Trä på betong

*Artikelförfattare är **Anders Gustafsson**, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, **Leif Östman** och **Allan Andersson**, Yrkeshögskolan Novia, Finland, **Yvonne Dahlbäck** och **Anders Borg**, Yrkeshögskolan Novia, samt **Mohsen Soleimani-Mohseni**, Umeå universitet.*

Det finns idag ett stort behov både av att sanera fasader och tilläggsisolera flervåningshus. En vanlig byggnadsmetod både i Finland och Sverige har varit dubbla betongväggar med mellanliggande isolering och då vanligtvis byggt med prefabricerade planelement. Dessa typer av våningshus finner man i de flesta städer, ofta stadsdelar byggda på 1960- och 70-talen. Renoveringsproblematiken försvåras ofta av att de ses som mindre attraktiva på bostadsmarknaden idag och att det dessutom ofta finns ett behov av en kostsam sanering av ledningar, fasader, fönster och invändig uppfräschning samt tillbyggnad med hiss. Fastigheternas värde är dessutom rätt låga och det är svårt att finansiera genomgripande renoveringar. Det vanliga idag är att man gör renoveringar stegvis, till exempel fönsterbyten ett år, rörsanering några år senare och så vidare.

För att få ner kostnaderna vore det viktigt att utveckla produktionsmetoderna så att specialiserade företag med hög kompetens kan göra enhetliga renoveringar. Det är uppenbart att det finns existerande renoveringsmetoder idag, men att användning av trä ur vissa aspekter är problematisk. Samtidigt måste man konstatera att trä har många fördelar bland annat med sin låga egenvikt och fördelaktighet beträffande koldioxidutsläpp. För att få renoveringar ”lönsamma” krävs troligen väl anpassade koncept. Med detta som utgångspunkt startades en förstudie mellan parter i Sverige och Finland. Förstudien omfattade i huvudsak följande punkter, genomgång av genomförda studier, hur bestämma kvalitén på befintliga betongfasader, eventuella begränsningar och energieffektivitet. Dessutom omfattade förstudien även inverkan på stadsbild och att utarbeta förslag till frågeställningar för fortsatt forskning på detta tema. Befintligt material och rapporter samt undersökning och simulering av ett par konkreta renoveringsobjekt har utgjort kärnan i studien.

Genomförda studier

Syftet med arbetet är att undersöka möjligheter för användning av träelement vid tilläggsisolering och fasadrenovering av flervåningshus med betongfasad och dess utmaningar. Det vore fördelaktigt att kunna renovera och tilläggsisolera fasader med element som kan prefabriceras inomhus och där störningen för de boende kan hållas kort genom ett effektivt monteringsförfarande. Mycket forsknings- och utvecklingsarbete har genomförts inom området under de senaste tre till fem åren. En genomgång av ett antal forsknings- och utvecklingsprojekt visar ofta på att den ekonomiska konkurrenskraften för ett nytt system är svag eller att genomförda utvecklingsprojekt inte haft detta fokus. För att komma vidare finns det många frågeställningar som bör beaktas, några av dessa är:

- Hur ska erbjudandet se ut?
- Vilket tjänsteutbud ska en tillverkare leverera i samband med insäljning av sin produkt och kan konkurrenskraften ökas med detta tjänsteutbud?
- Vilka delar av planelementen kan tillverkas så att en serieeffekt kan uppnås?
- Hur ska elementen utformas för att uppnå serieeffekt?
- Utformning av kompletterande delar?

Studerade renoveringsprojekt

Inom projektet har tre fastigheter studerats och undersökts för att samla in erfarenheter om hur renoveringen bör utföras och hur ett eventuellt koncept skulle kunna utformas. Arbetet har omfattat:

- Undersökning av fasader med avseende på kvalité.
- Undersökning av mikrobförekomst.
- Simulering av klimatdata.
- Laserscanning som metod.
- Studie av stadsförnyelse.
- Visualisering av tilläggsisolering med element.

