

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

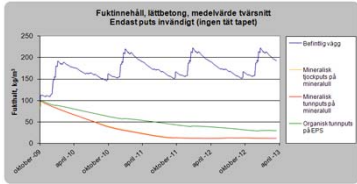
Energieffektivisering av efterkrigstidens flerbostadshus genom beständiga tilläggsisoleringssystem

- Cerbof projekt som studerar tilläggsisoleringssystem med fukt- och energihänsyn samt beständighetsaspekter så som motstånd mot sprickbildning
- Förutom labmätningar 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




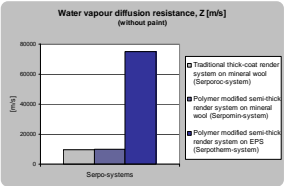
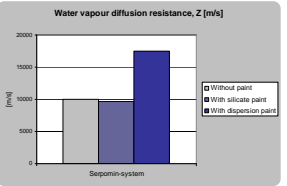

- Utan åtgärd fås en hög fukthalt i lättbetongen som varierar med fuktbelastning utifrån
- Med ett tilläggsisoleringssystem torkar väggen ut olika beroende av isolermaterial och puts / val av färg



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 fukt-mätningar 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 2012/2013
- Fukt- och energisimulering utförd med WUFI

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Tre mätställen

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

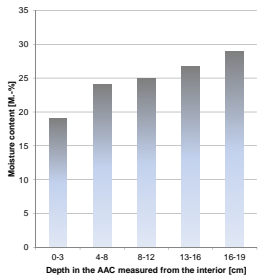
- Referensfuktkvot från borrkärnor vid montering av givare för startvillkor vid simulering
- RF och temp 7, 15, 20 cm djup från insida vägg
- Fuktelektroder 50 mm djup från insida vägg för WME-fuktkvot




SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Hur mycket vatten fanns det i väggarna?

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

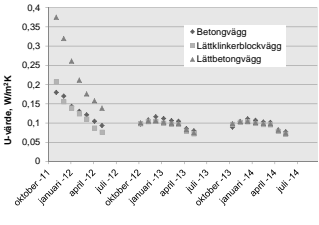


Depth [cm]	Moisture content (Mk-%)
0-3	~18
4-8	~24
8-12	~25
13-16	~27
16-19	~29

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Hur påverkar fukt i fasaderna tunga stommar?

- Beräkningsexempel på tre sandwich konstruktionslösningar med olika material (10+10 cm) samt PUR-kärna
- Typiska byggfukttinnehåll vid leverans (Källa: Fraunhofer)
- Dimensionerat U- värde på 0,1 W/m²K (varierande tjocklek på PUR)




SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Exempel på fuktillstånd 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 södervägg, våning 3

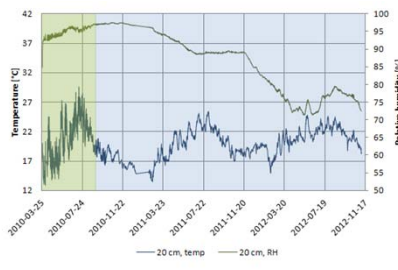


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Exempel på fuktillstånd hos lättbetongen i Kyrkbyn

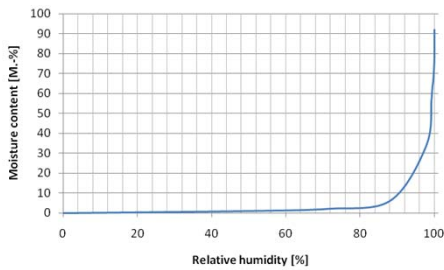
- Samma mätpunkt som i tidigare bild

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



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

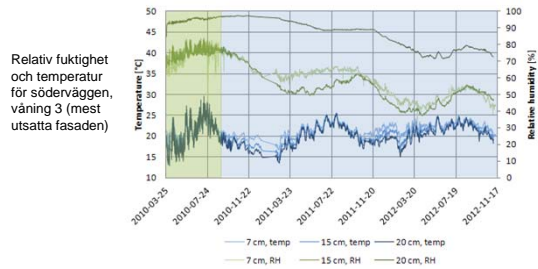
Exempel på sorptionskurva för lättbetong



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Exempel på fuktillstånd hos lättbetongen i Kyrkbyn

- Olika uttorkningsförlopp vid olika djup i väggen



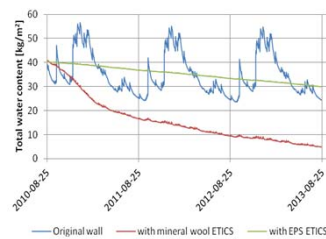
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Teoretiska U-värden för befintliga samt tilläggsisolerade och putsade väggar

- Befintlig vägg
 - U-värde (dry) = 0,577 W/m²K
 - U-värde (u80, jämvikt) = 0,628 W/m²K
- Med en Serporoc-lösning, 50 mm stenull (Weber Saint-Gobain Byggprodukter)
 - U-värde (dry) = 0,314 W/m²K
 - U-värde (u80, jämvikt) = 0,329 W/m²K
- 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

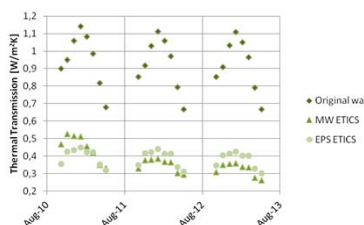
WUFI-simulering av olika hygrotermiska förlopp beroende av väggens utformning



- Fuktinnehåll 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 väggsystemen (med hänsyn till fukthalt i materialen)?

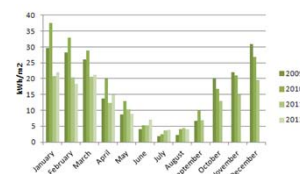


- Den befintliga väggen har en dålig energiprestanda, till stor del beroende av den höga fuktbelastningen på tegel och lättbetong
- Genom ett putsat tilläggsisolersystem fås en snabb förbättring av U-värdet och med tilläggsisolersystemen av mineralull den snabbaste uttorkningen och därmed den bästa energiprestandan

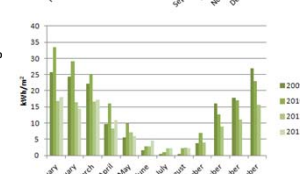
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Uppmått energiförbrukning 2009-2011

- Fjärrvärmebehov (inkl DHW):
 - 2009: 194 kWh/m²a
 - 2010: 219 kWh/m²a
 - 2011: 152 kWh/m²a
- Uppvärmning:
 - 2009: 154 kWh/m²a
 - 2010: 179 kWh/m²a
 - 2011: 112 kWh/m²a



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

Lite siffror kring kostnader**Vad är energiförbättrande åtgärder här och vad är underhåll?**

- Putsning inklusive ställning och uppvärmingskostnader:
1 850 000 kr
- Varav uppvärmingskostnader:
761 000 kr
- Kvadratmeterkostnad (per fasadyta):
2088 kr/m² fasad (inkl gasol)
1229 kr/m² fasad (utan gasol)
- Kvadratmeterkostnad (per golyta):
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 försämras
- Genom att tilläggsisolera med ett tjockputssystem på mineralull fås en snabb uttorkning av fukten i lättbetongen
- Uppmätta uttorkningsförlopp av fukten i väggarna stämmer väl överens med simulerade uttorkningsförlopp
- Fortsatta fuktproblem och dess negativa inverkan på de boendes inomhusmiljö har stoppats, komforten har förbättrats
- Energiförändringen 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