

Bilaga 1



Omtanken – Sigtunahems plan för framtiden

Sigtunahem äger och förvaltar ca 5 000 lägenheter. Av dessa är ca 3 000 lägenheter så gamla att de behöver renoveras inom de närmaste 10-15 åren för att uppfylla dagens krav enligt nedan:

- . • Funktion
- . • Säkerhet
- . • Hygien
- . • Luftkvalitet
- . • Termisk komfort
- . • Tillgänglighet
- . • Energi och miljö

Med ovanstående som underlag så har vi fått uppdraget av våra ägare Sigtuna kommun att renovera minst 500 av de 3000 lägenheter som omfattas av Omtanken under år 2008 – 2010.

Med ovanstående krav i fokus har Sigtunahems underhållsavdelning utfört inventeringar och utredningar för att prioritera inom vilket/vilka områden "Omtanken" skall påbörjas. Utvärderingen visade att nedanstående områden innebär storskottet i "Omtanken":

- . • Brännbo, Sigtuna byggt i etapper 1955 -1969, totalt 394 lägenheter.
- . • Norrbacka, Märsta byggt 1972-1973, totalt 660 lägenheter.

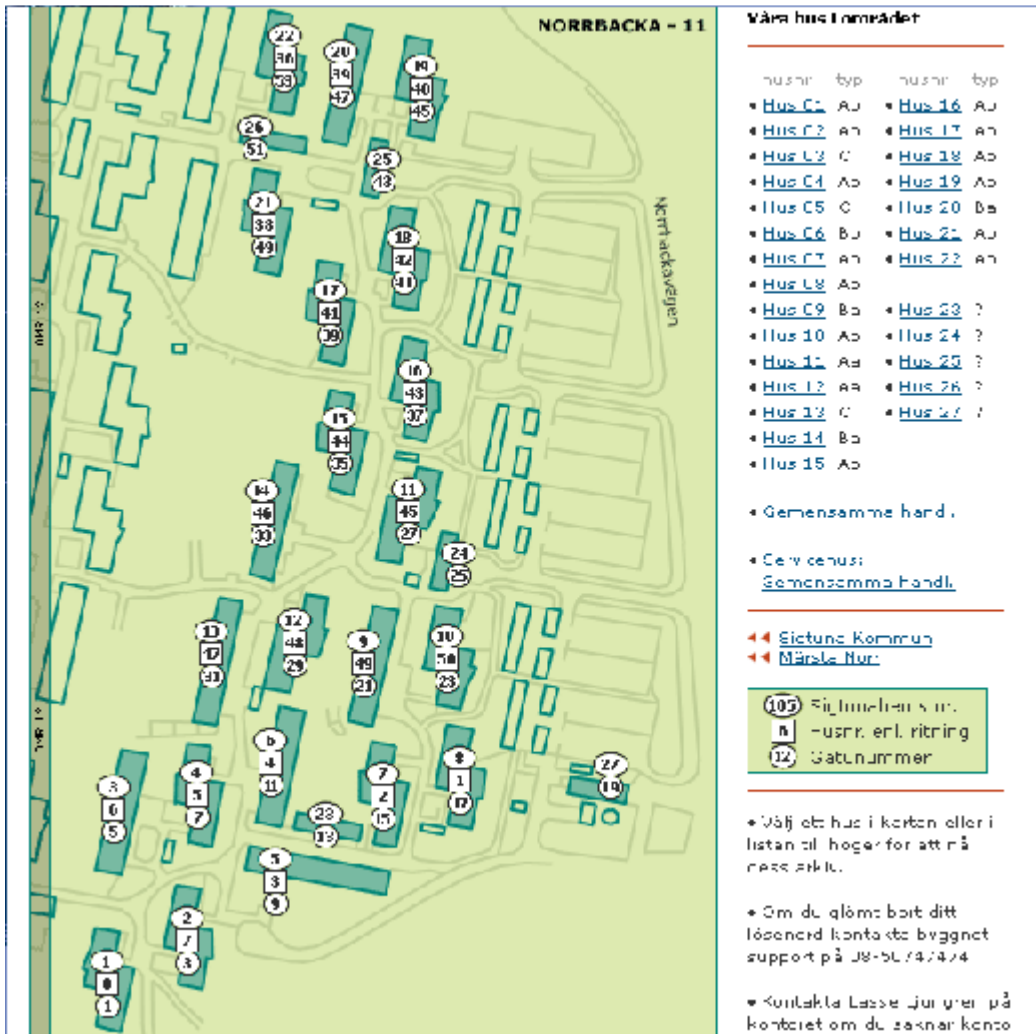
I ovanstående områden har två stycken byggnader, en i respektive område valts ut som pilotprojekt - Ormbergsvägen 23 samt Norrbackavägen 21.