Betongfasaders kvalité och typiska skador. Byggnader av denna typ, uppförd 1974 med fasaden bestående av betongelement, är mycket frekvent förekommande i hela Finland men förekommer relativt ofta även i Sverige. Vid renovering finns det skäl att undersöka eventuella skador på betongfasaden med beaktande av täckskiktens tjocklek och att jämföra det med karbonatiseringens djup. Med tanke på val av saneringsåtgärd, bör man också ta reda på: betongens hållfasthet, förbindelsestagens material och infästningshållfasthet samt huruvida det i ytterskalets betong finns mikrosprickor eller andra frostskador. För byggnader byggda under främst 1960- och 70-talen, förekommer ofta följande typer av skador och problem:

- Begynnande eller grav armeringskorrosion, primärt förorsakad av ett alltför tunt täckskikt på grund av karbotanisering av betongen.
- Frostskador, till följd av att icke frostbeständig betong har använts, eller skador som uppkommit då elementfogarnas elastiska massa har åldrats och vatten har läckt in i elementfogarna.
- Sprickor på grund av temperaturrörelser.
- Skador som uppkommit då betongen frusit vid för låg ålder samt skador som uppkommit på grund av för hög värme vid betongens härdning.
- Buktande betongelement.

Ofta kan man okulärt göra den inledande kartläggningen av betongfasaders

Figur 1: Två av de fastigheter som användes i studien, Bostads AB Gråsälen, Teklavägen 1 och Scherweringatan 6.

skador. Att armeringen börjat korrodera kan man upptäcka till exempel i form av:

- Systematiskt återkommande sprickor (eller rostränder om det är i ett tidigt skede).
- Rostfläckar på fasadytor.
- Lokala utbuktningar eller avskalningar där korrosionen hunnit längre.

Frostangrepp kan bland annat upptäckas i form av avskalning eller som tätt förekommande sprickmönster. Vad som egentligen har förorsakat betongskadorna samt verifiering av betongens aktuella skick, kan bestämmas genom provtagning i kombination med laboratorieundersökning. Resultaten från undersökningar ger också god vägledning beträffande vilka alternativa reparationsmetoder som kan tillgripas vid saneringen.

Undersökning av fasader med avseende på kvalitét. I de undersökta fastigheterna med sandwichväggar av betong varierade armeringens tätskikt mellan 14 till 34 mm (Teklavägen 1) och 23 till 41 mm (Scherweringatan 6). I båda fallen hade karbotaniseringen endast i ett fall av tio prov nått ända till armeringen. Betongkvaliten kan i båda fallen betraktas vara högre än vad som angetts på ritningar. Den stora svårigheten kan vara att fastställa placeringen av sandwichelementens förbindelsestag. Termograferingen gav indikationer på stagens placering. Med kännedom om karbonatiseringsdjupet kan man i förhållande till täckskiktets tjocklek ta reda på huruvida armeringens täckskikt ännu har en skyddande funktion för armeringen. Med kännedom om tryckhållfastheten kan man avgöra vilken betongkvalitet betongen är eller har varit. Draghållfastheten är nära besläktad med spjälkningshållfastheten. Utgående från dessa två hållfastheter kan man avgöra huruvida det finns förutsättning att fästa något skyddande eller passiverande skikt utanpå betongen. Kloridinnehåll kan också förorsaka armeringskorrosion. För att klarlägga betongens mikrostruktur kan tunnfilmsundersökning användas. Med denna undersökningsmetod kan mikrosprickor i betongen klarläggas, skyddsporförhållandet utredas och därigenom också betongens frostbeständighet klarläggas. Med tanke på val av saneringsmetod, får man dock enligt ovan nämnda undersökningar inte klarhet i huruvida sandwichelementets yttre skal är väl fäst till inre skalet och om en ny konstruktion kan fästas utanpå yttre skalet. Ett lämpligt tillvägagångssätt för att få reda på hur bra sandwichelementets yttre skal är fäst vid inre skalet behöver utvecklas och för lokalisering och undersökning av förbindelsestagens skick.

Andra kompletterande undersökningar. Förutom de ovan nämnda undersökningarna, kan man lämpligen också utföra följande undersökningar, vilka ger ökad information med tanke på kommande sanering och dess omfattning. Provtagning och undersökning om den elastiska fogmassan innehåller PCB eller bly, detaljerad termografering för att fastställa eventuella brister i värmeisolering, kartläggning av asbest och mikrobundersökning i sandwichelementens värmeisolering. Mikrober är en del av människans omgivning och alla mikrober är inte toxiska. En del framkallar dock ämnen som kan vara skadliga för människan och vissa mikrober kan även indikera en eventuell fuktskada i konstruktionen. Mikrobiell tillväxt kan uppkomma i en konstruktion där förhållandena är gynnsamma för mikroorganismer (fukt, lämplig temperatur, näring). Generellt sett är fukt den mest kritiska faktorn för mikrobiell tillväxt. Den största fuktbelastningen kommer från utsidan, vanligen via skador men fuktbelastning kan även komma från byggnadens insida. Tillväxten skulle alltså gynnas av en temperaturökning inne i det befintliga elementet och påverka inomhusluften negativt på grund av yttre tilläggsisolering. Tidigare studier har det visat sig att mineralull kräver mycket hög relativ fuktighet för mikrobiell påväxt men att nedsmutsat material kan öka angreppen. Betong har också en mycket hög mögelresistens men tillväxt kan förekomma i samband med nedsmutsning med organiska ämnen.

