterna studerats. Energieffektiviseringsåtgärderna visade sig vara kostnadseffektiva och uppfyllde bostadsbolagets kriterium om 5 procent nominell avkastning.

Inom det sociala perspektivet har projektet tydligt involverat de boende i renoveringen genom att informera och vara angelägna om att få deras åsikter. Exempelvis upplevde de boende att lägenheterna före renoveringen var kalla och dragiga vid ytterväggar med fönsterpartier och balkongdörr, något som åtgärdades under renoveringen. Målet var att låta hyresgästerna bo kvar under renoveringen. Det visade sig vara svårt att förverkliga framför allt vid åtgärder i badrum och under stambytet. Inblandade forskare pekar på vikten av att engagera de boende i renoveringen för att göra processen så skonsam som möjlig.

Fullständig rapport
Rapporten ”Varsam energieffektiv renovering – Tjärna ängar” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se

Rapportens författare
Jonn Are Myhren (projektledare) och Martin Bergdahl

Utförare
Högskolan Dalarna

Samfinansiärer
AB Stora Tunabyggen, Acticon AB, ByggDialog Dalarna och Byggpartner Dalarna AB

Inom E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmets andra programperiod pågår mellan 2018 och 2021.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Så ska fler inom byggsektorn använda livscykelanalyser

Att använda livscykelanalys (LCA) för att styra mot byggnader med så låg miljöpåverkan som möjligt under hela dess livscykel är en fråga som varit på agendan i minst 20 år. Trots det används LCA i praktiken inte särskilt brett. I ett E2B2-finansierat projekt har forskare gått till djupet med orsakerna till detta och bland annat tagit fram handfasta råd hur beställare kan börja beställa mer miljöanpassade byggnader med hjälp av livscykelanalys.

LCA-verktyget har många fördelar

Byggnaders miljöpåverkan är stor och för att begränsa den under hela byggnadens livcykel är LCA ett verktyg som har flera fördelar. Beslut baserade på LCA-resultat ger exempelvis mycket bra mycket bra förutsättningar för nya innovationer och liten risk för inlåsnings-effekter på teknikval och suboptimerade lösningar. Trots detta och att LCA har funnits som metod i drygt 20 år, används det inte tillräckligt brett och skulle behöva en större spridning. Goda exempel på användning av LCA finns hos Trafikverket och Stockholms stad. I detta projekt har därför forskarna dragit viktiga lärdomar därifrån.

Viktigt med en svensk miljödatabas

För att LCA ska få ett större genomslag och fungera som beslutsverktyg behövs både en organisatorisk och metodmässig mognad. Här menar forskarna att generellt sett så har byggbranschens aktörer idag en så stor mognad att de kan använda LCA. För att den ska få ett större genomslag behövs enkla, billiga och lättillgängliga LCA-verktyg samt en svensk miljödatabas för byggresurser. Detta projekt har därför kompletterats med ett nytt projekt, som också har finansierats av E2B2, där man utvecklat Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg. De kommuner som deltagit i utveckling av detta verktyg framförde dessutom ett krav på att det måste finnas en färdig affärsmodell för hur uppdatering och underhåll av detta miljöberäkningsverktyg ska ske, för att de ska använda LCA-verktyget mer än i ett enskilt projekt.

Stöd för aktörer

Utöver bra verktyg krävs också tydliga drivkrafter och stöd för aktörer inom byggsektorn ska börja använda LCA i upphandling.

Viktiga resultat

- LCA är ett verktyg som har många fördelar när det gäller att undersöka hur stor miljöpåverkan är i en byggnad.
- För att fler inom byggsektorn ska använda LCA behövs enkla, billiga och lättillgängliga LCA-verktyg samt en miljödatabas.
- Det är viktigt att LCA inte ses som ett separat verktyg utan integreras i de IT-verktyg som byggsektorn redan använder.
- Det behövs tydligare drivkrafter och stöd för aktörer inom byggsektorn ska börja använda LCA i upphandlingen.
- Det finns nu principer och rekommendationer för hur LCA-baserade krav bör ställas och följas upp på ett robust och tillförlitligt sätt.

I rapporten presenteras flera förslag till åtgärder, bland annat pedagogisk vägledning kring hur ”smarta” krav baserade på LCA kan formuleras i olika skeden och en öppen plattform för informationsutbyte där man kan sprida erfarenheter och goda exempel på tillämpning av LCA-relaterade krav.

Kommunikation om nyttan med LCA

Drivkrafter för att få in livscykelperspektiv i byggandet behöver även stimuleras genom att bättre identifiera och kommunicera vilken nytta LCA-baserade beslut medför. Därutöver behöver LCA i byggnader sporras vid exempelvis markköp. Här menar forskarna att också politiker och beslutsfattare har en viktig roll i att driva frågan i hela landet.

Fakta Livscykelanalys (LCA)

Livscykelanalys är en vedertagen metod för att visa helhetsbilden av hur stor den totala miljöpåverkan är under en produkts livscykel från råvaruutvinning, via tillverkningsprocesser och användning till avfallshanteringen, inklusive alla transporter och all energiåtgång i mellanleden.

Fullständig rapport
Rapporten ”LCA-baserade miljökrav i byggandet” för projektet Verktygslåda för livscykelanalys i byggandet kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Tove Malmqvist och Martin Erlandsson

Utförare
KTH och IVL Svenska Miljöinstitutet

Samfinansiärer
Passivhuscentrum Västra Götaland, Sveriges Kommuner & landsting, Peab Bostad AB, VACSE AB, Riksbyggen, Akademiska Hus AB, Skanska Sverige AB, NCC Construction Sverige AB, Arbio AB, Stålbyggnadsinstitutet, Cementa AB, Svensk Betong, SBUF.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Vädra inte ut den goa värmen genom dörrarna: entréns utformning påverkar byggnadens hela energiförbrukning

En fastighets entré ska inte bara vara yteffektiv och välkomnande för besökarna. Minst lika viktigt är att inte alltför mycket energi i onödan vädras ut genom dörrarna. Till nytta för bland annat arkitekter och tillverkare av lösningar för inpassering presenterar forskare från RISE en metod för att bättre kunna uppskatta det ofrivilliga luftutbyte som uppstår i entréerna. Med denna kunskap är det möjligt att välja den lämpligaste entrélösningen.

Entrén viktig för fastighetens energianvändning

Utformningen av byggnaders entréer, där valet av dörrar är särskilt betydelsefullt, spelar stor roll för fastigheters totala energianvändning. Energiförlusten påverkas av en rad faktorer såsom dörrens U-värde, eventuella otätheter i stängt läge samt – inte minst – det ofrivilliga luftutbyte som sker när dörren är öppen och används.

Trots att entréerna kan ha stor inverkan på en fastighets totala energianvändning saknas faktiskt beräkningsverktyg som vägleder till bästa dörrlösning. Dessutom negligeras inte sällan entréer vid energioptimering av lågenergibyggnader.

Metodik för mätning av energiförluster

Ökad kunskap kring olika dörrtypers energiprestanda bäddar för ett mer underbyggt val. För att åstadkomma bättre noggrannhet i beräkningarna krävs förbättrade analytiska modeller.

Det saknas inte kunskap om dörrars U-värde, elanvändning och andra tekniska parametrar. Att inför nybyggnation eller en renovering uppskatta den ofrivilliga ventilationen genom entrédörrarna är däremot betydligt svårare.

Viktiga resultat

- En illa genomtänkt fastighetsentré, där alltför mycket temperad luft försvinner ut genom dörrarna, kan ha betydande påverkan på hela byggnaders energianvändning.
- Förbättrad kunskap kring det ofrivilliga luftutbytet i olika typer av dörrlösningar hjälper till att skapa säkra, välkomnande och dessutom energieffektiva entrélösningar.
- Forskarna har i detta projekt fokuserat på att studera automatiska skjutdörrar och roterande karuselldörrar.
- Resultat från laboratoriemätningar av karuselldörr visar att luftutbytet påverkas mer av rotationshastighet än av temperaturdifferensen.
- Enligt beräkningsresultaten kan en karuselldörr minska energiförlusten med 60-90 procent jämfört med en skjutdörr, vilket i testbyggnaden innebär en besparing på upp till 26 000 kWh.
- Gjorda mätningar av karuselldörrar skapar även förståelse kring hur det ofrivilliga luftutbytet påverkas av förändringar från andra parametrar.

Därför har RISE-forskarna i detta projekt gått på djupet med att undersöka just förlusterna för olika dörrtyper. Syftet med arbetet har varit att finna en metodik för mätning och beräkning av olika entrélösningars inverkan på byggnadens energianvändning.

Mätningar skapar förståelse

Rapporten fokuserar på karusell- och skjutdörrar, som idag är de vanligaste dörrvalen för entréer i kontorsfastigheter och i sådana allmänna byggnader där människor kontinuerligt rör sig. Genom att analysera, kombinera och använda befintliga modeller har besparingspotentialen med karuselldörrar kunnat uppskattas. Laboratoriemätningar har ökat förståelsen för de faktorer som påverkar infiltrationsförlusterna.

Metoden och tillvägagångssättet som projektet har utvecklat för att uppskatta energiförlusterna genom entréer är användbara för exempelvis arkitekter, projektörer, tillverkare av entrélösningar och fastighetsägare.

Fullständig rapport
Rapporten ”Energy performance of door solutions (Entrélösningars energiprestanda)” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se. Rapporten, som har en svensk sammanfattning, är skriven på engelska för att forskningsrönen lättare ska kunna spridas internationellt.

Utförare
RISE Research Institutes of Sweden

Rapportens författare
Sofia Stensson (projektledare) och Huijuan Chen

Samfinansiär
Frico, ASSA ABLOY Entrance Systems, Viametrics, ÅF-Infrastructure, Västra Götalandsregionen, Equa Simulation, Ansys Sweden och Härryda kommun

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2s första programperiod pågår mellan åren 2013–2017 som ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

Storskalig analys ger rätt energiåtgärder

Genom att använda big data-analyser kan man precisera var energieffektiviseringsåtgärder gör mest nytta. Forskare vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) har gjort en fallstudie över Stockholms fastighetsbestånd och kunnat visa på stor potential till energibesparing när man arbetar med datadrivna beslutsunderlag som baseras på stadsövergripande fastighetsenergidata.

Nytt ramverk för fastighetsenergimodellering

För att kunna åstadkomma detta har forskningsgruppen använt en unik databas med 130 miljoner rader fjärrvärmedata för 15 000 fastigheter, 32 000 energideklarationer samt 3D-modeller över hela Stockholm.

Forskarna har i projektet utvecklat ett nytt ramverk för urban fastighetsenergimodellering (UBEM) vilket har demonstrerats i full skala för tre byggnadsarketyper som representerar fastighetstyper i Stockholm med hög effektiviseringspotential. Fastighetstyperna som ingick i studien var de vanligaste flerbostadshusen som byggdes under åren 1946 till 1975, kontor samt nybyggda flerbostadshus byggda 1996 och framåt.

Till varje typhus simulerades olika energibesparingsåtgärder. Den första åtgärden omfattade installation av ventilation med värmeåtervinning (FTX), den andra åtgärden var installation av energieffektiva fönster och den tredje åtgärden var en kombination av FTX och energieffektiva fönster.

Stort intresse för forskningsresultaten

Simuleringarna gör att man kan få en bra uppskattning av energiprestanda för varje byggnad. De visar också vilka övergripande systemkonsekvenser olika åtgärder medför,

Viktiga resultat

- För att uppnå Parisavtalets klimatmål krävs minskad energianvändning och då är det centralt att använda metoder för storskalig energieffektivisering för befintliga byggnader, vilket man har utvecklat i detta projekt genom big data-analyser.
- Projektet har genom metodutvecklingen överbryggat den kunskapsklyfta som finns mellan storskaliga åtgärder för energieffektivisering i fastigheter och klimatplanering.
- Arbetet har lett fram till ett visuellt beslutsstödsverktyg som hjälper fastighetsägare att identifiera de lämpligaste åtgärderna utifrån fastighetstyp, byggår och område.
- Verktyget visar hur storskaliga renoveringsåtgärderna kan påverka energisystemet, men också vad åtgärderna ger för utsläppsminskningar samt vilka investeringar som krävs för att genomföra åtgärderna.
- Verktyget har testats i Stockholm men är replikbart och kan används i andra städer, men den behöver först produktifieras.

som exempelvis hur de storskaliga renoveringsåtgärderna skulle påverka energisystemet, utsläppsminskningar och vilka investeringar som krävs för att genomföra dem.

Arbetet i projektet har lett fram till ett visuellt beslutsstödsverktyg som hjälper fastighetsägare att identifiera de lämpligaste åtgärderna utifrån fastighetstyp, byggår och område.

Verktyget gör att man kan kombinera energieffektiviseringsplaner med klimatnytta till bästa ekonomiska utfall.

Testerna har i detta projekt genomförts för enbart Stockholm, men verktyget är replikerbart och det finns också ett stort intresse internationellt för metoden, då städer i hela världen har behov av storskalig energieffektivisering.

Verktyget finns dock än så länge enbart som prototyp, men forskarna har fått ytterligare finansiering från E2B2 för att produktifiera verktyget. Det arbetet beräknas vara klart i slutet av 2021.

Fullständig rapport
Rapporten ”Big data-analys för energieffektivisering av Stockholm” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se

Rapportens författare
Oleksii Pasichnyi, Hossein Shahrokni (projektledare), Fabian Levihn, Jörgen Wallin och Olga Kordas.

Utförare
Kungliga tekniska högskolan (KTH)

Samfinansiärer
Stockholm Stad, Stockholm Exergi, Fastighetsägarna, L&T

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2s första programperiod pågår mellan åren 2013–2017 som ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

Renovering av tegelfasader med minsta möjliga påverkan på husets utseende

Utvändig tilläggsisolering med puts förändrar utseendet på vackra hus i tegel. Samtidigt har invändig isolering, som är ett annat renoveringsalternativ för korrosions- och frostskadade ytterväggar, en rad nackdelar. Detta forskningsprojekt lanserar ett koncept som gör det möjligt att behålla tegel som fasadmaterial. Lösningen är att riva skadat tegelskikt, ytarmera den kvarvarande väggen och isolera, för att därefter sätta dit ett nytt tegelskal. Detta tillvägagångssätt öppnar också för väsentliga besparingar i energianvändning.