Under 2007/2008 kommer förstudie, projektering, upphandling samt utvärdering av pilotbyggnaderna att utföras. Utförandet är planerat till maj 2008 för Brännbo och september 2008 för Norrbacka.

Arbetet med planeringen av renoveringen har bedrivits i ett nära samarbete med de boende och Hyresgästföreningen.

Sigtunahems övergripande mål med renoveringen är att för framtiden skapa områden med liten miljöpåverkan samt trivsamt boende både inom- och utomhus för våra hyresgäster.

Bilaga 2 AB Sigtunahem Norrbacka 1:37 - Områdesöversikt



Bilaga 3

Resurspoolens kommentarer till fuktrisk-PM 2008-10-02

Vi har granskat utlåtandet från AK-konsult angående projektet Norrbackavägen. Våra kommentarer rör innehållet i utlåtandet, någon kontroll av beräkningsresultaten har inte gjorts.

I beskrivningen sid 3 under Långsidor:

- Står "Spilkäkt/luftspalt c:a 20 mm", i den lägenhet vi besökte saknades luftspalt.
- Står "Fibercementskiva c:a 5mm", i den lägenhet vi besökte fanns träbaserad skiva.
- material på insidan av ytterväggen finns inte med under ursprunglig konstruktion.
- Är gamla gipsskivor kvar i ny konstruktion?

Beräkningsresultat ytterväggar

- Gavelytterväggar
 - Risk för frostsprängning i tegelmurverk efter tilläggsisolering?
- Långsidor
 - Diagram 9 – 14 förutsätter att ursprunglig gipsskiva med ångspärr är borttagen?
 - Syllen i ytterväggen är bortglömd i beräkningen.
 - I diagram står "Mögelrisk mitt i isolerskikt". Vilket isolerskikt avses?
 - Oklart vad "innanför" avser.
 - Det är inte i första hand risken för mögeltillväxt i *isolerskiktet* utan i träreglar och träsyllar som är intressant att bedöma.

Temperaturberäkningar

- Står "Betong 100 mm", i den lägenhet vi besökte var den betydligt tjockare.
- Indata till temperaturberäkningar redovisas inte. (t.ex. antagen marktyp).
- Vilken vägg avses i beräkningen? (Ny eller gammal?)
- Hur kom man från temperaturberäkningen till redovisad fuktfördelning ?
- Redovisningen av fuktfördelning i betongplattan oklar. (x-axel och y-axel olika i diagram 15 och 16).
- Är golvbeläggningen med i beräkningen?
- RF inomhus anges inte.
- Kopplingen mellan beräkningarna och resultatet? Att betongplatta med ovanliggande isolering är en riskkonstruktion är känt sedan tidigare.

För resurspoolen, Byggnadsfysik, LTH

Lars-Erik Harderup

Johan Stein

Jesper Arfvidsson

Bilaga 4

Fuktrisk tilläggsisolering 2008-11-18, rev. av version 2008-10-02



Dokumenttyp Utlåtande	Ordernummer 16892	Rapportdatum 2008-11-18	Rev nr. 1	Antal sidor 21	Antal bilagor 2
Uppdragsnamn Norrbackavägen, tilläggsisolering av bostäder		Upprättad av Lars-Olof Åkerlind			
Beställare Sigtunahem AB Box 509 195 25 Märsta					
Referens Anders Larsson Thetis AB		Undersökningsperiod 2008 vecka 40	Beräkningar utförda av Lars-Olof Åkerlind		

Uppdrag

Uppdraget består i att beräkna riskscenariot vid tilläggsisolering av ytterväggar och grundplatta i projektet Norrbackavägen.

Tillgängliga handlingar

Sektionsskiss tvärs byggnaden.

Muntliga uppgifter om tänkt utförande vid tilläggsisoleringen

Metoder

Beräkningar gjorda med WUFI 4.2 och Heat 2.6.

AK-konsult Indoor Air AB Vi löser fukt- och miljöproblem i byggnader

Postadress Husbybergsvägen 1 752 28 Uppsala Tel 018-10 37 70 Fax 018-10 37 72
E-post info@akonsult.com Webb www.akonsult.com Org nr 556394-3249

1(21)



Bedömningsgrunder

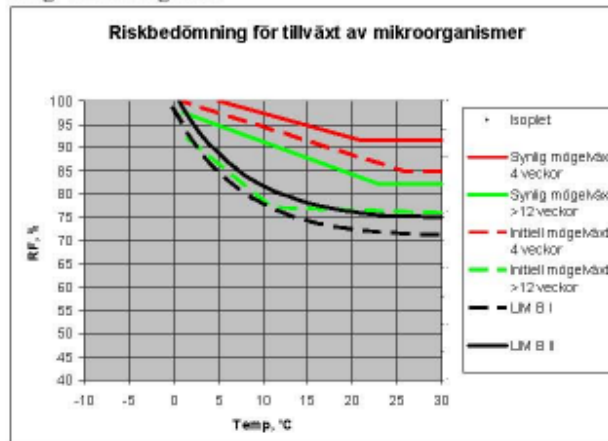
Enligt BFS med ändringar t.o.m. 2006:12 får fukt känsliga organiska material inte utsättas för relativ fuktighet ($RF_{kritiskt}$) över 75 %. Samma $RF_{kritiskt}$ gäller för andra material nedsmutsade med organisk material t.ex. jord. $RF_{kritiskt}$ för några materialtyper redovisas i nedanstående tabell; källa Sveriges Provning och forsknings Institut AB (SP f.d. Statens Provninganstalt).