Koncept – begränsningar och möjligheter. Valet av fasadelementens ytmaterial begränsas av brandbestämmelser, planbestämmelser för området och elementens maximala produktions- och transportstorlek. Träfasader har en lägre investeringskostnad än många andra material men underhållskostnaderna betraktas oftast som högre. Enligt finska anvisningar i KH 90-00403 (2008) bör en träfasad underhållas vart femte till tjugonde år, bland annat beroende på ytbehandling. Fasadens livslängd varierar mellan 30 till 70 år beroende på klimatbelastning. För ytbehandlad betong gäller samma livslängd men underhållet är mindre omfattande, med reparationsmålning vart tionde

FOTO: METSÄWOOD

Figur 2: Tapiola, Esbo. Panel gjord i limträ med längder upp till 12 m. Brandklass D-s2,d0, kan behandlas till klass B.

till tjugonde år och förnyande av fogar vart femtonde år. Elementets vikt och dess hantering vid transport och montering är en av de avgörande faktorerna för planelementets utformning. Horisontella element är lättare att hantera vid monteringen och de behöver inte heller svängas efter transport. En annan faktor som avgör storleken är begränsningar för hantering i fabriken och vid transport. Även brandbestämmelser påverkar elementens utförande, liksom olika typer av fasadmaterial. Det finns för närvarande inget gemensamt nordiskt eller europeiskt system för bedömning av fasaders brandegenskaper. I de nordiska länderna är träfasader godkända för en- och tvåvåningshus. För byggnader högre än två våningar finns det skillnader men huvudprincipen är att minimera bidraget till brandspridning. Det europeiska klassifikationssystemet för byggprodukters brandegenskaper EN 13501-1 kan i vissa fall användas för produkter som ingår i fasaden, till exempel i Finland. Används väl kända produkter kan klassificeringen göras utan ytterligare provningar [4], CWFT-klassning (*Classification Without Further Testing*). Klassningen finns för fem träprodukter: träbaserade skivor, konstruktionsvirke, limträ, trägolv och träpanel som alla uppfyller

FOTO: CEMBRIT GROUP0

Figur 3. Fibercementskiva (Cembrit), tillhör brandklass A2-s1,d0.

minst klass D-s1,d2. I Sverige ska fasadbeklädnader för byggnader med mer än två våningar uppfylla krav enligt SP Fire 105 [5] medan i övriga Norden finns inga ytterligare krav på provningar av fasader. Vanlig träfasad uppfyller inte kraven enligt SP Fire 105, men en mindre del av fasaden kan vara i trä. Träfasader kan också användas om byggnaden är sprinklad.

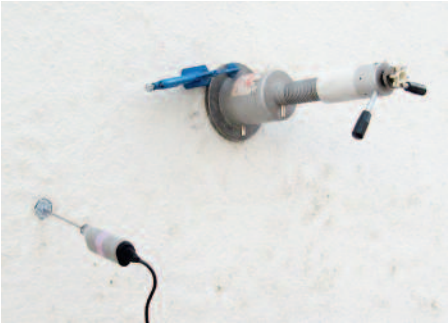
Alternativa ytmaterial i stället för trä kan till exempel vara fibercementskiva som finns både som skivmaterial och även i panelformat med en yta för att efterlikna trä. För fibercementskiva gäller enligt det finska KH 90-00403 en livslängd på 40 till 60 år, med ommålning vart tjugonde år.

På marknaden finns numera ett stort antal fasadskivor av varierande typer, till exempel högtryckslaminat. Högtryckslaminat, HLP-skiva (*high-pressure compact laminate*) består av träbaserade fibrer samt harts. Bland övriga materialalternativ kan nämnas komposit av aluminium och plast och glasfiberarmerad polymerkomposit med yta av natursten eller akryl.