Många murade vägar behöver renoveras

Byggnader från perioden 1940 till 1975 med massiva murade ytterväggar är hårt klimatutsatta. Yttre tegelskikt har inte sällan vittrade fogar och sprickskador från frost och armeringskorrosion.

I de fall byggnadens utseende får förändras är utvändig tilläggsisolering med puts en renoveringsmöjlighet. Om detta inte tillåts, eller inte är önskvärt, är invändig tilläggsisolering ett alternativ.

Med detta val följer dock en rad utmaningar. Minskad användbar yta, risk för kondensbildning i gränsskiktet mellan befintlig vägg och tilläggsisolering samt förhöjd risk för frostskador och mikrobiell påväxt på fasadteglet hör till de oönskade effekterna. Invändig isolering kräver rimligtvis också byte av det yttre tegelskiktet.

Tre metoder har utvärderats

Forskarna har inom ramen för detta projekt utvärderat tre olika, praktiskt genomförbara metoder för den som vill behålla tegel som fasadmaterial och samtidigt undvika nackdelarna med invändig tilläggsisolering. Arbetet har genomförts i samverkan med projektörer, entreprenörer och materialleverantörer.

Viktiga resultat

- Sverige har gott om byggnader med murade fasader. Miljontals kvadratmeter tegelytterväggar behöver renoveras under de kommande decennierna.
- Rapportens renoveringskoncept hjälper till att bevara kulturellt värdefulla byggnader. Även om vissa byggnadstekniska anpassningar kan bli nödvändiga behöver stadsbilden inte förändras om arbetet görs med omsorg.
- Metoden kräver i sin enklaste form inte någon förstärkning av byggnadens grund. Anpassningar krävs dock vid fönster- och dörranslutningar samt vid mötet mellan yttervägg och takfot.
- Förnyelsen av de massiva murade ytterväggarna sänker U-värdet med uppemot 65 procent. Kombinerat med byte till moderna treglasfönster kan en renovering minska energianvändningen med 30–50 procent.
- Förstärkta väggar kan möjliggöra att den befintliga byggnaden byggs på med ytterligare våningsplan.

Ytarmering ger flera fördelar

Den mest lovande metoden går ut på att riva det skadade tegelskiktet varefter den kvarvarande väggen vid behov förstärks genom ytarmering. Armeringen, som ingående studerats i laboratorietester, innebär att ett stålnät bäddas in i det putsskikt som påförs väggen.

Minskad energianvändning med 30-100 procent

Laboratorieförsöken med fullskaleväggar och efterföljande utvärderingar visar att armeringen ger en förstärkningseffekt på 30–100 procent. Samtidigt får väggarna förbättrad brottseghet, vilket också är positivt i sammanhanget.
I nästa renoveringssteg förses den kvarvarande väggen med tilläggsisolering, i form av 70–100 millimeter mineralull, på väggarnas utsida. Utanpå det byggs ett nytt tegelskal av antingen fabriksnytt eller återbrukat tegel.
Metoden förbättrar ytterväggarnas energiegenskaper så att väsentliga besparingar i energianvändning kan uppnås.

Fullständig rapport
Rapporten ”Energieffektiv renovering av massiva murade ytterväggar” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Miklós Molnár och Johan Jönsson.

Utförare
Avdelningen för konstruktionsteknik vid Lunds tekniska högskola i samverkan med företag från materialindustrin, fasadentreprenörer och konsulter.

Samfinansiärer
Karling Fasad AB, Sveriges Murnings- och Putsentreprenörförening, Tegelmäster AB, Tomas Gustavsson Konstruktioner AB, Wienerberger AB samt Weber Saint-Gobain Byggprodukter AB.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

Så blir bostadshus mer klimatsmarta

De boende i nyproducerade bostadsrätter renoverar och bygger om i stor omfattning. Mycket av renoveringen sker i förtid sett till den beräknade livslängden av konstruktioner, material och utrustning. För att minska denna onödiga miljöpåverkan behöver man redan i byggstadiet välja material och konstruktioner med låg miljöpåverkan menar forskare vid Chalmers i en ny studie. De pekar också på att man behöver skapa beständiga lösningar med kvalitet som håller över tid.

Moderna lägenheter renoveras i förtid

Forskarna genomförde 2015–2016 förstudien ”Arkitektur, materialflöden och klimatpåverkan i bostäder” med finansiering från E2B2. Den visade att moderna, nyproducerade bostadsrätter renoveras och byggs om i högre utsträckning än vad man tidigare har trott, vilket leder till en ökad miljöpåverkan. I denna studie har forskarna fördjupat sig i materialet och tagit fram riktlinjer för projektering och underhåll av bostadshus, så att de blir mer klimatsmarta. Dessutom har de studerat möjligheten att öka anpassningsbarheten och samtidigt minska onödiga renoveringar som görs på grund av att de boende är missnöjda med lägenhetens utformning.

Byte av vitvaror minskar klmatpåverkan

Den åtgärd som har störst klimatpåverkan vid inre underhåll och renovering är utbyte av vitvaror. Vad gäller byggnadsrelaterade konstruktioner och fast inredning står köksinredning, innerväggar och byte av ytskikt (golv och målning) för en större del av klimatbelastningen. Klimatbelastning från byggnation och inre underhåll kan minska genom mer klimatsmart design och materialval. Genom att undvika gips liksom cement- och fiberbaserade skivor och istället använda trä kan man minska upp emot 50 procent av klimatpåverkan för förvarings- och kökslösningar.
I en fallstudie jämfördes konstruktioner och material. Den visar att klimatpåverkan, för de inre renoveringarna i hela det undersökta beståndet, kunde minska med 35 procent över 7–15 år när de bästa lösningarna användes jämfört med de konventionella lösningarna.

Klimatsmarta bostäder kräver klimatfokus

Forskarna lyfter i rapporten fram tre områden för att skapa en mer klimatsmart bostad: klimatsmarta val i produk-

Viktiga resultat

- För att minska klimatbehovet från bostadshus behöver man även ta hänsyn till materialflöden av inre renoveringar.
- Nya lägenheters utformning överensstämmer inte alltid med kundens önskemål och de har generellt liten anpassningsbarhet. Det leder till att många bygger om lägenheten, vilket i sin tur ökar materialåtgång och miljöpåverkan över tid.
- Den åtgärd som har störst klimatpåverkan vid inre underhåll och renovering är utbyte av vitvaror.
- För att skapa en klimatsmartare bostad behöver man göra klimatsmarta val i produktionsfasen, välja klimatsmarta lösningar som inte medför förtidigarelagd och onödig renovering samt göra klimatsmarta val när man renoverar.

tionsfasen, klimatsmarta lösningar för bostäder för att undvika förtidiglagd och onödig renovering samt underhåll och ombyggnad samt klimatsmarta val när underhåll, renovering och ombyggnad sker. Studien ger en övergripande ingång till de tre områdena och förslag på bättre lösningar.

Kunskapsspridning

Forskarna pekar också på vikten av att sprida erfarenheterna från projektet och öka medvetenheten hos beställare, arkitekter och projektörer. Kunskaperna bör också beaktas när man tar fram nya byggregler. Genom ökad kunskap om klimatpåverkan vid inre renovering kan vissa typer av utformning undvikas, och på sikt kan nya lösningar tas fram som leder till lägre klimatpåverkan under bruksfasen och skapar förutsättningar för cirkulär ekonomi.

Intresset kring förstudien har varit stort och nu kommer forskarna i ett nytt EU-projekt att genomföra försök i fullskala i HSB Living Lab i Göteborg med fokus på cirkulära lösningar för kök.

Fullständig rapport
Rapporten ”Framtidens klimatsmarta och hållbara bostad” som tillhör projektet ”Den klimatsmarta bostaden” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se.

Rapportens författare
Paula Femenías (projektledare), Cecilia Holmström och Henrik Jönsson

Utförare
Chalmers tekniska högskola

Samfinansiärer
HSB, HSB Living Lab, Tengbom Arkitekter och Bengt Dahlgrens

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2s första programperiod pågår mellan åren 2013–2017 som ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

RESULTAT FRÅN FORSKNINGSPROGRAMMET E2B2 – ENERGIEFFEKTIVT BYGGANDE OCH BOENDE

Ny provmetod borgar för klimatskal som håller i längden

Energieffektiva byggnader behöver ha ett lufttätt klimatskal som fungerar under lång tid. För att slippa kostnader och krångel med att byta produkter som är inbyggda i konstruktionen är det angeläget att i förväg kunna bedöma hur det tätande systemet väntas hålla i längden. Detta forskningsprojekt har resulterat i en metod och testbädd för att prova beständigheten hos material och materialkombinationer som ingår i klimatskalet. Metoden är användbar vid såväl utveckling av lufttäthetssystem som vid certifiering och utvärdering av olika produkter.

Lufttäthet under lång tid

Klimatskalets lufttäthetssystem är helt avgörande för att nära-noll-energihus, passivhus och plushus ska fungera som tänkt. Hus byggs för decennier av problemfri användning. Det krävs alltså att tätande system inte förlorar sina egenskaper efter några år, utan att lufttätheten bevaras över lång tid.

För att uppnå lufttäthet används normalt polymera material som är känsligare för åldring än de flesta andra byggnadsmaterial. Beständigheten över tid bestäms av det polymera materialets sammansättning och uppbyggnad samt hur det är tillverkat och lagrat. Även faktorer som omgivande miljö har betydelse för långtidsegenskaperna.

Eftersom de produkter som säkerställer lufttätheten oftast finns inbyggda i konstruktionen kan förtida utbyte innebära stora och kostsamma ingrepp i byggnaderna. Därför är det önskvärt att i förväg, i laboratoriemiljö, kunna utvärdera beständigheten hos de olika lufttätande systemen. För detta behövs en provningsmetod.

Metod för undersökning av lufttäthet

Det överordnade syftet med detta E2B2-stödda forskningsprojektet är att utveckla en metod där hela system för

Viktiga resultat

- Eftersom de system som säkerställer lufttätheten i byggnader finns inbyggda i konstruktionen är deras långtidsbeständighet helt avgörande. Att byta är ofta dyrt och komplicerat.
- Genom att i förväg undersöka de lufttätande material och materialkombinationer som ingår i klimatskalet går det att välja en lösning som håller också på sikt.
- Även om de tre olika fabrikat av lufttäthetssystem som testats i projektet har god lufttäthet, under 0,1 l/(s·m²), visar accelererat åldrande i samtliga fall på en ökande luftgenomsläpplighet.
- Omständigheterna på byggarbetsplatsen, som kan vara allt annat än ideala, spelar också roll för beständigheten. Förändringar i lufttäthet noteras då montage skett i kall, fuktig och dammig miljö.
- Klimatskal som försämras med ålder är en dålig affär. Ett luftläckage som ökar från 0,3 till 0,9 l/(s·m²) driver upp energianvändningen med 15 procent.

lufttäthet kan undersökas. Målet är god lufttäthet och låg energianvändning under lång tid hos framtidens lufttäthetssystem.
Som fortsättning på tidigare deletapp har nu en metod och testbädd utvecklats för att säkra att de material och kombinationer av material som ingår i klimatskalet har god täthet även efter decenniers användning. Provningsmetoden har visat sig fungerat väl. Genom att bland annat utsätta materialen för temperaturer på 60o C till 80o C har en tänkt användningstid på 25-50 år simulerats.

Byggarbetsplatsförhållanden har betydelse

Förutom materialen spelar omständigheterna vid själva bygget, som inte alltid är ideala, roll för beständigheten.

Inom ramen för projektet har montage av lufttäthetssystem därför gjorts i miljöer som valts för att efterlikna realistiska byggarbetsplatsförhållanden.

Fullständig rapport
Rapporten ”Lufttäta klimatskal under verkliga förhållanden (etapp 1 & 2)” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se.

Rapportens författare
Ulf Antonsson (projektledare) och Viktor Emanuelsson.

Utförare
RISE Research Institutes of Sweden AB i samverkan med 3M Svenska AB, Isola AB och T-Emballage AB.

Samfinansiärer
3M Svenska AB, Isola AB och T-Emballage AB med stöd från Energimyndigheten genom IQ Samhällsbyggnads program E2B2 och SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond).

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@E2B2.se | 070-645 16 40 | www.E2B2.se

Resultatblad Lufttäta klimatskal under verkliga förhållanden, etapp 1 och 2.indd 2 2019-10-07 14:58:33

Dags att renovera miljonprogrammet: innovativa fasadelement minskar värmeförlusterna

När exempelvis miljonprogramsområdena byggdes på 1960-talet stod energibesparing inte i fokus på samma sätt som idag. Genom påmontering av kompletta, förisolerade fasadelement kan alla dessa fastigheter renoveras på ett kostnadseffektivt sätt. Fasadsystemet, som inbegriper en luftspalt mellan fasadmodul och befintlig vägg, reducerar värmeförlusterna. En rätt utformad spalt höjer inte bara lösningens totala effektivitet utan förhindrar också fuktrelaterade problem såsom mögelpåväxt.

Väggmoduler sparar energi

Det är dags att renovera miljonprogrammets många lägenheter som byggdes under 1960-talet. Med hjälp av nya innovativa fasadlösningar är det möjligt att påtagligt minska värmeförlusterna genom väggarna vid renovering av detta befintliga byggnadsbestånd.

Detta forskningsprojekt beskriver ett modulsystem som består av förtillverkade väggelement. Dessa kompletta och färdigisolerade moduler kan enkelt monteras på plats med hjälp av kranar.

Inomhusklimatet blir bättre

Väl genomtänkta, rationella, hållbara och energieffektiva väggelement av denna typ hjälper till att uppnå dagens energisparmål. Till övriga mervärden hör förbättrade inomhusförhållanden.

