

Resultat från mätningar och beräkningar på demonstrationshus

- flerbostadshus från 1950-talet



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Bakgrund

- Del av forskningsprojektet: *Energieffektivisering av efterkrigstidens flerbostadshus genom beständiga tilläggsisoleringssystem*
- 50-tals byggnad i Kyrkbyn, Göteborg (Bostadsbolaget)
- 200 mm lättbetongväggar och halvtstens tegelskalmur
- Dålig energiprestanda och långvariga fuktproblem i fasader
- Byggnadsnämnden stoppade tidigare planerad fasadförändring



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

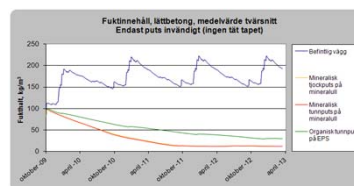
Energieffektivisering av efterkrigstidens flerbostadshus genom beständiga tilläggsisoleringssystem

- Cerbof projekt som studerar tilläggsisoleringssystem med fukt- och energihänsyn samt beständighetsaspekter så som motstånd mot sprickbildning
- Förutom labbmätningar och fullskaletest i provhus vid Lunds tekniska högskola studeras även ett flerbostadshus med lättbetongstomme i Kyrkbyn i Göteborg byggt under tidigt 50-tal som nu renoveras



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Fukthalt i lättbetongen med och utan tilläggsisoleringssystem – simulerade värden för Kyrkbyn



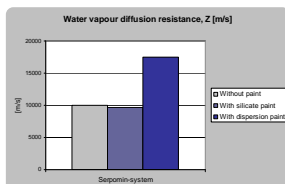
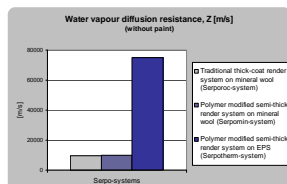
- Utan åtgärd fås en hög fukthalt i lättbetongen som varierar med fuktbelastning utifrån
- Med ett tilläggsisoleringssystem torkar väggen ut olika beroende av isolermaterial och puts / val av färg



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Ånggenomsläpplighet

- Påverkan av typ av puts och isolering
- Påverkan av färg



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

- Huset med ursprungliga fasader av lättbetong med utvändigt tegel hade dragits med fuktproblem under en längre period

- Dåliga fogar och avsaknad av luftspalt mellan tegel och lättbetong bidrog till att lättbetongen fuktades upp och orsakade skador på insida vägg

- Forskningsprojektet har studerat fasaderna innan, under och efter renoveringsprocessen och fuktmätningar och datorsimuleringar har utförts

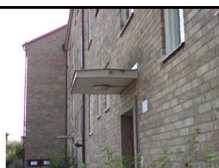
- Resultaten som presenteras visar hur de hygrotermiska egenskaperna förändras i vägg vid renovering med tilläggsisolering och hur fukten påverkar väggarnas U-värden med tiden



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Fältmätning samt fukt- och energisimulering

- Fältmätningarna startade under våren 2010
- Tilläggsisoleringen med 50 mm mineralull och puts utfördes under hösten 2010
- I samband med tilläggsisoleringen byttes även fönstren
- Fältmätningarna pågår fortfarande och kommer avslutas under 2013
- Fukt- och energisimulering utförd med WUFI



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Tre mätställen

3:e vån söder
2:a vån söder
2:a vån väster

- Referensfuktkvot från borrkärnor vid montering av givare för startvillkor vid simulering

- RF och temp 7, 15, 20 cm djup från insida vägg

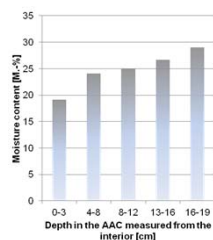
- Fuktelektroder 50 mm djup från insida vägg för WME-fuktkvot



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Hur mycket vatten fanns det i väggarna?