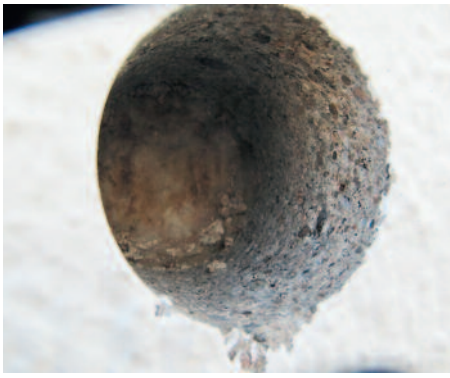
Kontroll av tillväxt av mikrober i ytterväggselement. Ökad mikrobtillväxt kan vara skadlig för inomhusluften. Tillväxten skulle alltså gynnas av en temperaturökning inne i det befintliga elementet vid utvändig tilläggsisolering. Viktiga utgångspunkter är om fukt har funnits i konstruktionen ursprungligen och hur fukt- och temperaturförhållandena kommer att se ut efter tilläggsisoleringen. Schweringatan 6 har fungerat som objekt för mikrobanalys samt vid simulering av klimatdata i elementen med hjälp av programmet Dof-Lämpö. I projektet undersöktes förekomst av eventuella mikrober i isoleringen på Schweringatan 6. Materialprov togs genom borrhål genom fasadens yttre skal från både den yttre och inre sidan av isoleringen, det vill säga två prov per hål, sammanlagt sex materialprov. Samtidigt mättes även temperatur och relativ fuktighet från isoleringens yttre och inre yta samt från utomhusluften. Som odlingsunderlag för mögel användes två procent maltagar (odlingstid sju dygn) och DG18-agar (odlingstid sju dygn). För bakterier användes trypton-jäst-glukosagar (odlingstid 14 dygn). Odlingstemperatur för samtliga var +25 °C.

Av sex prov visade sig endast ett innehålla mikrober. Detta prov var taget från västra sidan av huset och av isolering mot elementets insida. Halten var dock så låg att det enligt det finska social- och hälsovårdsministeriets anvisning om boendehälsa, inte indikerade fukt- eller mögelskada. Förekomsten var av arten penicillinum, som är en av de vanligast förekommande och som enligt anvisningen inte är en sådan mikrob som indikerar fuktskada. I samma prov fanns också en låg halt bakterier, betydligt lägre än den gräns social- och hälsovårdsministeriet använder för att konstatera en bakterietillväxt. Ingen aktinomycetförekomst återfanns i provet. Den relativa luftfuktigheten som mättes vid isoleringens yta var låg, 36,5 procent och temperaturen vid provtagningspunkten var på insidan av isoleringsskiktet 13,9 °C. Undersökningen är för liten för att man ska kunna dra några generella slutsatser. Testobjektet hade inga yttre skador eller synliga tecken på eventuell fuktskada.

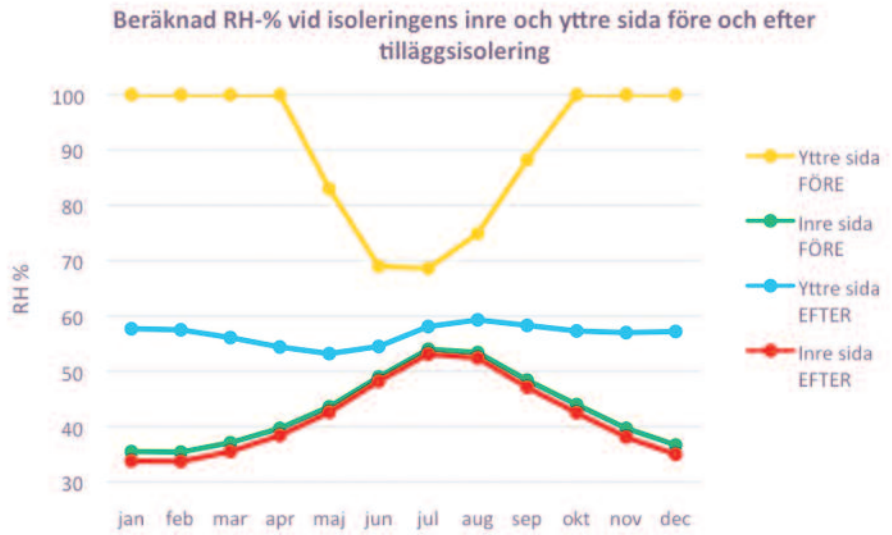
Simuleringar. Enligt datasimulering i programmet Dof-Lämpö 2.2 motsvarade uppskattad temperatur och relativa luftfuktighet (med samma klimatförhållanden inställda som vid provtagningstillfället) någorlunda de uppmätta värdena. Den uppskattade temperaturen vid isoleringens insida var 4,7 °C högre än den upp-