Utformning av luftspalt avgörande

Modulsystemet reducerar värmeförlusterna genom väggen. Ett mellanrum i form av en ventilerande luftspalt mellan påmonterade moduler och den gamla väggen minskar

Viktiga resultat

- Med sammanlagda värmeförluster från väggar och fönster på i storleksordningen 7-8 TWh/år är fastigheter som är byggda före år 1975 minst av allt energieffektiva.
- Genom att vid renovering av bland annat miljonprogrammets hus montera på kompletta, förisolerade väggmoduler går det att spara energi och dessutom göra gott för inomhusklimatet.
- Dagens fasadlösningar har ett U-värde på 0,4-0,6 W/m2K. Forskningsrapporten ger vid handen att en reducering från 0,5 W/m2K till 0,1 W/m2K är fullt möjlig, vilket innebär en 80-procentig minskning av värmeförlusten.
- Utformningen av luftspalten mellan väggmodul och innervägg är avgörande eftersom den medverkar till naturlig konvektion som förbättrar total energiprestanda samtidigt som mögeltillväxt genom fukt från in- och utsidan förhindras.
- Luftspaltens tjocklek spelar en viktig roll för värmeöverföringsförmåga och transport av fukt.

konstruktionens känslighet för skador som orsakas av fukt från in- och utsidan. Samtidigt har luftens rörelser i spalten betydande effekt på systemets totala termiska prestanda. Forskningsrapporten lägger grunden för nya designverktyg samt metodik inom området CFD (Computational Fluid Dynamics) för värdering av fasadsystemen. Alternativet, fullskalig uttestning av fasadsystemen, är mycket mer tidskrävande eftersom det skulle behövas kostsam utrustning för att mäta luftens hastighet och fuktighet.

Teknik förutsäger värmeförsluster

Med avancerad CFD-teknologi går det att både kostnadseffektivt och noggrant förutsäga värmeöverföringen genom modulsystemet. Därmed förbättras möjligheterna att utforma byggnadernas nya fasadbeklädnad på ett optimalt sätt. Tidigare har även flödet runt modulerna varit riktigt utmanande att mäta på grund av variationer i vindhastighet och fuktighet.

Fullständig rapport
Kontakta Energimyndigheten för information om slutrapporten ”Energieffektivitet för innovativa fasadmoduler för renovering”.

Utförare
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser vid Luleå tekniska universitet

Rapportens författare
Vijay Shankar

Samfinansiärer
BoxSystems AB

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 första programperiod pågår mellan åren 2013–2017 som ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Fördel trähus när energianvändning och utsläpp över tid summeras

Teknikerna för att bygga mycket energisnåla flerbostadshus i såväl trä som betong har utvecklats rejält under de senaste tio åren. Fast det finns fortfarande kunskapsluckor kring hur dessa moderna hus optimeras över hela livscykeln. Detta forskningsprojekt syftar till att ge ökad kunskap om hur primärenergianvändning och nettoutsläppen av växthusgaser kan minimeras över byggnaders livscykel med beaktandet av hela energi- och materialkedjor från naturresurs till levererad tjänst. Av studien framgår bland annat att trähusbyggande minskar både energibehov och utsläpp jämfört med betong.

Skillnader att bygga i trä och betong

I detta projekt studeras olika strategier för att minska primärenergianvändning och nettoutsläpp av växthusgaser för moderna flerbostadshus över deras livscykel. Hela energi- och materialkedjor, inklusive förluster, beaktas – från naturresurs till levererad tjänst.

Studien görs i ett system- och livscykelperspektiv med fokus på produktionsfasen. Analysen baseras på ett nyuppfört flerbostadshus med prefabricerad betongstomme. Huset har 24 lägenheter och 1686 kvadratmeter värmd yta fördelat på sex våningar.

Med utgångspunkt från det befintliga huset har alternativ utformats som uppfyller svensk byggnorm 2015 eller svenskt passivhuskriterium. I samarbete med svenska leverantörer av träbyggnadssystem, har sedan två funktionellt likvärdiga hus till betonghuset skapats, med stommaterial av massivträ respektive volymelement i trä. Energianvändningen för rumsuppvärmning och ventilation

Viktiga resultat

- **Byggnaderna står för en betydande del av samhällets material- och energianvändning. För att förstå husens klimatpåverkan behöver hela deras livscykel, från naturresurs till nedmontering, studeras.**
- **Hus som uppfyller passivhuskriteriet har väsentligt lägre energibehov än om de är utformade efter svensk byggnorm.**
- **Primärenergianvändningen för att producera betongalternativen är 30-40 procent högre än för trähusalternativen. Betonghusen ger dessutom betydligt högre nettoutsläpp av växthusgaser.**
- **Trähusalternativen använder betydligt mer träprodukter än husen i betong. Det innebär att större mängder trärester uppstår i samband med skogsbruk och tillverkningsprocesser. Trärestерna kan, efter eventuell materialåteranvändning, användas för att ersätta fossila bränslen.**
- **Livscykelberäkningarna påverkas även av vad som händer med husen när de nedmonteras. Material som betong, trä och stål kan återvändas. Återanvändning av stål och trämaterialförbränning har större klimatfördelar än återvinning av betong för de olika husalternativen.**

är, med bibehållen boendeservice, den samma för de tre olika stomalternativen.

Olika uppvärmningssystem, inklusive fjärrvärme med enbart hetvattenpannor eller i kombination med kraftvärmeproduktion samt värmepumpslösningar, studeras inom ramen för projektet. Beräkningar har gjorts för både betong- och trästomme.

Mer energi vid användning av betong

Produktion av betonghusalternativen kräver mer energi och ger högre nettoutsläpp av växthusgaser än produktion av trähusen. Under driftsfasen dominerar primärenergianvändningen och utsläppen av växthusgaser oberoende av om alternativen är utformade efter byggnormen eller passivhuskriteriet. Kombinationen passivhus och kraftvärmebaserad fjärrvärme ger låg primärenergianvändning och låga utsläpp av växthusgaser.

Forskarna pekar på möjligheterna att utnyttja energisnåla träbyggnader för att öka användningen av förnybar energi och förnybara material på ett naturresurseffektivt sätt. De restprodukter som produceras i skogsbruket och vid tillverkningen av trähus kan användas i förnybara energisystem.

Fullständig rapport

Projektet ”Strategier för energi- och resurseffektiva byggsystem” med rapporten ”Strategies for energy and resource efficient building systems” (på engelska med svensk sammanfattning) kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare

Leif Gustavsson (projektledare), Ambrose Dodoo, Uniben Y.A. Tettey och Nguyen Le Truong.

Utförare

Linnéuniversitetet i samverkan med Ronneby kommun, Södra Skogsägarnas ekonomiska förening, Växjöbostäder AB, Växjö kommun, Lindbäcks Bygg AB och Martinsons Byggsystem AB.

Samfinansiärer

Ronneby kommun, Södra Skogsägarnas ekonomiska förening, Växjöbostäder AB, Växjö kommun och Växjö Energi AB med stöd från Energimyndigheten genom IQ Samhällsbyggnads program E2B2.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2s första programperiod pågår mellan åren 2013–2017 som ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Nytt tak med integrerade solceller på miljonprogramhusen: tydliga fördelar med samtidig renovering och installation

Med ett stänk av industriellt tänkande kan husen i landets miljonprogram förses med solceller utan att kostnaderna behöver springa iväg. De platta tak som är i behov av renovering ersätts med ett prefabricerat tak med integrerade solceller. Under detta nya låglutande och isolerade tak ryms exempelvis tekniska installationer. Enligt forskarna bakom denna smarta idé hör en enklare byggprocess, snyggare installation och underlättat underhåll också till fördelarna.

Solceller i samband med renovering

Fastighetsbolag och bostadsrättsföreningar investerar allt mer i solel. Tekniska framsteg och volymtillverkning sänker kostnaderna för solcellerna samtidigt som statligt stöd bidrar till att öka intresset för denna energieffektiviseringsåtgärd med stor klimatnytta.
För att nå målet om att på några års sikt göra solel till en väsentlig del av den svenska el-mixen krävs dock fler och större insatser. Forskare har i detta projekt undersökt förutsättningarna för att i samband med takrenovering förse miljonprogrammets många flerbostadshus med solceller.

Prefabricerade takelement med solceller

Den ”miljontaksmodell” som arbetats fram med stöd från representanter för bostadsföretag, entreprenörer, solcellsföretag, arkitekter är både innovativ och storskalig.
De platta tak som ska renoveras ersätts enligt den föreslagna modellen med låglutande sadeltak eller upphöjt pulpettak som är täckta av solceller. Ett industrialiserat angreppssätt, prefabricerade takelement med integrerade

Viktiga resultat

- Istället för att renovera miljonprogramhusens tak och först i steget därefter sätta upp solceller finns det betydande fördelar med att samordna renovering och installation – och dessutom göra det på ett industriellt sätt.
- Genom att renovera genom att montera på ett prefabricerat tak, färdigt med integrerade solceller och tilläggsisolering, är det möjligt att utnyttja de platta takens ”solelspotential” som uppskattas till 0,2 TWh.
- Under det nya låglutande taket bildas ett vindsutrymme som kan utnyttjas för exempelvis tekniska installationer. Tillbyggnad av nya våningsplan är också fullt tänkbart.
- Ett genomsnittligt miljonprogramhus skulle med projektets konceptlösningar kunna bidra med 25-30 kWh/m2 boarea och år till husets energibalans.
- Trots att metoden inte driver upp renoverings- och installationskostnaderna har den fördelar som snabbhet och bättre kvalitetssäkrad byggprocess. Snyggare installationer är ett annat plus.

solcellsmoduler som kommer färdigmonterade från fabrik, gör metoden effektiv.

Kvalitetssäkrad byggprocess

Presenterade konceptlösningar, som inte är fullskaletestade, bedöms inte bara ge värdefulla bidrag till byggnadernas energibalans genom ökad egenanvändning av solel. Bland de övriga mervärdena märks en enklare och bättre kvalitetssäkrad byggprocess.
De arkitektoniska värdena kan dessutom hedras genom snyggare och mer yteffektiva solcellsinstallationer än om de platsbyggs. Förenklad drift och underhåll av tak och installationer förs fram som en annan viktig fördel.

Resultaten ger bra underlag inför renovering

Rapporten ger vid handen att allt fler fastighetsägare överväger samtidig takrenovering och solcellsinstallation. Detta till trots har denna samordning hittills varit rätt ovanlig, något som resultatet av detta projekt kan förändra. Prefabriceringen gör det möjligt att snabba upp installations- och renoveringsarbetet samtidigt som behovet av väderskydd under byggets gång minskar. Enligt gjorda beräkningar ökar heller inte totalkostnaden jämfört med en ”traditionell” takrenovering med efterföljande solcellsinstallation.

Fullständig rapport
Rapporten ”Miljontak – takrenovering med solceller” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Peter Kovács, Patrik Ollas, David Larsson, Liane Thuvander, Paula Femenías, Frank Fiedler och Chris Bales.

Utförare
RISE Research Institutes of Sweden AB i samverkan med Sveriges Byggindustrier, Chalmers, Solkompaniet, Högskolan Dalarna, White arkitekter, Riksbyggen, Vätterhem, Skanska Sverige, NCC och Wästbygg.

Samfinansiärer
SBUF, RISE Research Institutes of Sweden AB, Solkompaniet, Skanska Sverige, Chalmers Tekniska Högskola, Högskolan Dalarna, Riksbyggen, Vätterhem och White arkitekter.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Koncept klart för modulära data-center i trä

Datacenter är på god väg att etablera sig som en av Sveriges nya basindustrier. Forskare vid Luleå tekniska universitet har undersökt om dessa byggnader kan bli mer flexibla och ha en lägre miljöpåverkan genom att de byggs som moduler i trä. Om de tillverkas i Norrland finns dessutom råvaran och tillverkarna lokalt.

Datacenter i trä - en växande industri

Datacenter är en växande industri som expanderar starkt i norra Sverige. Samtidigt finns ett ökat miljöintresse hos bolagen bakom datacentren. Det är vanligt att datacenter är designade som en modul med integrerat kilmatskal, IT-hårdvara och installationer. Hittills har det inte funnits någon som säljer datacenter i trä. I detta projekt har forskarna tagit fram ett koncept kring datacenter i trä samt undersökt dess miljöpåverkan. Forskarna har också utvärderat hur modulbaserade väggar påverkar kylningen och värmeåtervinning för ett datacenter samt undersökt hur datacenter kan integreras med virkestorkar för att ta vara på överskottsvärmen.

Byggnadsmaterialet påverkar inte driften

Studien visar att det går att bygga datacenter i trä på ett modulärt sätt. Det finns flera fördelar med att bygga i trä, bland annat att det är koldioxidneutralt och lätt att bygga. Utvärderingen av driften visar att själva träet inte kommer att påverka driften och det kommer att vara så torrt i datacentret att träet inte kommer att komma till skada. Utvärderingen visar att luftflödena i datacentret kommer att vara så stora att klimatskalet inte kommer att ha någon större betydelse för driften.

Användning av överskottsvärme spar energi

Datacenter orsakar stora värmeöverskott, vilket kommer från kylningen av all datautrustning. Om man kan ta tillvara på denna värme, som producerat året om, skapas stora energimässiga vinster. I de fall man tar tillvara på denna överskottsvärme används den till fjärrvärme, absorptionskylning eller till växthus. I detta projekt har man undersökt möjligheterna att använda överskottsvärmen till virkestorkar.

Viktiga resultat

- Det finns nu ett koncept för hur man kan bygga datacenter i trä genom moduler. En viktig slutsats är att man bör göra byggnaderna högre än enbart för datorer, därigenom kan byggnaden användas även för andra användningsområden.
- Träet kommer inte att påverka driften.
- Luftflödena är så stora inne i datacentret att klimatskalet inte kommer att ha någon större betydelse för driften.
- Datacenter har stora mängder överskottsvärmen, men för att tillvarata värmen från ett litet datacenter på 1 MW via virkestorkning krävs inkoppling mot 10-45 stycken virkestorkar. Det är orimligt många torkar för ett svenskt sågverk.
- Överskottsvärmen kan användas till torkning av klenare dimensioner av brädor.

Överskottsvärmen kan torka trä

Eftersom virkestorkar kräver en stor värmetillförsel (500-1000 kW) över hela året verkar det på förhand vara ett mycket bra användningsområde. Studien visar dock att värmebehovet i torken till största delen är för att värma luften med tillhörande vattenånga som cirkulerar i torken och inte att värme upp den torra luften som man måste tillföra. För att tillvarata värmen från ett litet datacenter på 1 MW via virkestorkning krävs inkoppling mot 10-45 stycken virkestorkar vilket utgör orimligt antal torkar för ett svenskt sågverk.

Det som kan vara aktuellt är torkning av klenare dimensioner av brädor. Det ger det bästa utbytet och för en enskild tork kan cirka 100 kW tillvaratas via uppvärmd luft från datacenter.

