

## Resultat från mätningar och beräkningar på demonstrationshus

- flerbostadshus från 1950-talet

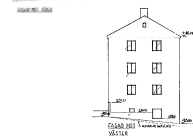


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



## 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



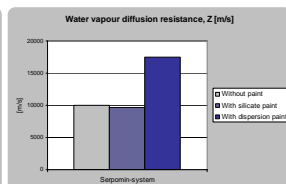
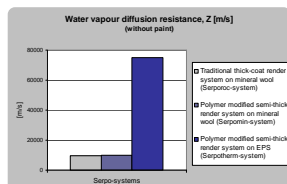
- Utan åtgärd fås en hög fukthalt i lättbetongen som varierar med fuktbelastning utifrån
- Med ett tilläggsisoleringssystem torkar väggen ut olika beroende av isolermaterial och puts / val av färg



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

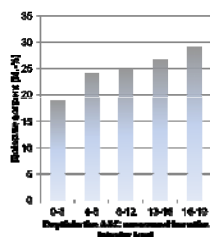
- Fuktelektroder 50 mm djup från insida vägg för WME-fuktkvot



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### Hur mycket vatten fanns det i väggarna?

- Resultaten från borrkärnorna tagna från lättbetongen visade på höga fuktkvoter
- Fukttinnehållet 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

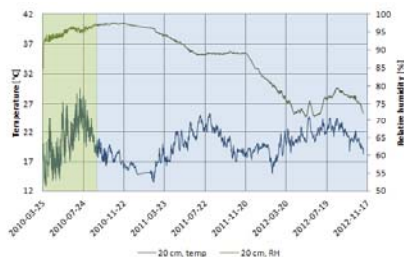


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### Exempel på fukttillstånd hos lättbetongen i Kyrkbyn

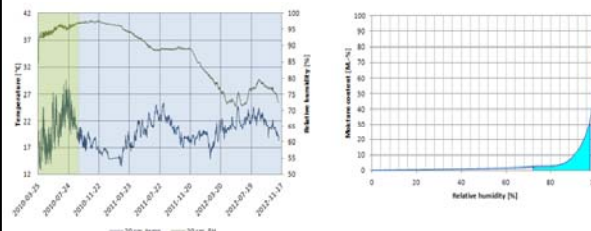
- Samma mätpunkt som i tidigare bild

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



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

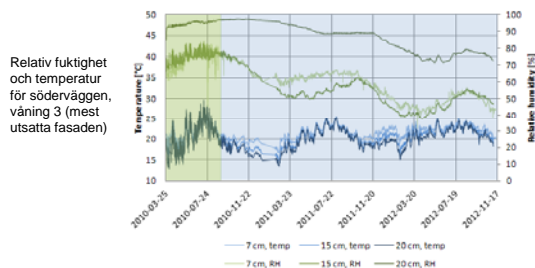
### Exempel på sorptionskurva för lättbetong



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### Exempel på fukttillstånd hos lättbetongen i Kyrkbyn

- Olika uttorkningsförlöpp vid olika djup i väggen



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

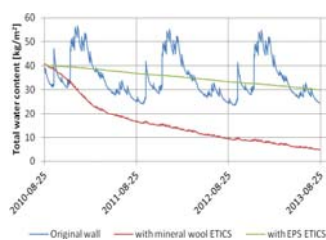
### Teoretiska U-värden för befintliga samt tilläggsisolerade och putsade väggar

- 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



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### WUFI-simulering av olika hygrotermiska förlopp beroende av väggens utformning

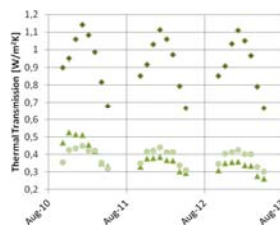


- Fukttinnehåll i
  - Originalvägg
  - Vägg tilläggsisolerad med mineralisk tjockputs på mineralull
  - Vägg tilläggsisolerad med organisk tunnputs på EPS-skiva



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

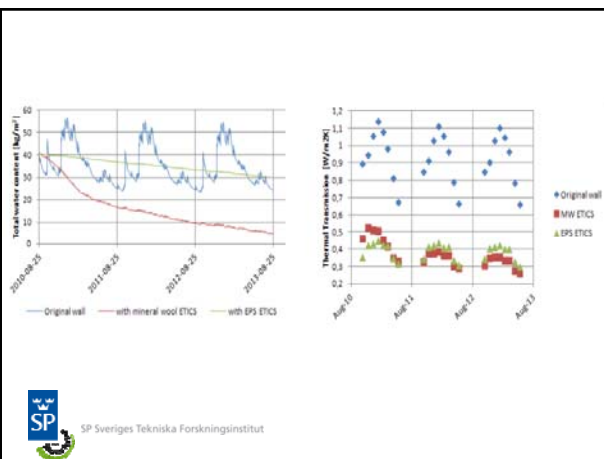
### Hur påverkar fukten i väggarna U-värden i de olika väggssystemen (med hänsyn till fukthalt i materialen)?



- 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

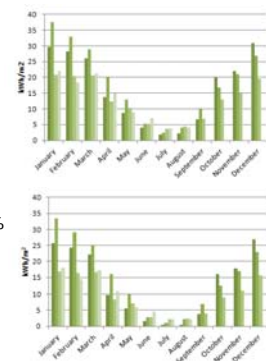


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### Uppmått energiförbrukning 2009-2011

- Fjärrvärmebehov (inkl DHW):
  - 2009:  $194 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
  - 2010:  $219 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
  - 2011:  $152 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Uppvärmning:
  - 2009:  $154 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
  - 2010:  $179 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
  - 2011:  $112 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

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 uppvärmningskostnader:  
1 850 000 kr
- Varav uppvärmningskostnader:  
761 000 kr
- Kvadratmeterkostnad (per fasadyta):  
2088 kr/m<sup>2</sup> fasad (inkl gasol)  
1229 kr/m<sup>2</sup> fasad (utan gasol)
- Kvadratmeterkostnad (per golvyta):  
1589 kr / m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> (inkl gasol)  
936 kr / m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> (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 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
- Energiförbättringen 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