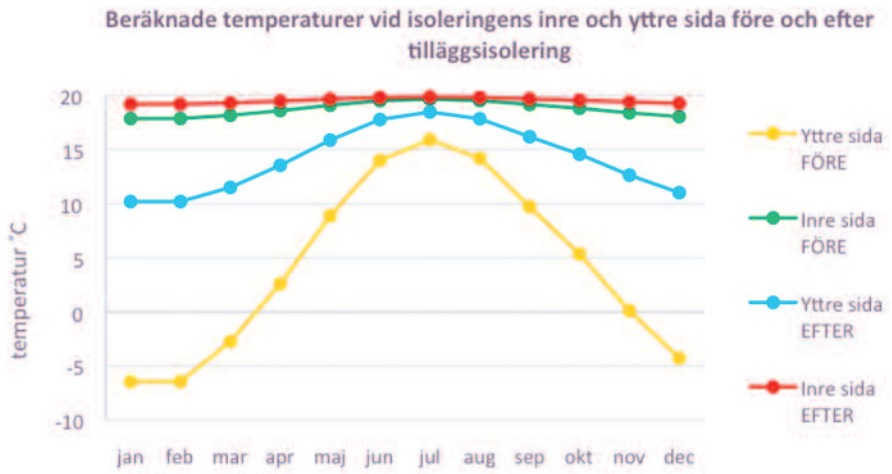
Figur 4: Det övre instrumentet för borrning av betongprovkroppen och det nedre mäter temperatur och relativ fuktighet.



Figur 5: Den yttre delen av mineralullen ses i borrhålet.



Figur 6: Beräknad relativa luftfuktighet för testobjekt enligt Dof-Lämpö (värdena avser isoleringen i det ursprungliga elementet).



Figur 7: Beräknad temperatur för testobjekt enligt Dof-Lämpö (värdena avser isoleringen i det ursprungliga elementet).

mätta (jämfört med provet) och den uppskattade procenten relativa luftfuktighet var 8,5 procentenheter lägre än den uppmätta. Båda avvikelserna kan förklaras med att det är svårt att mäta temperatur och relativa luftfuktighet genom borrhålet. utan påverkan av utomhusluftens klimat, trots försök att isolera kring provtagningshålet. I programmet Dof-Lämpö analyserades relativa luftfuktighet och temperatur före och efter en tilläggsisolering (värmeisolering 100 mm, vindskyddsskiva 45 mm). Vid en mer omfattande undersökning kunde man jämföra resultat med olika isoleringsnivåer. Utan tilläggsisolering finns en risk för kondens i mineralullen från oktober till april. Procenten relativa luftfuktighet är som högst i isoleringens yttersta yta under extremt kalla vinterdagar. Efter tilläggsisolering finns ingen kondensrisk enligt programmet. Däremot blir temperaturen högre i hela elementet.

Utan tilläggsisolering är temperaturen över 5 °C i mineralullen från maj till oktober. Efter tilläggsisoleringen blir temperaturen över 10 °C i den befintliga väggen året om, och med låga relativ fuktighetsvärden. Mot det inre betongskalet kommer temperaturen i båda fallen att vara nära inomhustemperaturen och temperaturökningen efter tilläggsisolering är där marginell. Den största förändringen sker i yttre delen av isoleringen där temperaturen stiger kraftigt. Under en extremt kall vecka (-25 °C) med 99 procent luftfuktighet ute och en hög luftfuktighet inomhus (50 procent) kan även höga relativ fuktighetsvärden fås i isoleringen efter tilläggsisolering (beräknad till 75 procent) men då är samtidigt temperaturen på det kritiska stället låg (kring 4 °C). Samtida hög relativa luftfuktighet och hög temperatur som är optimal för mögeltillväxt (22 till 27 °C) förekommer normalt inte i simuleringen varken före eller efter tilläggsisolering. Vid simulering av en extremt varm vecka (+25 °C) med ovanligt hög luftfuktighet utomhus (80 procent relativa luftfuktighet) är temperaturen i den ursprungliga tilläggsisoleringen 20 °C med en samtida relativa luftfuktighet på 77 procent. Detta kan alltså innebära en viss risk, om man utgår från teorin att nedsmutsning av materialet kan sänka gränsvärdet för det kritiska fukttillståndet.