Fullständig rapport
Rapporten ”Modulära och energieffektiva datacenters i trä” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Rapportens författare
Mikael Risberg, Marcus Sandberg, Sofia Lidelöw och Lars Westerlund

Utförare
Luleå tekniska universitet

Samfinansiärer
Tyrens, Design Evolution, Contractor Bygg, Martinsons och Alent dynamic.

I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och olika samhällsaktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 pågår mellan åren 2013–2017 och är ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnad.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Ny vägglösning sparar energi

Det går att bygga murade ytterväggar med 20–25 procent lägre U-värde än idag. Detta genom att använda en vägglösning som är nyutvecklad av forskare vid Lunds tekniska högskola.

Skärpta krav har ökat ytterväggarnas tjocklek

I takt med skärpta krav på byggnaders energiprestanda har ytterväggarnas tjocklek ökat. Det beror på att man, för att klara kraven, använder mer termisk isolering. Att använda tjockare ytterväggar har dock fler nackdelar, framför allt att byggnaden därigenom tappar nyttig yta och att alltmer material behöver användas.

I detta projekt har en ny typ av murad ytterväggskonstruktion med lättklinker respektive tegel utvecklats. Tjockleken på den bärande väggen är mer kompakt genom användning av ytförstärkning. Det har gjort att man kunnat minska väggens tjocklek från dagens nivå på 120–150 mm till cirka 100 mm.

Tunnare ytterväggar och förbättrad energiprestanda med ny lösning

Ytförstärkning är ursprungligen utvecklad för att förbättra murade konstruktioners motståndskraft vid jordbävningar. I detta projekt har forskarna använt samma teknik, men med syftet att kunna lägga på mer isolering och därigenom spara energi. Forskarna har kunnat visa på en ökning av bärförmågan hos ytförstärkta tegelväggar på 30–100 procent. Ett viktigt resultat är därmed att man kan använda väsentligt tunnare murade väggar än idag, utan att det leder till några negativa konsekvenser för bärförmåga och säkerhet.

En minskning av den bärande väggens tjocklek frigör utrymme till mer termisk isolering, utan att ytterligare öka ytterväggens totala tjocklek. Som isolering kan skivor av mineralull, polyuretan (PIR) eller en kombination av dessa två isolermaterial användas. Fasadskiktet kan bestå av till exempel tjockputs, som appliceras mot det yttre isolerskiktet eller tegel.

Ytterväggar med en tjocklek på mellan 420–500 millimeter beräknas kunna få ett U-värde på mellan 0,10–0,11 W/m2K. Jämfört med nuvarande lösningar, innebär de nya vägglösningarna att U-värdet minskar med 20–25 procent.

Viktiga resultat

- Nu kan man bygga murade ytterväggar med 20–25 procent lägre U-värde tack vare en nyutvecklad vägglösning.
- Tjockleken på de bärande delarna är mer kompakt och då kan man använda det insparade utrymmet till mer termisk isolering.
- Energiprestandan kan på detta sätt förbättras utan att ytterligare öka ytterväggarnas totala tjocklek, vilket är en fördel även ur ekonomisk synvinkel.
- Det går att använda väsentligt tunnare murade väggar än idag, utan att det leder till några negativa konsekvenser för bärförmåga och säkerhet.
- Den nya ytterväggstypen lämpar sig väl för byggande av småhus och mindre lokaler. Genom användning av tegelmurverk eller andra, starkare murverksmaterial, kan förstärkta murade väggar användas till flerbostadshus eller större lokaler.

Fullständig rapport
Rapporten ”Energi- och resurseffektiva murade ytterväggar” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se

Rapportens författare
Miklós Molnár (projektledare), Jonas Niklewski och Ívar Björnsson

Utförare
Lunds tekniska högskola

Samfinansiärer
Energimyndigheten, Brukspecialisten i Väst AB, Kåver & Mellin AB, Leca Sverige AB, Nyströms Cementvarufabrik AB, Randers Tegel AB, Tegelmäster i Skåne AB, Tomas Gustavsson Konstruktioner AB, Karling Fasad AB, WSP Sverige AB,Combimix AB, AB Joma

Inom E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

RESULTAT FRÅN FORSKNINGS- OCH INNOVATIONSPROGRAMMET E2B2

Ny metod testar regn- och vindskydd i verklig miljö

Att regn- och vindskyddet på fastigheters fasader fungerar på ett bra sätt är viktigt ur energisynpunkt, eftersom otäta fasader läcker energi. I många vedertagna metoder för provning av produkter för regn- och vindskyddssystem görs tester under gynnsamma förhållanden. Nu har forskare vid RISE utvecklat en ny metod där systemen även testas i realistiska byggarbetsplats-förhållanden. Metoden har fungerat bra vid pilotprovningarna.

Tuffa tester i realitsiska miljöer

I RISEs testlabb i Borås har forskarna i detta projekt satt regn- och vindskyddet på hårda prov. Om detta skikt inte fungerar på ett bra sätt riskerar isolerings-materialet att bli vått eller så kan vinden blåsa igenom isoleringsmaterialet. Det i sin tur leder till att isole-ringsmaterialet förlorar sin isolerande förmåga, med hög energianvändning som en av följderna.

På RISE har forskare i tidigare projekt inom E2B2 studerat lufttätheten i klimatskalet. I detta projekt har de studerat skiktet utanför isoleringen. I många vedertagna metoder för provning av produkter för regn- och vind-skyddssystem genomförs testerna av produkterna under gynnsamma förhållanden med normal inomhustemperatur och luftfuktighet. I detta projekt har man kompletterat metoden, så att man även genomför tester i miljöer som liknar realistiska byggarbetsplatsförhållanden. Tester har genomförts i tre olika miljöer: ideala förhållanden (normalt labbklimat), i kall och fuktig miljö, cirka 5°C 90–95 procent relativ fuktighet samt i dammig miljö.

Forskarna har genomfört tester av tre olika regn- och vind-skyddssystem av olika fabrikat. Systemen innehöll folie, tejp, manschetter för genomföringar och sylltätning.

Läckage vid regn och vindbyar

Provningsmetoden har fungerat bra vid pilotprovningarna.

Viktiga resultat

- En ny metod har utvecklats och testats för regn- och vindskyddssystem. I den nya metoden testas även systemen i realistiska byggarbetsplatsförhållanden.
- Metoden har fungerat bra vid pilotprovningarna. Man kan se en förändring av lufttätheten vid mätningar före respek-tive efter värmebehandlingen.
- Alla tre provade regn- och vindskyddssystem är mycket lufttäta. Det innebär att man kan få en rejäl förbättring av lufttätheten och därmed lägre energianvändning i byggnader där de undersökta lufttäthetssystemen används.
- Värmebehandlingen gav lite olika resultat, en del mätningar visade ett ökat läckage efter värmebehandlingen medan andra mätningar visade på minskat luftläckage efter värmebehandlingen.
- Alla de undersökta regn- och vindskyddssystemen visade på läckage vid tester i kombinerat regn och blåst. Om fasaden inte är regntät blir isoleringsmaterialet vått och förlorar därmed sin isolerande förmåga.

Det går att se en förändring av lufttätheten vid mätningar före respektive efter värmebehandlingen. De tre provade regn- och vindskyddssystemen var mycket lufttäta, vilket är bra ur energisynpunkt.

Värmebehandlingen gav lite olika resultat. En del mätningar visade ett ökat läckage efter värmebehandlingen medan andra mätningar visade på minskat luftläckage efter värmebehandlingen.

Vid belastning av regn och vindbyar hade alla tre regn- och vindskyddssystemen läckage – dock olika mycket. Att regn- och vindskyddssystemen inte är helt vattentäta är inte bra eftersom det är en av förutsättningarna för att långsiktigt kunna hålla en låg energianvändning. Det kan också vara ett problem då regn- och vindskyddssystemen ibland används i stället för ett separat väderskydd på en byggarbetsplats.

Fullständig rapport
Rapporten ”Testmetod för funktion och beständighet hos regn- och vindskydd” kan laddas ner utan kostnad på www.E2B2.se

Rapportens författare
Ulf Antonsson (projektledare)

Utförare
RISE

Samfinansiärer
Isola AB, Siga Cover AG och T-Emballage AB

Inom E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmets andra programperiod pågår mellan 2018 och 2021.

Energimyndigheten

IQ Samhällsbyggnad

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Många vinster med att isolera rätt

Tilläggsisolering av vindsbjälklag i flerbostadshus leder till en tydlig besparing av både energi och effekt. Det visar denna studie. Åtgärderna i projektet har dessutom inte lett till några fuktproblem. Det är dock viktigt att fuktsäkerheten utvärderas i varje enskilt projekt. Nu finns en vägledning så att isolering av vindsbjälklag görs på ett genomtänkt sätt som minskar risken för fuktskador.

Bra åtgärd om den görs korrekt

Att tilläggsisolera vindsbjälklag i ett flerbostadshus är ofta en enkel och lönsam åtgärd. Eftersom den kan genomföras i stor skala går det dessutom att spara förhållandevis mycket energi. Det är samtidigt viktigt att det görs på rätt sätt. I denna studie har forskarna gjort mätningar i fyra flerbostadshus i Linköping. I två av fastigheterna har man tilläggsisolerat vindsbjälklag, medan de andra fastigheterna har fungerat som referensbyggnader utan några åtgärder.

I projektet har man studerat vad tilläggsisoleringen lett till gällande energieffektivisering, inomhusklimat, fuktproblematiken samt hur de boende upplever sitt inomhusklimat.

Studien visar att tilläggsisoleringen kan ge en påtaglig besparing av såväl energi som effekt för uppvärmning. De boende är nöjda med inneklimatet och har inte heller störts av arbetet med att isolera vinden. Resultaten visar på att man efter en tilläggsisolering kan behöva injustera uppvärmningssystemet i och med att byggnadens värmebalans ändras.

En farhåga med att isolera vindarna är att det kan leda till fuktproblem och risk för möbelpåväxt. Fuktmätningarna i projektet visar däremot inte på någon en ökad fuktrisk efter tilläggsisoleringen. Samtidigt påpekar forskarna att det är viktigt att fuktsäkerheten utvärderas i varje enskilt fall där tilläggsisolering är aktuellt.

Praktisk handledning för tilläggsisolering

För att spara energi, effekt och dessutom inte skapa fuktproblem är det viktigt att tilläggsisoleringen av vindsbjälklag görs på ett korrekt sätt. Lärdomar från projektet har därför resulterat i en praktisk och användarvänlig handledning. Handledningen tar bland annat upp vad som är viktigt att tänka på för att undvika fuktproblem, men även annat som man bör beakta i samband med planering och genomförande.

Viktiga resultat

- Noggranna mätningar från flerbostadshus visar på att tilläggsisolering av vindbjälklag gett en tydlig besparing av både energi och effekt för uppvärmning.
- De boende upplever att inomhusklimatet har förbättrats efter att vinden isolerats.
- Uppvärmningssystemet behöver injusteras i och med att byggnadens värmebalans ändras.

- Fuktmätningar visar inte på någon ökad risk för fukt efter tilläggsisoleringen, men det är viktigt att utvärdera fuktsäkerheten när det är aktuellt att tilläggsisolera vinden.
- En handledning har tagits fram. Den har fokus på att undvika fuktproblem, men även andra viktiga delar som man behöver ta hänsyn till i samband med planering och genomförande.

Fullständig rapport Rapporten ”Studie av vindsisolering i flerbostadshus” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Sustainable Innovation i Sverige AB, Lunds Universitet och Riksbyggen

Rapportens författare: Roland Thérus, Jonas Karlsson, Hans Bagge, Dennis Johansson och Akram Abdul Hamid och Jan Kristoffersson.

Samfinansiärer: Riksbyggen

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Räkna med inglasade fasader i lågenergihus

För att kunna uppskatta energianvändningen vid drift i lågenergihus i subarktiskt klimat är det viktigt att även inkludera de inglasade utrymmena. Det visar resultaten från denna studie.

I norra Sverige har det byggts ett fåtal lågenergihus, men genom att få en ökad kunskap om energianvändningen i dessa hus kommer sannolikt fler att våga satsa på energisnåla flerbostadshus i subarktiskt klimat.

I detta projekt har forskare vid Luleå tekniska universitet genomfört beräkningar och mätningar, men också gjort enkäter med de boende i ett flerbostadshus i Piteå. Fastigheten kallas Stadstornet och har dubbla klimatskal. Fasaden är gjord av aluminiumplåt och balkongerna är till största delen inglasade med öppningsbart glas.

Mätningarna av inomhusklimatet visar att det är jämna temperaturer och bra komfort inomhus. Energianvändningen är på 90 kWh/m² A_{temp}, år, vilket är 30 procent lägre än de BBR-krav som gällde vid tiden för byggnation och de uppfyller kraven för Miljöbyggnad Silver. Däremot använder byggnaden mer energi än vad som var projekterat.

Om man inte tar hänsyn till de inglasade balkongerna i projekteringsskedet, visar byggnadsenergisimuleringar och mätningar att man ofta underskattar energianvändning för uppvärmning. Energianvändningen påverkas av att solinstrålning minskar på grund av inglasningen av balkongen. Samtidigt minskar värmeförlusterna genom den del av ytterväggen som omsluts av inglasningen. Det beror på att temperaturen i inglasningen är högre än utetemperaturen under större delen av året. Totalt sett leder dessa faktorer till en ökad användning av energi till uppvärmning.

För at få mer korrekta värden för energianvändningen i drift är det därför viktigt att även inglasningar tas med i energiberäkningar. Ett problem är dock att modelleringen av de inglasade balkongerna är tidskrävande, vilket kan göra att vissa avstår från att ta med inglasningar i sina beräkningar. I projektet konstaterade också forskarna, i arbetet med simulering, att det inte finns någon etablerad metod för utförandet vid projektering.

Resultaten visar att det finns behov av ytterligare forskning och metodutveckling. Det behövs en metod som lätt kan beräkna hur inglasade partier utanför klimatskalet påverkar det termiska inomhusklimatet.

Viktiga resultat:

- Lågenergibostadshuset Stadstornet, som ingick i studien, har ett bra inomhusklimat och använder 30 procent lägre energi än de BBR-krav som gällde vid tiden för byggnationen. Ändå använder byggnaden mer energi än vad som var projekterat.