- Resultaten från borrkärnorna tagna från lättbetongen visade på höga fuktkvoter
- Fukttätheten ökade mot utsidan av väggen och tegelskalet men det var fuktigt även på insidan av väggen
- Erfarenheter från fastighetsskötare

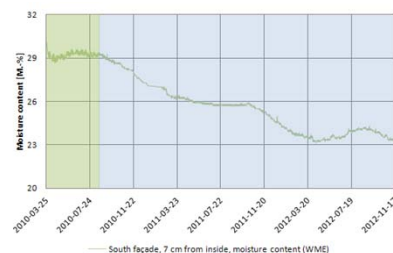


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Exempel på fukttillstånd hos lättbetongen i Kyrkbyn

- Väggarna började tilläggsisoleras under slutet av augusti 2010. Resultaten visar hur samtliga mätvärden för fukt minskar med tiden för olika djup i väggen

WME-fuktkvot i
södevägg,
våning 3

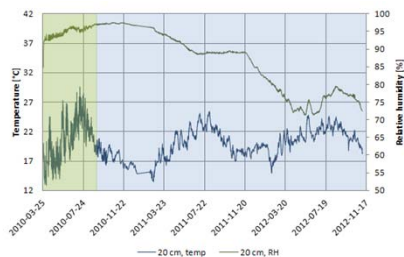


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Exempel på fukttillstånd hos lättbetongen i Kyrkbyn

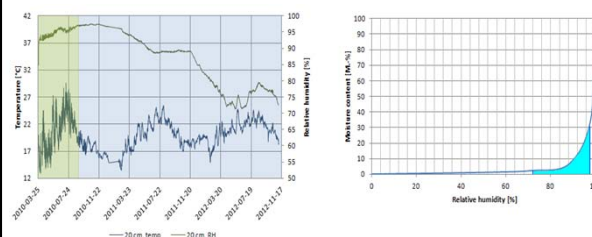
- Samma mätpunkt som i tidigare bild

Relativ fuktighet
och temperatur
för den yttersta
mätpunkten i
södeväggen,
våning 3 (mest
utsatta fasaden)



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

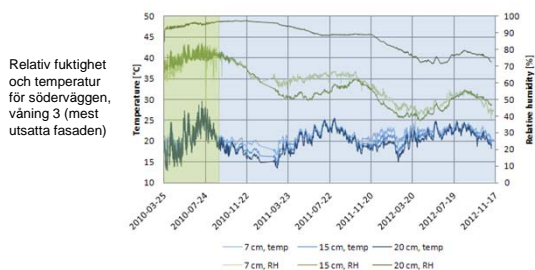
Exempel på sorptionskurva för lättbetong



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Exempel på fukttillstånd hos lättbetongen i Kyrkbyn

- Olika uttorkningsförlöpp vid olika djup i väggen



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Teoretiska U-värden för befintliga samt tilläggsisolerade och putsade väggar

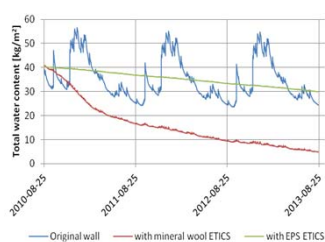
- Befintlig vägg
 - U-värde (dry) = $0,577 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - U-värde (u80, jämvikt) = $0,628 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Med en Serporoc-lösning, 50 mm stenull (Weber Saint-Gobain Byggprodukter)
 - U-värde (dry) = $0,314 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - U-värde (u80, jämvikt) = $0,329 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Men U-värden är fuktberoende vilket visas i figurer på följande sidor. Med ett tilläggsisolersystem med mineralull och ånggenomsläpplig mineralisk puts kan lättbetongen torka ut och väggen får en optimal energiprestanda motsvarande ovanstående värden

- Den befintliga väggen utan åtgärd (som kan fuktas upp) får dock ett U-värde som överstiger värdet ovan på grund av lättbetongens höga fukthalt



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

WUFI-simulering av olika hygrotermiska förlopp beroende av väggens utformning

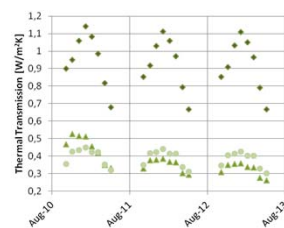


- Fukttinnehåll i
 - Originalvägg
 - Vägg tilläggsisolerad med mineralisk tjockputs på mineralull
 - Vägg tilläggsisolerad med organisk tunnputs på EPS-skiva



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

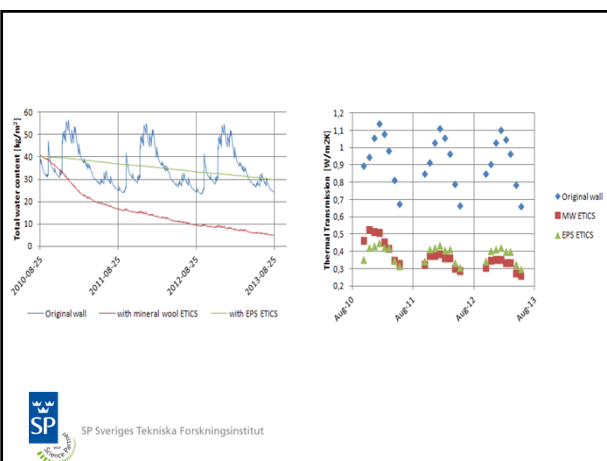
Hur påverkar fukten i väggarna U-värden i de olika väggssystemen (med hänsyn till fukthalt i materialen)?