Slutsatsen av simuleringen är att förhållandena sällan är optimala för mikrobtillväxt i det tilläggsisolerade elementet, men att det kan förekomma. Bedömning av risk för tillväxt bör alltid göras och minimeras vid tilläggsisolering av byggnader. En klar provtagningsmetodik finns inte i nuläget. De största riskfaktorerna är fukt och smuts. Byggnaden bör därför visuellt kontrolleras för sprickor och skador i betongskalen och en bedömning av risker för höga relativ fuktighetvärden och nedsmutsning.

Simulering av minskad energiförbrukning gjordes i projektets regi för två olika objekt, Tranbergsvägen 2 C-E i Umeå och Teklavägen 1 i Vasa. Båda byggnaderna är uppförda i början av 1970-talet. Husens grundläggning är en platta på mark med 6 till 8 cm mineralullsisolering eller likvärdigt på betongplattans ovansida. Husstommarna är i betong med utfackningsväggar i ena fallet och sandwichelement i andra fallet. Ytterväggarnas U-värde varierade mellan 0,38 till 0,46 W/(m²K) och isolering i tak är cirka 200 till 250 mm. Fönstren består huvudsakligen av tvåglas kopplade träfönster med ett U-värde av cirka 2,0 W/(m²K). Husen värms upp med fjärrvärme och ventilationsmetoden är mekanisk frånluftsventilation med uteluft via yttervägg, och frånluftsfläktar placerade i vindsutrymmet. Antal luftomsättningar har mätts och uppskattats till 0,5 till 0,7 omsättning per timme. *Tabellerna 1 och 2* visar resultatet av simuleringar i programmet BV2 för olika renoveringsfall.

Stadsförnyelse, visualisering och simuleringar. Tilläggsisolering och renovering av det yttre klimatskalet innebär en större förändring och påverkar omgivningen. Inom projektet genomfördes en studie av möjligheter att förbättra den yttre miljön. Förutom tilläggsvåningen, snyggades gårdsplanen upp och parkeringen förbättrades. Schweringatan gjordes smalare för att kunna utvidga parkering samt förbättra säkerheten genom att sakta ned trafiken. På parkeringen placerades också mera träd och planteringar. Gårdsplanen gjordes om till en vistelseplats för husens invånare med ett förslag på en enkel stuga med terrass där man kan vistas året om. Förutom uteplatsen är tanken att lekparken också ska förbättras och förstoras. Det är viktigt för denna typ av områden att man också satsar på att höja deras attraktivitet och därigenom marknadsvärde, och samtidigt finansierbarheten för tilläggsisolering och fasadsanering.

Tabell 1: Resultat av simuleringar, Tranbergsvägen 2 C-E.

kWh/år/m²	***Före renovering***	***Fall 1 efter renovering***	***Fall 2 efter renovering***	***Fall 3 efter renovering***
Värme	154	102	85	33
Tappvarmvatten	30	30	30	30
total	184	132	115	63

Fall 1: Tilläggisolering av väggar och tak med 24 cm mineralull samt minskning av luftflöde till 0,5 omsättning per timme.

Fall 2: Tilläggisolering av väggar och tak med 24 cm mineralull, byte av fönster (nya fönster med U-värde på 1 [W/(m² • K)]) samt minskning av luftflöde till 0,5 omsättning per timme.

Fall 3: Tilläggisolering av väggar och tak med 24 cm mineralull, byte av fönster (nya fönster med U-värde på 1 [W/(m² • K)]) samt installation av värmeåtervinning med ett luftflöde på 0,5 omsättning per timme. Verkningsgrad hos värmeväxlaren är 80 procent.

Tabell 2: Resultat av simuleringar, Teklavägen 1.

kWh/år/m²	***Före renovering***	***Fall 1 efter renovering***	***Fall 2 efter renovering***	***Fall 3 efter renovering***
Värme	124	94	82	36
Tappvarmvatten	30	30	30	30
total	154	124	112	66

Fall 1: Tilläggisolering av väggar och tak med 24 cm mineralull samt minskning av luftflöde

Fall 2: Tilläggisolering av väggar och tak med 24 cm mineralull, byte av fönster (nya fönster med U-värde på 1 [W/(m² • K)])

Fall 3: Tilläggisolering av väggar och tak med 24 cm mineralull, byte av fönster (nya fönster med U-värde på 1 [W/(m² • K)]) samt installation av värmeåtervinning med ett luftflöde på 0,5 omsättning per timme. Verkningsgrad hos värmeväxlaren är 80 procent.