Tabell 1. Mögelrisk för olika material

Materialgrupp	RFKTRIT, %
Smutsade material	75-80
Trä och träbaserade material	75-80
Kartonggipsskivor	80-85
Mineralullsisolering	90-95
Cellplastisolering (EPS)	90-95
Betong	90-95

Riskbedömning för mikrobiell växt enligt WUFI 4.2. Här tas temperaturen med i riskbedömningen. P.g.a. att mikroorganismer har lägre aktivitet vid lägre temperatur kan man tillåta högre RF under relativt sett längre tid. Vid beräkningar i WUFI 4.2 läggs varaktigheten i som "isopleter" i form av prickar, som var och en representerar klimatet (RF och temperatur T9 för en timma).

Diagram 1. Mögelrisk



LIM B I är riskkurvan för mycket mögelbenägna material t.ex. papper och vissa träslag

LIM B II är riskkurvan för något mindre mögelbenägna material.

De övriga kurvorna är resultat från praktiska exponeringsförsök hos SP.



Konstruktioner

Gavelväggar

Gavelväggarna i projektet är orienterade i nordnordost respektive sydsydväst.

Ursprungskonstruktion

Skalmur av rött halvstenstegel 120 mm
Luftspalt 30 mm; i luftspalten har antagits en luftrörelse på 0,1 m/sek
Mineralull 110 mm
Betong 150 mm

Ny konstruktion efter tilläggsisolering

Skalmur av rött halvstenstegel 120 mm
Luftspalt 30 mm (uppskattad); i luftspalten har antagits en luftrörelse på 0,1 m/sek
Mineralull 110 mm
Betong 150 mm
Mineralull 70 mm/stälreglar
Plastfolie 0,2 mm (beräkning har även gjorts för fall utan plastfolie)
Invändig gips.

Längsidor

På längsidorna finns två olika väggtyper. En med fasadmaterial av liggande träpanel och en annan med skalmur av rött halvstenstegel.

Ursprungskonstruktion 1

Liggande ytterpanel 21 mm
Hård träfiberboard 3,2 mm
Mineralull/träreglar 140 mm
Gipsskiva 13 mm med plastad baksida

Ny konstruktion efter tilläggsisolering

Befintliga gipsskivan rivs. Den är idag av den typ som har plasten fäst på själva skivan d.v.s. ingen ångspår i skarvar och takanslutningar.

Liggande ytterpanel 21 mm
Hård träfiberboard 3,2 mm
Mineralull/träreglar 140 mm
Plastfolie
Mineralull 70 mm
Invändig gipsskiva



Ursprungskonstruktion 2

Skalmur av rött halvstenstegel 120 mm
30 luftspalt (uppskattad); i luftspalten har antagits en lufrörelse på 0,1 m/sek
95 mineralull
0,1 plastfolie
13 gipsskiva

Ny konstruktion 2

Befintliga gipsskivan rivs. Den är idag av den typ som har plasten fäst på själva skivan d.v.s. ingen ångspärr i skarvar och takanslutningar.

Skalmur av rött halvstenstegel 120 mm
30 luftspalt (uppskattad); i luftspalten har antagits en lufrörelse på 0,1 m/sek
95 mineralull
0,2 Plastfolie
70 Mineralull
13 gipsskiva

Övriga beräkningsförutsättningar

Utomhus: Klimatdatabas i WUFI 4.2 för Stockholm.
Inomhusklimat: 20 °C och fuktillskott 4g/m³ luft enligt EN13788.

Beräkningarna har gjorts för rak norr- respektive söderexponering för gavlar
Och rak öst- respektive västexponering för långsidor.

Beräkningsprogrammet kan inte hantera riktningar mellan S – SV – V – NV osv.

Beräkningarna för ytterväggarna har kört för en period på 3 år genomgående. Testkörning har gjorts för 5 år, men detta visar ingen skillnad mot 3 årsberäkningarna.

För att bedöma mögelrisken i syllar och regelverk har temperaturberäkningar gjorts i Heat 2.6. Beräkningarna har gjorts för att se huruvida regelverk och syllar blir kallare än isoleringen i den kritiska zonen närmast vindskyddet.