- För att mer träffsäkert kunna uppskatta energianvändningen i drift i fastigheter med inglasade fasader är det viktigt att beakta inglasningarna vid energiberäkningar.
- Modelleringen av de inglasade balkongerna är tidskrävande, vilket kan göra att vissa avstår från att ta med inglasningar i sina beräkningar.
- Det är skillnad om man tar hänsyn till inglasningar vid byggnadsenergisimuleringar och projektering. Det är därför viktigt att undersöka betydelsen av detta för fler byggnadsobjekt där man både inkluderar geografisk placering och utformning.

Fullständig rapport Rapporten ”Inomhusklimat i hus med inglasade fasader” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Luleå tekniska universitet

Rapportens författare: Mikael Risberg, Petter Lundqvist, Sofia Lidelöw, Shimantika Bhattacharjee

Resultat från forskningsprogrammet E2B2 – energieffektivt byggande och boende

Ny metod beräknar U-värdet för karuselldörrar

Många publika fastigheter använder karuselldörrar, men det finns ingen enkel metod att fastställa dörrarnas värmeförluster. Nu har forskare vid RISE, tillsammans med alla europeiska dörrtillverkare, utvecklat en metod för U-värdesberäkning av karuselldörrar. Målet är att metoden ska ligga till grund för en ny standard.

Karuselldörrar omfattas inte av någon egen produktstandard utan ingår i en standard som främst är avsedd för skjutdörrar. Detta gör att metoderna, som det refereras till i standarden, enbart gäller för tvådimensionella objekt. Det är dock stor skillnad på en skjutdörr och en karuselldörr – inte minst vad gäller geometrin. En karuselldörren påverkar en byggnads energianvändning på flera sätt, framförallt transmissions- och infiltrationsförluster i stängt läge, motorns energianvändning i drift och luftutbytesförluster vid passage.

En standardiserad metod är en förutsättning för att tillverkarna ska kunna konkurrera på lika villkor samt att potentiella köpare ska kunna jämföra olika produkter mot varandra. Dessutom leder en standardiserad metod till att det är lättare för tillverkarna att analysera beräkningsresultaten och utveckla dörrarna till att bli mer energieffektiva. Det underlättar också för konsulter att utföra energiprojekteringar av byggnader där karuselldörrar ingår.

I detta projekt har forskare vid RISE tagit fram ett förslag om en ny metod för beräkning av U-värde av karuselldörrar som kan ligga till grund för revidering av befintliga standarder eller som förslag till en eller flera nya standarder.

Arbetet för att ta fram nya beräkningsmodeller specifikt för karuselldörrar är tidsödande och kräver en hel del forskning. Detaljerade tredimensionella modeller har byggts upp i olika program för att beräkna värmeförlusterna. Utifrån dessa modeller har forskarna gjort förenklingar som kan tillämpas av konsulter så att de kan göra beräkningar med hög noggrannhet och som kan utföras till en rimlig kostnad och inte misstolkas.

I projektet har forskarna gjort jämförelser mellan tredimensionella och tvådimensionella beräkningar av de stora passageutrymmena i en karuselldörr. Resultaten visar att de tvådimensionella beräkningarna ger tillförlitliga resultat och har därför använts vid beskrivningen av beräkningsmetodiken. I rapporten beskrivs hur beräkningarna har gått till.

För att nya metoder och produkter ska kunna standardiseras krävs att man lämnar in ett förslag om New Work Item (NWI) via den nationella standardiseringsorganisationen, vilket i Sverige är Svenska institutet för standarder (SIS). Övriga länder kan därefter rösta om de tycker det finns ett behov av en sådan standard och vid ett behov kan standardiseringsarbetet påbörjas. Det här projektet har avslutats med en förberedelse för att lämna in en NWI via SIS

Viktiga resultat

- Karuselldörrar består normalt av antingen 4-, 3- eller 2-vingar. I utveckling av metoden har man gjort beräkningsrutiner för dessa tre varianter.
- Eftersom dörrarna ska kunna monteras i viken byggnad som helst och tillverkaren inte har någon möjlighet att påverka golvutförandet har forskarna valt att inte ta med detta i metoden.
- Beräkningsmetodiken bygger i så stor utsträckning som möjligt på redan existerande metoder som bland annat beskrivs i standarderna EN ISO 10077-1 och -2:2017 samt EN ISO 10211:2017.
- Förslag till en standard, som utgår från denna metod för U-värdesberäkning av karuselldörrar, är inlämnad till SIS.

Fullständig rapport Rapporten ”Metod för U-värdesberäkning av karuselldörrar” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: RISE

Rapportens författare: Eva-Lotta Kurkinen

Samfinansiärer: ASSA ABLOY, SIS, BoonEdam, Dormacaba, Record och Geze

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Minska energiförlusterna genom att välja karuselldörrar

Karuselldörrar används för att minska infiltration och energiförluster genom en byggnads entré. En ny studie har tagit fram kunskap för att möjliggöra bättre beräkningar av karuselldörrens energiförluster.

Trots att karuselldörrar är en vanlig dörrkonstruktion, finns det väldigt få studier kring energiförlusterna jämfört med en skjutdörr. De studier som har gjorts visar dessutom motstridiga resultat och resultaten är inte speciellt lättillgängliga för arkitekter, konstruktörer och fastighetsägare. Det har därför funnits en stark drivkraft i detta projekt att verifiera de mätmetoder som används och att resultaten är tillförlitliga.

I projektet har fokus legat på att uppskatta luftutbytet som orsakas av karuselldörrens rotation. RISE har, tillsammans med Assa Abloy, genomfört fullskaliga mätningar av tre olika storlekar av karuselldörrar. Där har man undersökt effekterna av hur dörrens storlek, temperaturskillnaden och dörrens hastighet påverkar luftutbytet. Mätningarna visar att det uppmätta luftutbytet påverkas av en kombination av dessa tre faktorer. Den stora dörrens luftväxlingshastighet påverkas däremot inte av dörrens rotationshastighet när dörren roterar med en hastighet högre än två varv/minut. Det beror sannolikt på att tömningen av facket har en viss fördröjning. För den lilla dörren är emellertid både temperaturskillnaden och dörrens rotationshastighet viktiga för luftväxlingshastigheten. Effekten för medeldörren är mellan den lilla och stora dörren.

I projektet genomfördes även teoretiska fallstudier, för en enkel kontorsbyggnad, för att visa ett tillvägagångsätt för att jämföra prestanda mellan en karuselldörr och en skjutdörr. Karuselldörren visade sig vara mer energieffektiv än skjutdörren och har potential att minska infiltrationshastigheten med upp emot sex gånger. Det motsvarar en energibesparing på cirka 8800 kWh per år. Metoden för att uppskatta graden av dörranvändning för skjutdörren är dock förenklad, vilket kan påverka fallstudieresultaten. Dessutom har vindeffekten inte inkluderats, utan behöver undersökas i framtida studier.

Viktiga resultat:

- Luftombytet i en karuselldörr påverkas av dörrens storlek, temperaturskillnad och dörrens hastighet.
- Mätningar genomfördes på tre olika storlekar på karuselldörrar och den lilla dörren är mest känslig för temperaturskillnaden och dörrens rotationshastighet.
- Karuselldörren är mer energieffektiv än en skjutdörr och har dessutom potential att minska infiltrationshastigheten upp emot sex gånger, vilket motsvarar en årlig energibesparing på 8800 kWh, för den studerade kontorsbyggnaden.

Fullständig rapport Rapporten ”Air exchange through revolving doors during operation” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: RISE Research Institutes Of Sweden AB

Rapportens författare: Huijuan Chen och Sofia Stensson

Livscykelanalys för byggnader i en internationell kontext

Livscykelanalysberäkningar för byggnader bör harmoniseras, däremot inte standardiseras fullständigt. Det framkommer av det internationella forskningsprojektet Annex 72, där Sverige deltagit.

Byggnader står för 20–33 procent av växthusgasutsläppen i världen. Det är därför en sektor där det är viktigt att arbeta aktivt för att minska dessa utsläpp. Livscykelanalyser (LCA) är en bra metod för att bedöma byggnaders miljöpåverkan och kan hjälpa till att peka på åtgärder för att öka resurseffektiviteten för både byggnaderna och byggande.

Livscykelanalyser för byggnader har utförts i mer än 20 år och trots viss standardisering som skett under senare år, så varierar beräkningsmetoderna förhållandevis mycket i olika nationella sammanhang. I detta projekt, som är initierat av International Energy Agency (IEA), har målet varit att arbeta med metodutveckling och harmonisering av LCA i byggnader, så att det blir lättare att jämföra och analysera resultat från olika länder.

I projektet har man gjort LCA-beräkningar för samma byggnad fast placerat den i olika länder och sedan jämfört utfallen. Resultatet av livscykelanalysen blir olika beroende på land. Även om skillnaderna till viss del kan förklaras av faktiska skillnader mellan länderna, är det också metodval som utgör en del av denna variation. I mer djupgående studier, som hade fokus på analyser av en del av livscykeln, underhåll och utbyte av material, visar att val gällande referensstudietidens längd, livslängdsdata för material och beräkningsmetoder kan påverka beräkningsresultaten.

När det gäller livslängdsdata för olika byggnadskomponenter framkom att skillnaderna är stora mellan olika datakällor. Det kan i sin tur påverka resultatet på ett markant sätt. För att få mer robusta och jämförbara beräkningar pekar forskarna på att det behövs en uppdaterad och standardiserad databas över livslängder för olika byggprodukter och byggkomponenter.

Däremot visar projektet att det inte är önskvärt med en helt standardiserad metod för LCA för byggnader. Det beror på att implementeringarna kräver olika metoder. I projektet har man arbetat med en harmonisering av praxis kring metoddetaljer i livscykelanalyser i byggnader, vilket är ett stort och viktigt steg mot mer robust användning av LCA för byggnader.

Viktiga resultat

- När LCA av byggnader nu i allt större utsträckning används i policy och praktik, finns behov av ytterligare standardisering av detaljer för de scenarioantaganden som behövs när beräkning av framtida klimatpåverkan ska göras.

- I projektet föreslås bland annat att en standardiserad databas – med typiska livslängdsvärden för nationella förhållanden – bör användas för att minska osäkerheterna när klimatpåverkan för framtida underhåll och utbyte beräknas. Idag är det betydande skillnader mellan olika databaser, vilket påverkar resultatet.

- Livscykelanalyser används för olika ändamål och kräver då olika metoder. Därför är det svårt att genomföra – och inte heller önskvärt – med en fullständig standardisering för LCA för byggnader. Däremot bör beräkningarna harmoniseras.

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Invändig tilläggsisolering av ytterväggar

Ny metodik förhindrar fuktskador vid isolering

Det går att spara mycket energi på att tilläggsisolera ytterväggar på byggnader. Det är dock förenat med risker för omfattande fuktskador. Nu finns en metodik som ska förhindra fuktskadorna.

Att spara energi i byggnader är bra för fastighetsägaren, men är också viktigt för att minska miljöbelastningen som kommer från uppvärmning. Att byggnaden har ett bra klimatskal är centralt för att den ska kunna använda energin på effektivt sätt. Trots detta är det många fastighetsbolag som låter bli att isolera sina äldre byggnader. Orsaken är att invändig isolering av ytterväggar riskerar att leda till fukt- och mögelskador.

I detta projekt har forskare vid Lunds tekniska högskola utvecklat en metodik som visar hur man kan tilläggsisolera ytterväggar på ett sätt som leder till energibesparing och där risken för fuktskador är mycket liten.

Metodiken har utvecklats utifrån de erfarenheterna man har fått fram vid tre fallstudier som ingått i projektet. I rapporten beskrivs mer detaljerat hur metodiken har tagits fram.

Metodiken bygger på tre steg där man i det första stegen gör en detaljerad statusbestämning av den befintliga byggnaden. I nästa steg tar man fram förslag på åtgärder utifrån vad man sett behöver genomföras i statusbedömningen. De åtgärder som man planerar att göra ska analyseras och riskbedömas med hjälp av beräkningar och riskkurvor för mögeltillväxt. I det tredje och sista steget gör man fortlöpande mätningar av temperaturer och fukt i de punkter och skikt som, man i riskbedömningen, bedömt som viktigast att kontrollera.

Eftersom metodiken utgår från endast tre fallstudier poängterar forskarna att det är viktigt att fastighetsägare som överväger invändig tilläggsisolering att göra en detaljerad bedömning av riskerna utförd av en fuktsakkunnig.

De lyfter också fram att för att för att metodiken ska få spridning och börja användas i stor skala behöver den testas och utvärderas i ett antal objekt.

Viktiga resultat

- Genom att på ett systematiskt sätt analysera förutsättningar och risker, genomföra mätningar och beräkningar kan man rejält minska risken för fuktskador vid invändig tilläggsisolering av ytterväggar.
- Metodiken som har utvecklats i detta projekt har sin grund i de utredningar som tagits fram i tre fallstudier som är genomförda på byggnader i Göteborg, Finspång och Uppsala.
- Metodiken bygger följande tre steg: statusbedömning, åtgärdsförslag samt mätning av temperatur och fukt. I rapporten beskrivs metodiken utförligt.

- Det finns inte någon standardlösning på hur man ska tilläggsisolera för att minska risken för fuktskador, utan i projektet har man utvecklat en metodik hur man kan jobba på ett systematiskt sätt för att minska dessa risker.

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Puts med aerogel spar energi

Genom att blanda aerogel i puts till fasader bör man kunna uppnå stor energibesparing. I detta projekt har man undersökt hur puts med aerogel fungerar i ett svenskt klimat. Resultatet är positivt, men det krävs ytterligare studier för att undersöka dess egenskaper på lång sikt.

Puts är ett tåligt fasadmaterial, vilket ger den stora fördelar och det är också en förklaring till att puts är det vanligaste fasadmaterialet på svenska byggnader. En nackdel är att det inte är speciellt bra energimässigt. Många av byggnaderna med putsfasad står inför ett renoveringsbehov, varför det finns en bra möjlighet att ersätta konventionell puts med en puts som är bättre ur energisynpunkt.

Genom att blanda i superisoleringsmaterialet aerogel i putsen kan putsen få egenskaper som leder till bättre värmeisolering och därmed sparar energi. Ytterligare en fördel med aerogelputsen är att den inte behöver vara lika tjock som vid traditionell puts. Det gör att mängden uthyrningsbar golvyta inomhus kan öka – yta som annars skulle tagits upp av väggens isolering. Det i sin tur leder till ökade hyresintäkter.