Värdena för den specifika energianvändningen minskar om man även räknar med interna värmegenereringar.

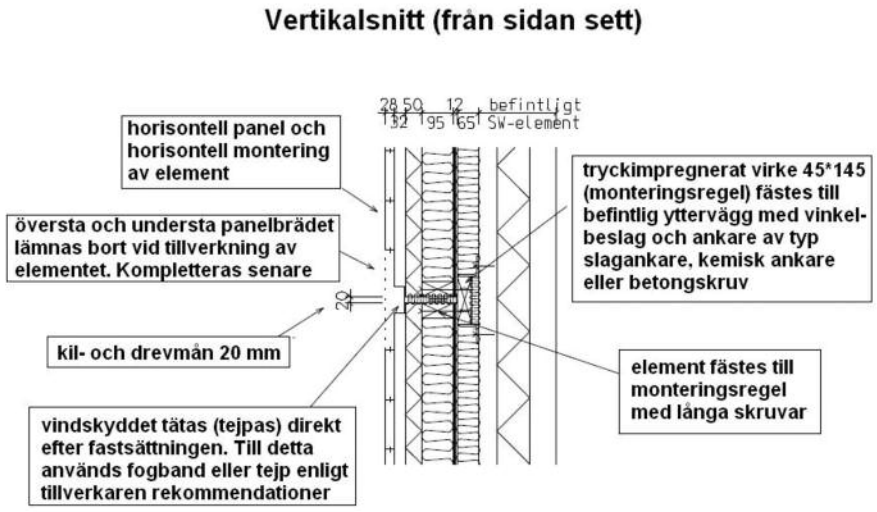
Figur 8: Våningshuset på Schweringatan, framsida. Nuläge.

Figur 9: Användning av två olika typer av brandskyddat trä av brandklass B.

Utformningen och uppbyggnaden av ett prefabricerat planelement som kan användas till att förbättra klimatskärmen kan göras på ett antal olika sätt. Ett av alternativen presenteras i i *figur 10* och har använts som utgångspunkt vid simulering av effekterna före och efter renoveringen.

Slutord

En slutsats av kartläggning av forskningsrapporter och litteratur, är att det forskats litet om renovering av betongvåningshus av denna typ, speciellt med tanke på att det utgör en stor del av bostadsbeståndet i både Sverige och Finland och att det är ett känt problemfält som väntar på lösningar. Det har gjorts en del pilotprojekt med fasadsanering, men forskningsmässigt har de inte gett så mycket och de är ofta unika pilotprojekt där man testat ett flertal lösningar utan att beakta produktionsekonomin. Resultatet är ofta att det saknas jämförbarhet och replikabilitet. För ett få ekonomi i detta krävs upprepningsvinster, trots att man måste räkna med en viss grad av tillpassning för varje objekt.



Figur 10.

Det är inte enkelt och man ska vara försiktig med att dra generella slutsatser beträffande problem och lösningar för renovering av klimatskal i flervåningshus av betong. Det finns ett flertal olika lösningar i det befintliga byggnadsbeståndet. Objekten som analyserades i utförd studie är inte heller representativa utan ska ses som hjälpmedel för att konkretisera och artikulera problematiken. Här avtecknar sig tre problemområden som fordrar fortsatt utveckling. Stadsförnyelseproblematiken har fått väldigt litet utrymme men torde kräva omfattande analyser av förhållanden och förutsättningar. Det lutar också mot att det vore önskvärt att genomföra dylika projekt som kvarters- eller områdessaneringar, där man kan beakta en mångfald av frågor. Man borde planera för att höja attraktiviteten på bostadskvarteren, se över energieffektiviteten och samordna saneringen av husen så att man kan sanera fasader och husteknik i större helheter, bestående av ett flertal hus. Sociala och ekonomiska hållbarheten har redovisats i mindre omfattning och i många av projekten har varit svår att uppvisa en acceptabel helhetslösning. Det är också svårt att bedöma i hur stor grad storskalig serieproduktion kan bidra till mera kostnadseffektiva metoder. Det står dock klart att det går att uppnå betydande energieffektivering och därmed minskning av koldioxidutsläpp. För att klargöra betongfasadens hållfasthet inför en sanering borde undersökningsmetodiken utvecklas. Risken för mögeltillväxt inne i element efter att tilläggsisolering monterats och högre temperaturer uppstår inne i konstruktion förefaller vara ringa, såvida där inte finns organiska föroreningar och smuts.

