

Tall Timber Facades – utveckling av kostnadseffektiva och säkra klimatskal för träbyggande

Intresset för att använda trä i stadsbebyggelse ökar. För att kunna vidareutveckla träbyggandet, måste det för alla parter vara ett tillförlitligt, hållbart och flexibelt alternativ. God fuktsäkerhet är då nödvändig, vilket är i fokus i ett pågående europeiskt forskningsprojekt kallat "Tall Timber Facades". Den svenska delen finansieras av Vinnova och deltagande företag. I projektet finns deltagare från Tyskland, Frankrike, Norge och Sverige.

Nuvarande kunskap och erfarenhet angående klimatskalet har främst uppnåtts genom forskning om små trähus, en till två våningar. Uppskalning av ytterväggar för ett- till tvåvåningshus till flervåningshus kan vara en utmaning. Brandsäkerhet och bärighet är naturligtvis viktiga parametrar vid träbyggande, men tillräcklig fuktsäkerhet mot vatten utifrån och ibland inifrån är också avgörande för träbyggnaders hållbarhet och konkurrenskraft. För högre hus ökar utmaningen att säkerställa fuktförhållanden och livslängd, eftersom höga byggnader är mer utsatta för höga vindtryck i kombination med regn, så kallat slagregn (regn som drivs horisontellt av vinden). Exponeringen för fukt varar följaktligen längre för högre byggnader, samtidigt som inspektion, underhåll och reparation är mer komplicerad för höga konstruktioner. Det är därför viktigt att ha verktyg för att ta fram robusta utföranden. Resultaten av projektet ska underlätta en ökad användning av träbaserade material inom byggsektorn och bidra till att undvika fuktskador i ytterväggar. Projektet stödjer därmed en ökad användning av



Skagershuset, fyrvåningshus med träfasad, Moelven Byggmodul.

FOTO: JAN LILLEHAMRE



Barkarby Hage, modulbyggt bostadshus, Moelven Byggmodul.

FOTO: DAVID BICHO



Linnologen, åttavånings bostadshus i trä, Martinsons Byggsystem.

FOTO: OLE JAS



Artikelförfattare är **Anna Pousette** och **Karin Sandberg**, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Skellefteå.

Exponering:

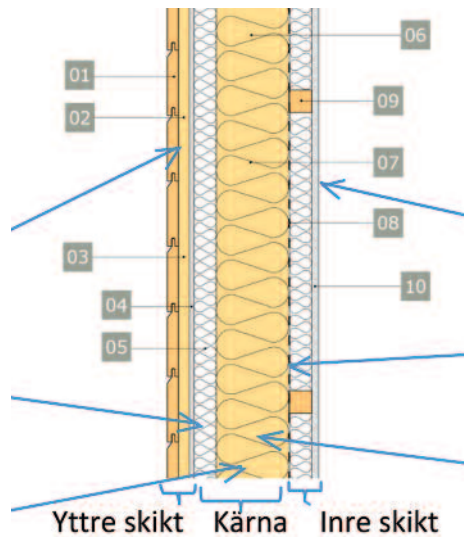
Utomhusklimat

Regn, slagregn, snö, hagel, isbildning med mera.

Ytskikt: Vattenflöde, droppar, vattenansamling, avdunstning.

Skyddsskikt: Brister som sprickor, luckor, öppningar tillåter fri vatteninträngning.

Bärande/isolerande delar: Upptag av fukt, inbyggd fukt, hygroskopiska egenskaper isolering, luftpermeabilitet isolering.



Exempel på yttervägg: 1. Liggande panel. 2. Spikläkt. 3. Luftspalt/kapillärbrytande spalt. 4. Vindskydd. 5. Yttre isolerskikt fäst med distanshylsor. 6. Vertikal väggregel. 7. Värmeisolering. 8. Ångspärr. 9. Horisontell väggregel, så kallat installationsskikt. 10. Invändig väggbeklädnad (www.traguiden.se).

Exponering:

Inomhusklimat

Hög inomhusfukt från boende, sprinkler med mera.

Ytskikt: Fuktbuffering, vattenansamling.

Skyddsskikt: Brister tillåter konvektion, diffusion, och fritt vatten tränger in.

Bärande/isolerande delar: Upptag av fukt, inbyggd fukt, hygroskopiska egenskaper isolering, luftpermeabilitet isolering.

Figur 1: Risker och påverkan på fasadens delar från utomhus- respektive inomhusexponering av fukt.

flervånings trähus vilket kan bidra till minskad användning av icke-förnybara resurser och minskade koldioxidutsläpp.