- Den befintliga väggen har en dålig energiprestanda, till stor del beroende av den höga fuktbelastningen på tegel och lättbetong
- Genom ett putsat tilläggsisolersystem fås en snabb förbättring av U-värdet och med tilläggsisolersystemen av mineralull den snabbaste uttorkningen och därmed den bästa energiprestandan



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



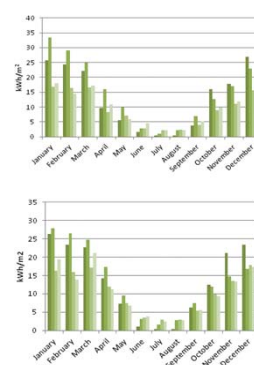
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Uppmätt och graddagskorrigerad energiförbrukning 2009-2012

- Fjärrvärmebehov (inkl DHW):
 - 2009: $194 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - 2010: $219 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - 2011: $152 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - 2012: $162 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

- Uppvärmning:
 - 2009: $154 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - 2010: $179 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - 2011: $112 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - 2012: $122 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Energibesparing på mellan 20-30 % på årsbasis och för de kallaste månaderna en reduktion i uppvärmningsbehov på upp till 50 % (effektbehovet minskar)



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Uppmätt och simulerad energiförbrukning

Fall	kWh/m ² *år
Byggnad innan renovering, uppmätt medelvärde 2009/2010	161,5
Byggnad innan renovering, beräknat värde, fuktig söderfasad	162,3
Byggnad innan renovering, beräknat värde, torra fasader	157,1
Byggnad efter renovering, fönsterbyte till energieffektiva 3-glasfönster, beräknat värde, fortsatt fuktig söderfasad	147,9
Byggnad efter renovering, fönsterbyte till energieffektiva 3-glasfönster, beräknat värde, torra fasader	142,7
Byggnad efter renovering, 50 mm tilläggsisolering, beräknat värde, torra fasader	137,7
Byggnad efter renovering, fönsterbyte och 50 mm tilläggsisolering, beräknat värde, torra fasader	123,3
Byggnad efter renovering, fönsterbyte och 50 mm tilläggsisolering, uppmätt medelvärde 2011/2012	126,0



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Lite siffror kring kostnader

Vad är energiförbättrande åtgärder här och vad är underhåll?

- Putsning inklusive ställning och uppvärmningskostnader: 1 850 000 kr
 - Varav uppvärmningskostnader: 761 000 kr
- Kvadratmeterkostnad (per fasadyta):
 - 2088 kr/m² fasad (inkl gasol)
 - 1229 kr/m² fasad (utan gasol)
- Kvadratmeterkostnad (per golvyta):
 - 1589 kr/m² A_{temp} (inkl gasol)
 - 936 kr/m² A_{temp} (exkl gasol)
- Fönsterbytet kostade ca 1 000 000 kr för 169 fönster vilket ger en kostnad per fönster på ca 5 900 kr



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Slutsatser

- Fukt i fasader påverkar även tunga stommar vilket ger ökade energikostnader för uppvärmning genom att U-värden försämrats
- Genom att tilläggsisolera med ett tjockputssystem på mineralull fås en snabb uttorkning av fukten i lättbetongen
- Uppmätta uttorkningsförlöpp av fukten i väggarna stämmer väl överens med simulerade uttorkningsförlöpp
- Fortsatta fuktproblem och dess negativa inverkan på de boendes inomhusmiljö har stoppats, komforten har förbättrats
- Energiprestandan hos fasaderna har förbättrats väsentligt, inte bara genom tilläggsisoleringen utan även på grund av att lättbetongen nu blivit torrare och isolerar bättre i sig självt



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Tack för er uppmärksamhet!

Carl-Magnus Capener
Forskare, Tekn.dr.
SP Energiteknik