Med tanke på fortsatt forskning och utveckling vill vi lyfta fram produktionslogistiken och områdessaneringen som viktiga fokusområden. Detta med en utgångspunkt i de lösningar som redan utvecklats och det byggtekniska programkoncept som tagits fram i denna rapport. I korthet riktas utvecklingsinsatsen för produktionsfokus till följande punkter:

- Snabb och säker montering av fasadelement.
- Ställningsfri montering eftersträvas.
- Man ska kunna bo kvar i lägenheten under saneringen.
- Enkla anslutningsdetaljer med så få typer som möjligt.
- Monteringen ska lyckas med en tillåten tolerans på +/- 20 mm.
- Träbaserade element används.
- Elementets styvhet säkerställs med skiva och ram.
- Vindskyddskiva av minst klass B-s1,d0.
- Helst används styv, värmeisolerande, ångöppen, vattenavvisande, icke mögelkänslig, tjock vindskyddsskiva med spontade kanter.

● En ventilationsspalt med tjocklek minst 32 mm behövs. I spalten finns vågräta brandspärrar, minst en spärr/våning.
● Olika fasadmaterial ska lätt kunna bytas.
● Väderbeständiga fasadmaterial av typ träpanel (28 till 45 mm), plywood (12 till 24 mm), skivor av fibercement (10 till 15 mm), laminat (12 till 28 mm) och liknande ska lätt kunna monteras med spik eller skruvinfästning från utsidan.
● Elementet tillverkas i torra förhållanden i fabrik så långt som möjligt med (yttre) fönster färdigt monterat.
● Det yttre fönstret ska ha en sådan öppningsriktning att anslutning och tätning till befintligt fönster är möjligt. Alternativt öppnas det befintliga fönstret för dylikt arbete.
● Den valda lösningen ska kunna användas i fall där den gamla ytterväggens ytterskal lämnas kvar och i sådana fall där ytterskal och isolering rivs bort.

För satsningar på områdessanering riktas fokus på:
● Stadsförnyelse
● Undersökningar och utveckling av fasadgestaltning
● Upphandlings- och samarbetsformer.

Arbetet med att utveckla ett koncept kring renovering av klimatskärmen kommer att fortsätta i ett samnordiskt projekt beviljat av bland annat Energimyndigheten i Sverige. Detta projekt har finansierats av EU-strukturprogram Botnia-Atlantica, Österbottens förbund, Region Västerbotten, Yrkeshögskolan Novia, Umeå universitet och SP. Projektet har förutom författarna haft en styrgrupp bestående av utvecklingsplanerare *Jerker Johnson* vid Österbottens förbund, stadsarkitekt *Olle Forsgren* vid Umeå stad, projektchef *Mauritz Knuts* vid Vasaregionens Utveckling AB och byggmästare *Anders Lindgren* från AR Bygg. I den slutgiltiga rapporten finns ytterligare beskrivningar av projektet. Arbetet i projektet har samanställts i två rapporter, del 1 som huvudsakligen består av teori och litteraturstudier och del 2 som beskriver de praktiska undersökningar som gjorts, visualiseringar och lösningar. Rapporterna finns tillgänglig på www.novia.fi/FoU/-publikation-och-produktion/. ■

Referenser

[1]. TES Energy Façade. Wood Wisdom, www.tesenergyfacade.com.

[2]. E2ReBuild, www.e2rebuild.eu.

[3]. D´Appolonia, www.easee-project.-eu/

[4]. Multifunctional energy efficient facade system, www.meefs-retrofitting.eu.

[5]. Johansson P. et al. *Kritiskt fukttillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial: kunskapssammanfattning*. Borås: SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut. SP Rapport; 2005:11.

[6]. Pessi A-M. et al. *Microbial Growth Inside Insulated External Walls as an Indoor Air Biocontamination Source*. University of Turku: Section of Ecology, Department of Biology. Tampere University of Technology: Department of Civil Engineering. 2002.

[7]. Finlands byggbestämmelsesamling E1. Byggnaders brandsäkerhet: Föreskrifter och anvisningar. Miljöministeriet; 2011.

[8]. Boverkets byggregler. BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. 2011:26, BBR; 2011.

[9]. RT- och KH-anvisningar Byggnadsinformationsstiftelsens kartotek. Helsingfors: Rakennustieto.