Ett antal trähus med åtta till nio våningar har byggts i Europa under senare år. Även flera fyra- till femvåningsbyggnader har byggts i till exempel Finland och Sverige. Prefabricering av trähus erbjuder ofta en fördel med industriell kvalitet på konstruktionerna. Under torra förhållanden är trä ett av de mest hållbara materialen. Men trä är ett naturmaterial som är fukt känsligt och bryts ned vid hög fuktighet. Huvudsyftet med projektet är att utveckla säker utformning av hållbara och därmed kostnadseffektiva konstruktionslösningar för klimatskalet på högre träbyggnader. Ett designverktyg för trätätterväggar som tar hänsyn till exponering och fukt känslighet hos fasadkomponenter ska utvecklas utifrån modeller för slagregn, transportmodeller för värme och fukt samt modeller för utvecklingen av svampar och annan nedbrytande påverkan. Vedertagna hållbara detaljlösningar för fasadsystem och detaljer (hörn, fönster med mera) ska identifieras och dokumenteras inom ramen för projektet. Alla byggkrav till exempel energiförbrukning, bärförmåga, brandsäkerhet, ljudöverföring kommer att beaktas.

Fuktsäkerhet

Projektet utgår från ett "fuktsäkerhetskoncept", som liknar säkerhetskoncept som används vid statiska beräkningar, för att fastställa säkra fuktnivåer och undvika fukt skador. Resultat från tidigare forskningsprojekt till exempel de europeiska projekten TES EnergyFacade, smartTES och WoodExter samt svenska projektet WoodBuild kommer att användas. Da-

gens högt ställda krav på energieffektivitet för byggnader ska uppfyllas med klimatskal med god täthet och tillräckliga isoleringsskikt. Det finns många alternativa utföranden för byggnadens klimatskal samt många variationer av externt och internt klimat. Hjälp vid val av material och designalternativ ska kunna erhållas med ett RiFa (Risk Facade)-verktyg som ska utvecklas inom projektet. Detta ska underlätta för projektörer och producenter att ta väl underbyggda beslut för olika projekt och konstruktioner.

De viktigaste resultaten av projektet kommer att vara riktlinjer och hjälpmedel för att utforma och utvärdera träbaserade ytterväggar för högre byggnader. Dokumentation av robusta och hållbara systemlösningar baserade på industrins produktionskrav och beprövad ingenjörskunskap ska användas för att kunna utvärdera konsekvenserna av ändrade eller nya lösningar. Moderna fuktsäkerhetskoncept för dagens komplexa, flerskiktade träbaserade fasadupbyggnader följer systematiken med funktionsdefinierade lager som visas i tvärsnittet i *figur 1*. Funktionerna kan delas upp i tre delar och beskrivs som:

- yttre skikt för klimatskydd (till exempel fasadbeklädnad med läkt, vindskydd),
- kärna med bärande och isolerande funktion,
- inre skikt (till exempel luft- och ångtäta skikt, inre beklädnad).

Olika typer av exponering på grund av yttre förhållanden kan leda till risker för skadlig fuktpåverkan på de olika skikten i fasaden enligt *figur 1*. Värsta tänkbara scenarier med fel och skador ska beaktas.

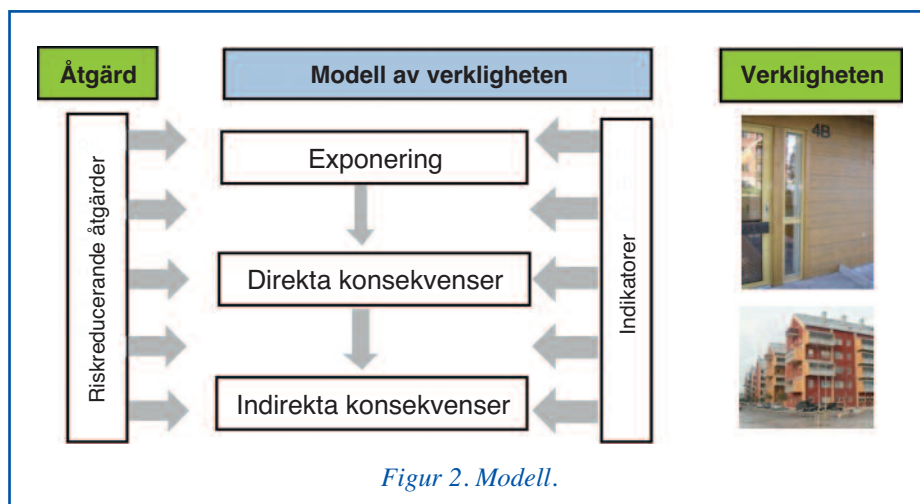
Känslighetsanalyser ska utföras för väggkonstruktioner för att ta reda på om