Tester i svenskt klimat

Aerogelputs har provats i bland annat Centraleuropa med bra resultat. I detta projekt har man testat hur sådan puts fungerar under svenska förhållanden, där klimatet snabbt kan förändras mellan varmt och kallt.

I projektet har man undersökt kommersiell aerogelputs som har en värmeledningsförmåga på 0,028–0,048 W/(m·K). Forskarna har gjort litteraturstudier, genomfört teoretiska beräkningar, gjort laboratorieförsök och även testat materialet i fält.

Erfarenheter från provmontage och putsning av en väggyta visar att aerogelputsen i stort beter sig som konventionell puts. För att den ska användas på svenska byggnader är det dock viktigt att göra fortsatta studier hur materialet beter sig på lång sikt.

Aerogelputs under lång tid

Det finns resultat från tidigare fallstudier som visar att aerogelputs, efter flera års mätningar, inte visar på någon signifikant åldring eller förändrade egenskaper med tiden.

Den hygrotermiska och mekaniska kompatibiliteten för olika material i en konstruktion som putsats med aerogelputs har däremot inte studerats på en generell nivå. Det saknas därför fortfarande anvisningar och praktiska riktlinjer för hur aerogelputs ska kombineras i olika typer av byggnader.

För att bekräfta prestandan, och för att motivera de högre investeringskostnaderna för aerogelbaserad puts, pekar därför forskarna i detta projekt på att putsens långtidsegenskaper och kompatibilitet med andra byggmaterial behöver undersökas ytterligare.

Viktiga resultat:

- Aerogelputsen beter sig i stort som konventionell puts. Det visar erfarenheter från provmontage och putsning av en väggyta.
- Beräkningarna visar att energianvändningen kan minska med 28–48 kWh/m^2 och år beroende på ort och aerogelputsens tjocklek.
- Det finns få resultat på hur aerogelputsen beter sig på lång sikt. Det är därför viktigt att putsens långtidsegenskaper och kompatibilitet med andra byggmaterial undersöks ytterligare.
- Aerogelputs är dyrare än traditionell puts, men kan konkurrera genom att den kan ge ökad termisk komfort, sänkta uppvärmningskostnader och ökade hyresintäkter.

Fullständig rapport Rapporten ”Superisolerande puts för renovering och nybyggnation” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Chalmers tekniska högskola

Rapportens författare: Pär Johansson

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Forskarstation på Antarktis ger vägledning för framtida träbyggnader

Hur påverkas en byggnad i trä av extrema väderförhållande med orkanvindar i -30 grader? Det har svenska forskare undersökt på Antarktis. Slutsatserna är viktiga när man ska bygga träbyggnader i ett förändrat klimat.

Klimatförändringarna kommer att leda till ett annorlunda klimat än det vi är vana vid. Många vetenskapliga studier visar på att det kommer att bli varmare på jorden, men det finns också studier som pekar på stora variationer där det periodvis och lokalt kan bli mycket kallare än idag. Genom att undersöka byggnader som redan idag är utsatta för extremt väder får man en viktig kunskap hur byggnader ska byggas framöver för att tåla ett förändrat klimat.

I den här studien har svenska forskare tagit reda på vad som händer i en träbyggnad som är uppfört i Antarktis och som ska klara extrema väderförhållanden med orkanvindar, svår kyla och också snabba väderomslag med 60 graders skillnad under ett dygn.

Byggnaden som ingått i studien är den svenska forskningsstationen Wasa, vilken byggdes för drygt 30 år sedan. Byggnaden, på 133 kvadratmeter, är gjord i trä och står på 1,5 meter höga stolpar för att undvika ansamlingar av drivsnö.

Träbyggnaden tål extremvädret

Mätningarna, som genomfördes under sydsommaren 2019–2020, visar att träbyggnaden överlag har klarat sig bra. Den har stått emot vindstyrkor på 60 m/s, men de kraftiga vindarna har gjort att drivsnö har trängt in i minimala öppningar i konstruktionen. När snön sedan smält – på grund av den kraftiga solstrålningen – har vattnet orsakat mindre fuktskador och även vissa mögelangrepp. I några bärande ihåliga stålbalkar har omväxlande upptining och frysning lett till att materialet spruckit.

Stationen används ungefär 15 procent om året. Resten av tiden är byggnaden ouppvärmd. Mätningarna visar att det har bildats fukt i isoleringen i väggarna och eftersom byggnaden inte är uppvärmd under större delen av året gör det att väggarna inte torkar ut. Vid kraftig solstrålning kan det bli uppåt 40 grader varmt i väggarna. Det i sin tur leder till konvektion som försämrar isoleringsförmågan. Denna värme skulle emellertid kunna användas för att minska energiförbrukningen under perioden då byggnaden används. Detta genom att låta tilluften passera husets luftspalter.

Viktiga faktorer att ta hänsyn till

Projektet visar att det finns delar och konstruktionslösningar som är extra känsliga för klimatförändringar och extrema vädersituationer. Om man ska använda trä som byggmaterial i ett klimat med större variationer mellan varmt och kallt och som dessutom ska tåla extrema vädersituationer finns det flera faktorer man bör ta hänsyn till menar forskarna. I rapporten lyfts fram att det är viktigt att tänka på att materialet har en benägenhet att ändra form vid olika fukthalter. Det gör det extra viktigt att det är tätt i skarvar. Därtill måste man hantera risken för hög

fuktbelastning, för det har visat sig vara särskilt känsligt för byggnader som periodvis står ouppvärmda.

Viktiga resultat:

- Forskningsstationen i trä på Antarktis har huvudsakligen fungerat bra under 30 år.
- När man bygger en träkonstruktion som ska tåla ett extremt klimat och rejäl kyla är det viktigt att konstruera en tät fasad där vindgenererad fukt inte kan tränga in.
- Byggnader som står ouppvärmda någon del av året löper en hög risk för fukt i isolerande skikt i klimatskalet.
- Det går att minska uppvärmningskostnaderna när byggnaden används genom att använda en värmeväxlare och tillförseln av extra värme via husets luftspalter.
- När man bygger i trä är det viktigt att klara både temperaturrörelser och fuktvariationer så att man undviker mögelangrepp.

Fullständig rapport Rapporten ”Långtidsstudie av byggnader i trä i kallt klimat” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Luleå tekniska universitet

Rapportens författare: Lennart Elfgren och Dag Haugum

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Nya verktyg hjälper småhustillverkarna att redovisa klimatpåverkan

I kommande lagkrav ska småhustillverkare redovisa byggnadens klimatpåverkan. I detta projekt har man tagit fram verktyg, mallar och schabloner som ska underlätta detta arbete.

Idag finns det flera verktyg för att göra livscykelanalyser (LCA) av byggnaders klimatpåverkan. Dessa verktyg är dock inte utvecklade eller testade för småhus, där processen och behoven ser annorlunda ut jämfört med större byggnader. Småhustillverkare använder dessutom inte branschgemensamma system eller processlogik. Det gör det svårare att gemensamt utveckla en process för att ta fram klimatdeklarationer med digitala system och metoder. Varje företag måste därför skapa sina egna rutiner för informationsflöden rörande klimatet.

Samtidigt har man i detta projekt sett att småhustillverkarna har stor nytta av gemensamma mallar, rutiner och arbetssätt. Det kan annars bli tidskrävande att genomföra en klimatberäkning i varje enskilt projekt. I projektet har därför fokus legat på att ta fram gemensamma verktyg, mallar och schabloner för att förenkla arbetet med att klara kommande lagkrav om klimatdeklarationer. Underlaget till dessa verktyg har man utvecklat från de fallstudier som genomfördes i projektet.

Gradvisa förbättringar

En fördel som finns i småhusbranschen och det industriella byggandet är att de har rutiner för återföring av erfarenheter på plats. Det gör att man på ett strukturerat sätt kan arbeta med stegvisa förbättringar för att minska klimatpåverkan. Man slipper därmed att börja om från början i varje nytt projekt, vilket är vanligt i konventionella byggen med korta cykler och en projektbaserad kultur.

Detta blir extra viktigt, därför många småhustillverkare menar att förändringsprocesser kan vara relativt tröga i den industriella tillverkningen. Det gäller särskilt vissa typer av produkter och byggdelar och att fabriken kan begränsa vilka åtgärder som är möjliga att genomföra. Återföring av erfarenheter fungerar bättre vid industriell produktion, större förändringar däremot kräver mer resurser då en hel tillverkningslinje kan behöva byggas om.

Småhustillverkarna, i studien, anser att det i första hand är lagkrav som driver utvecklingen för att minska småhusens klimatpåverkan. På längre sikt bedömer de dock att kunderna kommer att ställa ökade klimatkrav, vilket i sin tur kommer att öka intresset ytterligare för klimatfrågan hos småhustillverkarna och också minska småhusens klimatpåverkan.

Viktiga resultat:

- Småhustillverkarna har stor nytta av gemensamma mallar, rutiner och arbetssätt. Det riskerar annars att bli tidskrävande att genomföra en klimatberäkning i varje enskilt projekt.
- I projektet har man tagit fram schabloner och nyckeltal för fönster/fönsterdörrar, installationer, dataluckor samt beräkningsverktyg A5.2-A5.5. Genom att använda dessa kan

småhustillverkare enklare uppskatta klimatpåverkan för delar som vanligtvis är svårt att räkna på.

- I studien har man även tagit fram förslag på ett gemensamt arbetssätt och stödmaterial för att minska klimatpåverkan vid småhustillverkning.
- Majoriteten av småhustillverkarna i studien anser att LCA-baserad information är viktig i arbetet med att minska klimatpåverkan från sina hus. De flesta börjar med de stora posterna och utgår exempelvis från referenshus.
- Det som driver klimatarbetet vid tillverkning av småhus är i första hand lagkrav. På längre sikt bedömer dock många småhustillverkare att kunderna kommer att ställa ökade klimatkrav, vilket i sin tur kommer att leda ett arbete som minskar klimatpåverkan.

Fullständig rapport Rapporten ” KlivPå småhus – klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Arbio AB

Rapportens författare: Anders Rosenkilde, Åsa Thrysin, Sara Borgström och Johanna Brismark.

Anpassning av solelanläggningar till nordiska förhållanden

Genom att anpassa solelanläggningar för stora låglutande tak i norr går det att producera mer el. Detta tack vare mer optimal position mot solens instrålning och mindre snöskuggning.

Det finns ett kraftigt ökat intresse för solelanläggningar i Sverige och majoriteten av dessa anläggningar installeras på tak. I norra Sverige sker nu en stor nybyggnation av industrier och datacenter – byggnader som ofta har tak som lämpar sig väl för solelanläggningar. Samtidigt har solelanläggningar som installeras i norr andra förutsättningar än på sydligare breddgrader då det periodvis är mycket snö, vilket påverkar möjligheterna att producera el från dessa anläggningar.

Stora produktionsförluster

I detta projekt har forskare undersökt hur solelanläggningar i nordliga klimat kan anpassas så att de kan elproduktionen kan öka. Fokus har varit på solelanläggningar på stora låglutande tak. På sådana tak monteras oftast solcellsmodulerna direkt på taket och vinklas upp omkring tio grader. Det medför att snö som ackumuleras på modulerna inte kan glida av utan behöver smälta bort, vilket orsakar stora produktionsförluster under framför allt vårvintern.

I projektet har man utvärderat fem alternativa utformningar av solelanläggningar, för att undersöka om de snöskuggningsrelaterade förlusterna minskar och om mer solinstrålning kan fångas jämfört med en konventionellt utformad anläggning, i syfte att öka elproduktionen. Vindlastberäkningar har genomförts genom modellering i ett CDF-program (Computational Fluid Dynamics). Dessutom har forskarna simulerat elproduktionen i två olika simuleringsprogram, och tagit hänsyn till både snö- och radskuggning.

Snöskuggning och vind

Simuleringarna av produktionen visar att alla utformningar ger en lika stor eller högre produktion än en konventionell anläggning, men att vissa utformningar fortfarande har stora förluster på grund av snöskuggning. Undersökningen i CFD visar att ju mer modulerna vinklas upp, desto större dragkraft får de av vinden vilket medför att de behöver förankras bättre.

För att få mer kunskap om dessa faktorer pekar forskarna på att nästa steg bör bli att närmare undersöka snösansamling kring anläggningarna och testa de mest lovande utformningarna i fält med olika vindlaster.

Viktiga resultat

- Dragkraften från vinden väntas bli cirka tio gånger större för solcellsmoduler med 45 grader respektive 90 graders vinkel jämfört med konventionella låglutande solcellsmoduler, vilka har tio graders lutning.
- Genom att vinkla solcellsmodulerna mer än konventionella solcellsmoduler förväntas de producera mer el genom mer optimal position mot solens instrålning och mindre förväntad snöskuggning.
- För att minska radskuggning behövs större radavstånd mellan modulerna, vilket innebär att det behövs en större yta för samma installerade effekt.
- Vilken utformning som passar för olika typer av tak behöver utvärderas utifrån lokala förhållanden och behov.

- Snöskuggning ger ett produktionsbortfall under vårvintern på upp till 30 procent av årsproduktionen vid en konventionellt utformad solelanläggning och även om det framtida klimatet förväntas ge mindre mängder snö, så kommer denna problematik inte minska i närtid i de nordligaste delarna av Sverige.

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Energi- och resurseffektiva murade ytterväggar

Demonstration av energi- och resurseffektiva murade ytterväggar

Energieffektiv renovering av murade ytterväggar

Banbrytande teknik för murade väggar – lägre U-värde och tunnare konstruktion

Med hjälp av en nyutvecklad vägglösning går det att bygga murade ytterväggar med 20–25 procent lägre U-värde än idag. Nu finns en handbok för projektering av dessa ytförstärkta väggkonstruktioner.

Ökande krav på energiprestandan har lett till att många murade ytterväggar idag är 450–500 mm tjocka. Nackdelen med detta är att fastighetsägaren förlorar användarbar yta och att mer material måste användas.

I ett forskningsprojekt – som E2B2 har stöttat i flera etapper – har forskare vid Lunds tekniska högskola (LTH) analyserat, utvecklat och testat en ny väggkonstruktion. Den nya konstruktionen är välisolerad, men har betydligt tunnare än dagens isolerade vägglösningar.

Den nyutvecklade väggkonstruktionen använder lättklinker respektive tegel. Tjockleken på de bärande delarna är mer kompakt genom att man använder ytförstärkning. Denna typ av ytförstärkning utvecklades ursprungligen för att förbättra murade konstruktioners motståndskraft vid jordbävningar.

Genom att väggkonstruktionen är mer kompakt har forskarna använt en del av det insparade utrymmet till mer termisk isolering, vilket i sin tur spar energi. Som isolering kan skivor av mineralull, polyuretan (PIR) eller en kombination av dessa två material användas. Eftersom lösningen är mer kompakt går att använda betydligt tunnare väggar än idag. Väggkonstruktioner med ytförstärkning har, genom labbtester och beräkningar, visat sig ha lika bra bärförmåga eller säkerhet som traditionella väggkonstruktioner.

I projektet har forskarna, tillsammans med aktörer från murverksindustrin, genomfört mer än 40 praktiska tester på våningshöga väggar. De har byggt tre demonstrationsväggar där förstärkningsmetoden har använts. U-värdet på dessa ytterväggar är 20–25 procent lägre jämfört med dagens murande väggkonstruktioner, vilket ger en energibesparing på cirka 15–20 procent på byggnadsnivå. Demonstrationsväggarna är dessutom inte lika tjocka som traditionellt murade väggar, vilket innebär att energiåtgången vid tillverkning av murverksmaterial blir lägre.

I projektet ska man även testa den nyutvecklade tekniken i tre pilotprojekt. Ett av dessa projekt är färdigbyggt, medan de övriga pilotprojekten pågår. Dessa två ska uppföras under 2024 respektive 2025.

Under projektet har man tagit fram en handbok med dimensionering- och projekteringsanvisningar samt förslag till detaljutformning. Det finns också möjlighet att komma på visning av demonstrationsväggarna.

Viktiga resultat

- Nu kan man bygga murade ytterväggar med 20–25 procent lägre U-värde. Detta tack vare en nyutvecklad väggkonstruktion.
- De bärande delarna i väggkonstruktionen är mer kompakta än traditionella lösningar. Det insparade utrymmet används till mer termisk isolering.
- Den nya väggkonstruktionen passar vid nybyggnation av småhus och lokaler, men även vid förstärkning av murade väggar i flerbostadshus.
- Väggkonstruktionen passar även i befintliga byggnader med murad stomme, där man i samband med renovering ska genomföra större ändringar i planlösningen eller ska bygga på fler våningsplan.
- Det finns en handbok med dimensionering- och projekteringsanvisningar samt förslag till detaljutformning. *https://lup.lub.lu.se/search/files/184769563/Rapport_TVBK-3079.pdf*
- Det finns tre demonstrationsväggar hos Weber Saint Gobain i Skåne dit man kan komma på visning.
- Den nyutvecklade väggkonstruktionen ska användas i tre pilotprojekt. Ett av dessa projekt är byggt, medan övriga två ska uppföras under 2024 respektive 2025.

Fullständiga rapporter: Rapporterna **”**Energi- och resurseffektiva murade ytterväggar”, ”Demonstration av energi- och resurseffektiva murade ytterväggar” och ”Energieffektiv renovering av murade ytterväggar” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Biobaserade fasändringsmaterial för energilagring i byggnader

Fasändringsmaterial kan kapa värmekostnader

Genom att kapsla in fasändringsmaterial i trämaterial i tak, golv och väggar kan man öka energilagringen i byggnader. Praktiska försök visar att det går att spara minst 10 procent av värmeenergin på detta vis.

Fasändringsmaterial är ett material som kan lagra och frigöra energi genom att ändra fas, vanligtvis mellan fast och flytande form. Det passar mycket bra för värmelagring i fastigheter eftersom de kan förbättra energieffektivitet genom att minska behovet av extra uppvärmning eller kylning.

I detta projekt har man använt sig av organiska fasändringsmaterial i form av fettsyror respektive estrar. Dessa ämnen har impregnerats i massivt trä, träfibrer och träspån under olika tryck, vakuum, temperatur och varaktighet. De nya byggnadsmaterialen har sedan använts i trägolv och i helt biobaserade spånskivor. De har i sin tur använts i modeller i form av kubformade miniatyrhus på vardera en kubikmeter. Bredvid modellerna har det funnits ett likadant miniatyrhus med vanliga byggmaterial, vilka har gjort det möjligt att jämföra de nya byggnadsmaterialen med traditionella byggmaterial.

Projektet har ingått i EU-projektet BIO-NRG-STORE och modellerna har funnits i Uppsala samt Kuchl i Österrike och Florens i Italien.

Modellerna med de organiska fasändringsmaterialen har varit designade för att lagra överskott av energi när temperaturen går över 25°C. De har sedan frigjort lagringsenergin när temperaturen inuti modellen sjunkit under 18°C. Därigenom håller sig innertemperaturen konstant inom 18–25°C under längre tid, och mindre energi behövs därmed för att värma upp miniatyrhuset.

Resultaten visar att det går att spara 10 procent av värmen när man använt de biobaserade byggnadsmaterialen. Försöken visar också att det går att spara ytterligare termisk energi om man ökar mängden fasändringsmaterial eller har bättre styrning av värmesystemets temperaturområde (eller temperaturintervall). Ytterligare en fördel med de nya materialen är att de har bättre klimatprestanda än materialen som användes i jämförelsemodellen.

En nackdel som lyfts fram är att de nya materialen klassas som extra brandfarliga. Det är därför nödvändigt att brandsäkerheten förbättras rejält om de ska användas i byggnader.

Viktiga resultat

- Det går att spara minst 10 procent av värmeenergin om man använder biobaserade fasändringsmaterial för energilagring i byggnader.

- Kombinationen av fettsyror och estrar, från exempelvis växtoljor, är lämpliga för byggapplikationer.
- Det går att impregnera biobaserade fasändringsmaterial i både massivt trä och träfibrer.
- De biobaserade fasändringsmaterialen som använts i projektet har 5,4 procent lägre miljöpåverkan jämfört med de traditionella byggmaterialen som användes i referensmodellerna.
- De nya materialen klassas som extra brandfarliga och det är nödvändigt att brandsäkerheten förbättras rejält.

Fullständig rapport Rapporten ”Biobaserade fasändringsmaterial för energilagring i byggnader” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Rapportens författare: Nasko Terziev, Meysam Nazari, Mohamed Jebrane

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Klimatsmart renovering med innovativ träfasad

Digital design förenklar renovering med träfasader

Nu finns prefabricerade träfasadsystem för renovering som är anpassade efter de befintliga fasaderna. I detta forskningsprojekt har man utvecklat ett digitalt designverktyg, vilket förenklar processen med projektering och tillverkning av det prefabricerade fasadsystemet.

Det finns ett stort behov av renovering och energieffektivisering av byggnader som är uppförda under perioden 1950–1980-talet, vilket omfattar miljonprogrammet. I detta projekt har forskare på RISE och Luleå Tekniska Universitet utvecklat ett träbaserat fasadsystem med isolering för hållbar renovering. I projektet har även Hedlunda Industrier AB i Lycksele, SCA Wood, bostadsbolaget Kirunabostäder och Equator arkitekter deltagit.

Att utveckla ett nytt fasadsystem som är miljövänligt, energieffektivt och kan anpassas till olika fasaduttryck är en krävande och kunskapsintensiv uppgift. I detta projekt har därför yrkespersoner från olika områden i värdekedjan deltagit tillsammans med forskarna.

För att träfasaderna ska kunna få ett genomslag och användas vid många renoveringar är det flera kriterier som behöver uppfyllas. De behöver kunna tillverkas industriellt på ett effektivt sätt, vara enkelt att använda för arkitekter i deras gestaltnings- och projekteringsprocess samt kunna anpassas för olika fasaduttryck. Dessa delar har därför varit centrala i projektet.

I projektet har man utvecklat flera versioner av fasadsystemet för att undersöka om det går att tillverka i industrin. Man har också tagit fram ett digitalt designverktyg för arkitektens projekteringsprocess, vilket är anpassat för att träfasadsystemet ska kunna tillverkas industriellt. Designverktyget är utvärderat för fem olika utformningar av fasader, men det kan utvecklas mot betydligt fler fasaduttryck.

Något som särskiljer detta projekt, jämfört med utveckling av andra fasadsystem, är dess fokus på de estetiska aspekterna. Vanligtvis brukar det vara energieffektivisering som är det primära. Ur ett samhällsperspektiv är det viktigt att renoveringar av befintliga byggnader leder till att byggnaderna blir mer energieffektiva, men det är också viktigt att bevara och höja kvaliteten på fasadarkitekturen. Detta projekt kan bidra till att båda dessa målsättningar kan nås.

Resultaten från projekten presenteras i en rapport, tre akademiska artiklar och flera populärvetenskapliga artiklar. Dessutom kommer delar av resultatet att vara en del i en doktorsavhandling.

Viktiga resultat

- Projektet visar på nya möjligheter att använda prefabricerade träbaserade fasadlösningar för de omfattande renoveringsbehov som finns framför allt i miljonprogrammets byggnader.
- För att underlätta arbetet för arkitekternas planering och gestaltningsarbete har ett nytt digitalt designverktyg utvecklats.

- Verktyget kan simulera olika typer av fasader och skapa ett digitalt underlag till fasadtillverkare. Det innebär att hela processen – från design till produktion och montage – hänger ihop utan avbrott. Det i sin tur minskar risken för fel.
- Detta sammantaget innebär att fastighetsägare kan effektivisera sina renoveringsprocesser och samtidigt bibehålla en hög arkitektonisk kvalitet.

Fullständig rapport Rapporten ”Klimatsmart renovering med innovativ träfasad” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: RISE Research Institutes of Sweden

Rapportens författare: Karin Sandberg och Camilla Schlyter

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Positiva resultat för aerogelputs i Sverige

Aerogelbaserade putssystem är en fuktsäker lösning vid tilläggsisolering av murade väggar. Det visar resultaten i detta projekt där forskare vid Chalmers gjort studier i både laboratorium och i fält.

Omkring en tredjedel av de svenska flerbostadshusen har en putsad fasad med oisolerade väggar. Många av dessa hus är nu i behov av renovering. Genom att blanda i aerogel i fasaderna kan man spara mycket energi, vilket beror på att aerogel leder till bättre värmeisolering. Dessutom behöver inte aerogelbaserade putssystem vara lika tjocka som traditionell puts. Det är en fördel – i synnerhet i kulturhistoriskt värdefulla byggnader där man inte får göra stora estetiska förändringar.

Det finns goda erfarenheter från aerogelputs i byggnader i Centraleuropa, men eftersom Sverige har ett annat klimat med mer fukt och regn är det viktigt att undersöka att denna puts även passar för svenska förhållande, vilket forskarna har gjort i detta projekt.

Forskarna har analyserat data från en byggnad i Mölndal med aerogelbaserade putssystem och från pilotstudier i laboratorium. De har haft fokus på de termiska egenskaperna och fuktegenskaperna i dessa system och då i synnerhet i samverkan med betong- och murverkskonstruktioner i svenskt klimat.

I projektet har forskarna utvärderat putssystemets fuktupptagning vid olika regnscenarier, tidig uttorkning av byggfukt och förväntad termisk isoleringsförmåga i verkliga fältförhållanden. De har även analyserat hur vattenavvisande egenskaper och ytsprickor påverkar fuktupptagning och uttorkningsförmågan hos putssystemet, vilket i sin tur påverkar isoleringsförmågan. Resultatet indikerade att byggfukten i putsen torkar ut inom sex månader.

I pilotstudierna genomfördes även tester i laboratorium och där undersökte forskarna hur mycket fukt putssystemet tog upp när det utsattes för slagregn som ledde till vattenavrinning. Resultatet visade att putssystemet hade liten fuktupptagning, även när det var fuktigt under ett dygn.

Sammantaget indikerar resultaten på att aerogelbaserade putssystem är en fuktsäker lösning för svenska byggnader med utvändig tilläggsisolering av väggar som är gjorda av betong eller som är murade.

Viktiga resultat:

- I oskadade aerogelbaserade putssystem är det låg upptagning av fukt. Dessa studier indikerar att detta är en fuktsäker lösning för utvändig tilläggsisolering av betong- och murverksstrukturer.

- Om man använder vattenvisade färg på utsidan av aerogelbaserade putssystem minskar vattenupptagning med upp till 50 procent, utan att minska uttorkningen.

- Aerogelbaserade putssystem är inte lika tjocka som traditionell puts, vilket är en stor fördel för byggnader där man inte tillåts göra förändringar i den yttre utformningen, som exempelvis kulturhistoriska byggnader.

- Om tio procent av de befintliga flerbostadshusen i Sverige skulle använda aerogelbaserade putssystem går det att spara 63 GWh årligen i hela byggnadsbeståndet. Det visar energisimuleringar.

Fullständig rapport Rapporten ”Aerogelputs för hållbar renovering av putsade byggnader” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Chalmers tekniska högskola

Rapportens författare: Pär Johansson

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Cementsnåla husgrunder

Cementsnåla husgrunder ger stor miljöbesparing

Dagens husgrunder i betong byggs med en överkapacitet, vilket leder till att onödigt mycket resurser används. Men det går att använda grundplattor med 60–65 procent mindre cement visar detta forskningsprojekt.

Idag används en cementrik betong i husgrunder och den ger en högre kvalitet än vad som är nödvändigt. Det innebär att man använder mer cement i betongen än vad som faktiskt behövs för detta ändamål. Tillverkningen av cement är energikrävande och leder till koldioxidutsläpp. Kan man minska andelen cement i betong går det att göra betydande miljövinster.

I detta projekt har forskare vid LTH haft målet att experimentellt utveckla fungerande lösningar till cementsnåla grunder och klarlägga viktiga egenskaper och aspekter som kan underlätta användningen av dessa lösningar, till exempel uttorkning. De har också undersökt vad de nya betongtyperna innebär i produktionstid och kostnader.

Forskarna har utvecklat fyra recept, varav två recept har utgått från traditionellt tillverkad betong, men med lägre halter av bindemedel. I de andra två recepten har man använt cementbunden makadam (CBM).

I projektet har forskarna testat dessa betongtyper i mindre skala i labbmiljö. Dessutom har man använt cementbunden makadam som grund till ett tegelkonstverk som byggdes i Malmö under våren 2024.