en liten ändring av en parameter har en hög eller en låg inverkan på fukthalten i konstruktionen. Om konstruktionen reagerar på ett känsligt sätt på en liten ändring av indata, måste detta beaktas vid senare riskanalyser. Å andra sidan, om resultaten förblir nästan identiska i båda fallen är den observerade indataparametern inte avgörande. Därför kan en känslighetsanalys ses som ett förarbete för den efterföljande RiFa-modellen.

Metoder

En avgörande faktor när det gäller fukt förhållanden i höga byggnader är slagregn, *Wind Driven Rain* (WDR). Således är fokus på detta i en första fas av projektet. Fastställandet av slagregn är svårt och ännu inte helt utrett, och en översikt av kunskapsläget gällande WDR-forskning ska göras. Litteratur, standarder och modeller jämförs. Denna kunskap är mycket viktig för utvärdering av resultaten från fuktanalyser av väggar, som kommer att utföras med programmet WUFI. Resultatet kommer att bli semi-empiriska tekniska modeller för WDR-exponering, och beskrivningar av konsekvenserna för att bygga.

Dagens vedertagna detaljlösningar från olika länder samlas in och dokumenteras, samt dagens krav på olika egenskaper för väggar. Dessutom sammanställs de konsekvenser och skador som kan uppkomma i olika materialskikt i väggarna, till exempel fukt, mögel, röta, minskad isoleringsförmåga. Enligt modellen i *figur 2 på nästa sida* så leder till exempel exponering för slagregn till direkta konsekvenser (hög fuktkvot) som i sin tur kan leda till indirekta konsekvenser (mögel).



Figur 2. Modell.

Erfarenheter av risker och skador som uppkommit i byggnader samlas in via enkäter och skadesammanställningar.

Provningar i laboratorium av väggsektioner ska genomföras i projektet. Robusthet och behov av till exempel specialdetaljer eller extra skyddsskikt ska identifieras. Några relevanta fasadutföranden kommer att väljas ut för att karakterisera deras funktionella skikt och prestanda för olika klimatbelastningar. Provningar utförs dels med olika detaljlösningar och dels med en hel vägg med olika otätheter/skador. Planerade försök med detaljer avser i första hand tak utan takfot, anslutningar vid fönster (speciellt vid stora

fönster) och anslutning till balkongdörr. Planerade försök med en hel vägg avser ett perfekt utförande som sedan tillfogas fel på grund av mänskligt fel. Bland de saker som tillfogas är till exempel revor i vindskydd, håltagningar och genomföringar eller fel placering av fuktspärr. Det är intressant att veta hur långt vatten kan ta sig och hur mycket vatten som blir kvar i konstruktionen. Hur lång är uttorkningstiden? Hur mycket material måste bytas ut? Dessutom kommer mindre tester av vattenavrinningen på fasader att utföras. Vatten som rinner på fasader och fönster kan på olika sätt tränga in i väggen vid fogar, anslutningar och infästningar.

Konstruktioner och detaljer kommer även att granskas när det gäller deras miljömässiga, ekonomiska och byggnadsfysikaliska prestanda. De ska uppfylla alla krav på fasader, såsom hållfasthet, akustik, brand, isolering och fukt. Ytterväggarna ska också utvärderas när det gäller livscykel och kostnader inkluderande underhåll och underhållskostnader. Livscykelkostnaderna analyseras och jämförs för olika konstruktionsutföranden för att bedöma och väga risker och kostnader. Effekterna av att bygga med bästa riskreducerande detaljutföranden ska undersökas med hänsyn till framtida lägre underhålls- och reparationskostnader. Det ska bidra till säker utformning av hållbara och därmed kostnadseffektiva konstruktionslösningar för höga träfasader.

Förväntade resultat av projektet

Förväntade resultat av projektet är riktlinjer för hur man ska bygga fuktsäkert. Det ska ge möjligheter att analysera hur mycket riskerna ökar om man frångår rekommenderade detaljutföranden. Beställaren kan då värdera olika utföranden. Om arkitekten ur estetisk synpunkt vill ha ett nytt utförande kan man bedöma hållbarheten och risken för framtida skador, och därmed göra ett aktivt val genom att väga risk och kostnad.

Projektet kan följas på projektsidan www.tallfacades.eu. ■