Resultatet från forskningen visar att det finns bra förutsättningar att använda betongsorter till husgrunder i småhus med betydligt lägre bindemedel än vad som används idag. Vill man använda de cementsnåla betongtyperna utanför småhussektorn, till exempel för att bygga golv till kommersiella lokaler eller industrier, behöver betongen utvärderas med avseende på slitstyrka. Om cementsnål betong exponeras för utomhusklimat, ska även dess frostbeständighet klargöras.

Viktiga resultat

- Det går att använda grundplattor till småhus som har 60–65 procent mindre cement än vad som används i traditionell betong.
- Uttorkning av cementbunden makadam (CBM) sker i stort sett samma takt som hos traditionell betong.
- Det är inte så vanligt att använda CBM i Sverige och det kräver delvis andra arbetsmoment än när man använder traditionell betong i markplattor.
- Merkostnaden för en grundplatta av CBM är cirka tio procent. De ökade kostnaderna beror på hanteringen av makadamlagret och ett ökat behov av skydd vid låga temperaturer.

- Omställning till klimatförbättrad cement beräknas leda till stora prisökningar där klimatvänligare bindemedel kommer att kosta tre till fyra gånger mer än idag. Det kommer att gynna betong med låg bindemedelshalt som exempelvis CBM.

Fullständig rapport Rapporten ”Cementsnåla husgrunder” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: LTH

Rapportens författare: Miklós Molnár och David Wahlbom

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Aktiv termisk grundläggning

Husgrund som värmelager – innovativt koncept utvärderat

I detta projekt har man utvärderat en ny slags husgrund som kan spara energi genom värmetrögheten i materialet, vilket utgörs av en träkonstruktion med stenmjöl. Resultatet visar att husgrunden kan lagra energi, men att konceptet behöver utvecklas.

I projektet har man byggt ett parhus med en husgrund som också fungerar som ett värmelager. Genom att använda en träkonstruktion tillsammans med stenmjöl kan husgrunden spara energi. Det fungerar också som ett termiskt batteri som laddar billig energi vid överskott och sedan används vid behov i huset. Det bidrar till att hålla inomhustemperaturen stabil och kan ge lägre energikostnader.

Konstruktionen har ett värmebärande rörsystem för att kunna optimera in- och urladdning av energin från en värmepump respektive husgrunden. Runt husgrunden placerades ett tätskikt och en tjock isolering. Byggnadens golv har isolerats mot byggnadens termiska grundläggningsdel för att motverka värmelagrets direkta inverkan på inomhusklimat.

Syftet med projektet har varit identifiera möjligheter och utmaningar med konceptet. För att kunna utvärdera husgrunden har man genomfört teoretiska beräkningar och simuleringar. Därutöver har man mätt fukt, temperatur och flöde genom verkliga värden som man fått via sensorer som placerats i husgrunden.

Resultatet visar att det går att lagra ansenliga mängder energi i den utvärderade husgrunden. Konceptet kan dock förbättras genom utveckling av själva konstruktionen och en optimering av styrning av driften.

I projektet har man även bedömt miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv av de produkter och material som ingick i grunden liksom av den förändrade energianvändningen. Utvärderingen visar att grunden får en hög miljöpåverkan, vilket är en konsekvens av att den innehåller en större mängd material jämfört med en traditionell husgrund. Ser man till att värmelagret sparar energi innebär det en minskad miljöpåverkan sett till övergödning av färskvatten och marknära ozon. Däremot kan inte detta kompensera för miljöpåverkan av den ökade materialanvändningen.

Viktiga resultat

- Det går att lagra energi i en husgrund som bygger på en träkonstruktion tillsammans med stenmjöl. Den fungerar även som ett batteri, som kan laddas och laddas ur.
- Konceptet går att optimera genom förbättrad styrning och att själva konstruktionen utvecklas.
- Att prefabricera byggnaden så att den snabbt kan lyftas på plats på grundläggningen visade sig ha stora fördelar, då det är viktigt att stenmjölet inte blir blött.
- Denna husgrund har en högre miljöpåverkan än betongplattor, vilket beror på att den använder mer material än traditionella husgrunder. Däremot har husgrunden andra miljöfördelar.

- En fördel med att använda obehandlade träreglar och KL-trä i konstruktionen är att de är lätta att demontera, vilket underlättar vid återbruk av material.

Fullständig rapport Rapporten ”Aktiv termisk grundläggning” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Svensk Trägrundläggning och RISE

Rapportens författare: Peter Ylmén, Klas Wickman, Huijuan Chen, Eva-Lotta Kurkinen, Anders Malm och Olof Mundt-Peterson.

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Förstudie: Etablering av fabrik för renoveringslösningar

Från förstudie till fabrik: Sveriges väg till hållbara renoveringar

Kostnader för renovering går att minska rejält om man gör industriella renoveringspaket. I denna förstudie har man undersökt förutsättningarna för att etablera en svensk fabrik för sådana renoveringslösningar.

Det finns ett stort byggnadsbestånd med hög energianvändning och där det krävs omfattande åtgärder för att de ska klara kommande energi- och klimatmål. Att genomföra större renoveringen är dock kostsamt. Det kan dessutom vara krångligt då det kan innebära att de boende under en period inte kan bo kvar i sina lägenheter utan att det krävs ersättningsboende.

Ett sätt att minska kostnaderna och som också kan göra att de boende kan bo kvar under renoveringen är genom att man industriellt producerar hållbara renoveringslösningar som sedan monteras på plats. I InterReg-projektet INDU-ZERO hade man arbetat fram ett koncept för industriella lösningar för renoveringspaket. I detta E2Be-projekt Indu-Zero Sweden har man undersökt möjligheterna att etablera en svensk fabrik med tillverkning av sådana renoveringspaket.

Man har också arbetat för att verifiera renoveringspaketet för svenska förhållanden. I samband med detta arbete insåg man att det fanns ett par större knäckfrågor som behöver lösas för att kunna göra en industrisatsning. Det handlade dels om brandsäkerhetsfrågan, dels att det krävs en större anpassning och modifiering än väntat vad gäller applicering av tilläggsisoleringselement på de lätta utfackningsväggarna med stomme i trä som är vanliga i svenska byggnader.

Att lösa dessa problem tog mycket tid och minskade tidsutrymmet för kommunikationen med tilltänkta intressenter kring att starta en fabrik. Under projektet skedde de utåtriktade aktiviteterna främst om möten i dialogform och seminarier om konceptet bakgrund, innehåll, möjligheter och utmaningar.

Nu har man inlett ett strategiskt samarbete med ett kommunalt bostadsbolag och med ett företag med stor erfarenhet och kompetens av att bygga fabriker för husproduktion. Man vill, som nästa steg, genomföra en så kallad digital renovering för att verifiera konceptets olika delar i en så verklighetsnära miljö som möjligt.

Viktiga resultat

- Två stora tekniska utmaningarna upptäcktes under projektet. Dessa handlade om tilläggsisoleringselement och brandsäkerhet och där finns nu förslag på lösningar.
- Konceptet med renoveringspaket har tydliga marknadsfördelar, men att starta en fabrik med fullskalig produktion och montage ligger några år framåt i tiden och kräver ytterligare verifieringar med stort fokus på kunden, fastighetsägare och boende.

- Samtal har bland annat förts med olika aktörer i Värmland för att undersöka möjligheterna att bilda ett industrikonsortium och att etablera en fabrik i Värmland, vilken skulle ha en strategisk närhet till många viktiga marknader i Sverige, Norge och Danmark.
- Tiden fram till första intäkt i konceptet är 3–4 år, men beror till stor del på hur affärsmodellen utvecklar sig och vilken slutlig finansieringsform som ska användas.

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Artificiell intelligens för minskat värmeläckage i staden

Ny AI-teknik avslöjar värmeläckor i byggnader

Med hjälp av AI-teknik som använder multispektrala bilder kan man hitta var det finns värmeläckage i både byggnader och i hela kvarter. Tekniken kommer troligtvis även kunna upptäcka andra energirelaterade problem.

För att ta reda på var det läcker energi i en byggnad används vanligtvis termografering det vill säga värmefotografering. Det krävs att en person genomför mätningen och sedan analyserar informationen från varje byggnad, vilket gör att det är både tar mycket tid och är dyrt.

I detta projekt har forskarna i stället valt att hitta värmeläckor med hjälp AI-teknik som använder multispektrala bilder, vilket är en avancerad metod som får fram bilder som både är synliga och icke synliga för ögat, som exempelvis infrarött. I projektet byggde de en anpassad multispektral detektor, där kameran tog bilder i både det infraröda (termiska) och synliga (RGB) bandet i ljusspektrumet samtidigt. Detektorn monterades på en bil och tog flera tusen bilder på byggnadsfasader i ett testkvarter under sommar- och vintertid. Under sommaren sker inga värmeläckor så då fick AI-algoritmen lära sig hur en ”normal” byggnad är. När sedan AI-verktyget användes för vinterbilder så kunde den identifiera avvikelser, vilket då i huvudsak handlade om just värmeläckor. På detta sätt går det att få uppgifter kring värmeläckage från en större mängd byggnader.

I projektet har man även undersökt att detta är juridiskt möjligt och slutsatsen är att det multispektrala bilder av byggnadsfasader inte bör betraktas som personuppgifter om innehållet inte kan koppas till en specifik adress eller person.

Forskarna menar att resultatet i detta projekt även kan bana väg för att upptäcka andra energirelaterade problem som exempelvis mögel eller luftinfiltration. Detta genom att träna AI-verktyget på algoritmer med lämpliga data.

Viktiga resultat

- Med hjälp av AI går det att tolka och analysera mätningar av värmeläckage i byggnader på ett enklare och billigare sätt än idag.
- En nyutvecklad AI-metod kan känna igen värmeläckage. Detta genom att den är tränad på att se byggnader utan värmeläckor sommartid och med värmeläckor vintertid.
- För att kunna lokalisera värmeläckagen användes multispektrala bilder.
- Även andra energirelaterade problem i byggnader bör gå att använda med samma AI-teknik, men då behöver den träna upp sig på annan typ av data, som exempelvis luftläckage.
- För att tekniken ska kunna användas för full automatisering av byggnadsinspektioner för energieffektivitet behöver den kombineras med andra detekteringsmetoder och mobila plattformar som drönare.

Resultat från forskningsprogrammet E2B2

Underhåll och renovering av tegelfasader

Ny handboken lär oss renovera tegelfasader rätt

Det finns mer än 200 miljoner kvadratmeter tegelfasader i det svenska byggnadsbeståndet. Kunskapen om hur de ska underhållas och renoveras är dock låg. I detta projekt har man tagit fram en handbok om hur tegelfasaderna ska tas omhand på bästa sätt.

Trots att det finns många byggnader i Sverige med tegelfasader är kunskapen om hur de ska skötas låg. En bidragande orsak till detta är att undervisningen om murverk i stort sett varit borta från svenska tekniska högskolor och ingenjörsutbildningar sedan mitten av 1970-talet. De som har djupare kunskap om murverk har gått i pension eller gör det inom de närmaste åren.

Konsekvensen av den låga kunskapen är att fastighetsägare renoverar sina tegelfasader med metoder som har begränsad nytta eller till och med är skadliga på beständigheten och byggnadens energiprestanda. Dessutom är ofta dessa åtgärder kostsamma.

För att öka kunskapen har man i detta projekt tagit fram en handbok med faktabaserade och praktiska råd kring underhåll och reparation av tegelfasader. Handboken är framtagen av Miklós Molnár och Mohammad Kahangi (doktorand) på Lunds tekniska högskola och Tomas Gustavsson, civilingenjör med egen firma som är specialiserad inom projektering och renovering av murade konstruktioner.

I projektet har de undersökt hur underhåll och renovering av tegelfasader görs i framför allt nordeuropeiska länder. De har även kartlagt det internationella kunskapsläget för tillståndsbedömning, underhåll och energirenovering. De har särskilt undersökt de problem som orsakar låg energiprestanda och påverkar beständigheten på lång sikt.

I projektet har doktoranden Mohammad Kahangi genomfört fördjupade experimentella studier för att ta fram kunskap om effekterna av omfogning på tegelfasader med eroderade fogar och sprickor.

Resultaten från projektet presenteras i korthet i rapporten, medan det huvudsakliga resultatet är samlat i handboken ”Underhåll och reparation av tegelfasader”. Handboken innehåller faktabaserade och praktiska råd om rationell hantering av tegelfasader. Den vänder sig till fastighetsägare, byggnadskonsulter och byggentreprenörer, men kan även användas som kurslitteratur.

Handboken innehåller fakta kring vanligt förekommande murtyper i byggnader från 1920-talet och framåt. Den belyser också vilka kvaliteter och egenskaper som finns hos tegel, murbruk och murfogar. Vidare kan man läsa om olika undersökningsmetoder som kan användas för att på objektiva sätt kartlägga tegelfasaders tillstånd. Tre åtgärder är speciellt uppmärksammade. Det handlar om omfogning, hydrofobering och invändig tilläggsisolering. Dessa åtgärder är resurskrävande och har stor betydelse för tegelfasaders långsiktiga funktion och beständighet.

Viktiga resultat

- I handboken ”Underhåll och renovering av tegelfasader” sammanfattas de viktigaste resultaten från projektet. Handboken innehåller praktiska råd till hur man tar omhand tegelfasader på bästa sätt. Den är dessutom kunskapshöjande om underhåll och renovering av tegelfasader.
- Den bristande kunskapen om underhåll av tegelfasader leder ofta till kostsamma åtgärder, som i många fall inte ger så stor nytta. I värsta fall kan det leda till en försämring av beständigheten och byggnadens energiprestanda.
- Beslut om underhåll och renovering bör baseras på noggranna undersökningar och en bedömning av olika åtgärders nytta – inte utifrån fasta tidsintervall, vilket är vanligt idag.
- Det finns en utbredd uppfattning att eroderade fogar ökar risken för fuktskador i tegelfasader. Forskning i detta projekt visar dock att eroderade fogar inte behöver innebära att fukthalten ökar eller att det finns en ökad risk för att regn tränger in.
- I rapporten kan man läsa mer om renoveringsåtgärderna omfogning, hydrofobering och invändig tilläggsisolering. I handboken utvecklas dessa åtgärder ytterligare.

Fullständig rapport Rapporten ”Underhåll och renovering av tegelfasader” kan laddas ner utan kostnad på www.e2b2.se

Utförare: Lunds tekniska högskola

Rapportens författare: Miklós Molnár, Mohammad Kahangi och Tomas Gustavsson