Vid beräkning i Wufi har skalmur och betongvägg delats upp i 3 skikt. I de fall där skalmur respektive betong finns i väggarna har beräkning gjorts för ursprungskonstruktionen för att få något så när adekvata ingångsdata för beräkningen efter tilläggsisoleringen.

Vid samtliga beräkningar har fasaderna utsatt för slagregn enligt klimatdata för Stockholm i beräkningsprogrammets databas.



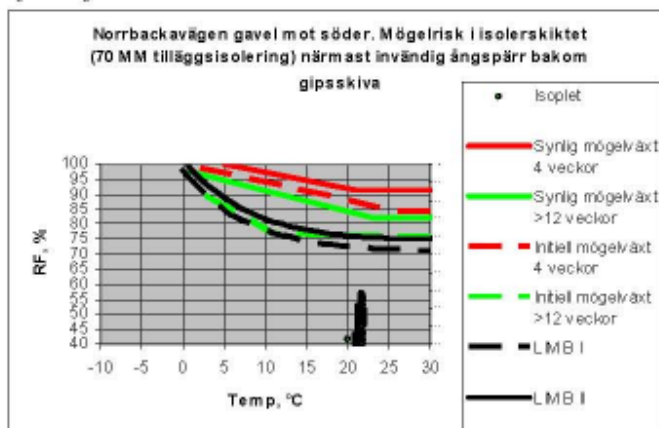
Beräkningsresultat ytterväggar

Resultat:	Ingångsvärde vatteninnehåll i skalmuren:	Skikt 1 (4 cm) 140 kg/m ³ Skikt 2 (4 cm) 120 kg/m ³ Skikt 2 (4 cm) 60 kg/m ³
	Ingångsvärde vatteninnehåll i betongväggen:	Skikt 1 (5 cm) 32 kg/m ³ Skikt 2 (5 cm) 33 kg/m ³ Skikt 2 (5 cm) 35 kg/m ³

Gavlar

Södergavel

Diagram 2. Mögelrisk i tilläggisolerad gavelvägg mot söder. Prickarna redovisar RF och T för varje timma under 3 år.

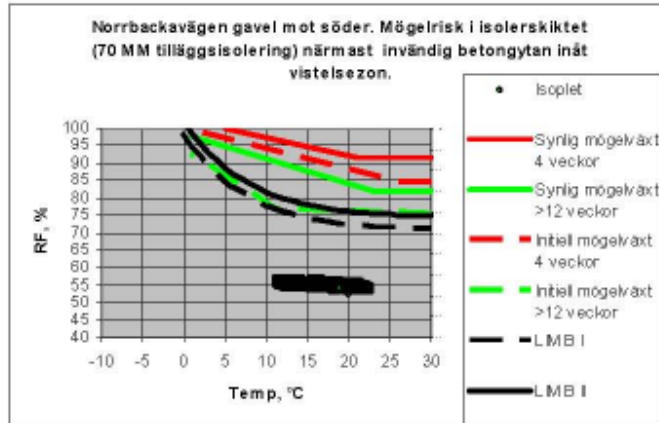


Jämför resultatet med riskvärdena i tabell 1 bör ingen mikrobiell växt ske i den invändiga värmeisoleringen som lagts dit.

Risken för sommar kondens längre in mot vistelsezon är betydligt mindre i norr-gavlarna än i söder-gavlarna. Av den anledningen redovisas endas detta diagram för yttersidan på den ursprungliga isoleringen för norr-gavel.



Diagram 3. Mögelrisk i tilläggsisolerad gavelvägg mot söder. Prickarna redovisar RF och T för varje timma under 3 år.



Norgavel

Diagram 4. Med plastfolie "utanför" gipsskivan. Ev. läckage genom skalmuren har inte beaktats. Prickarna redovisar RF och T för varje timma under 3 år.

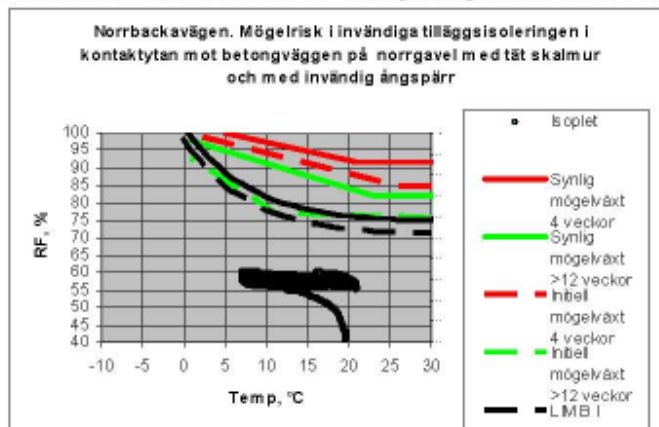
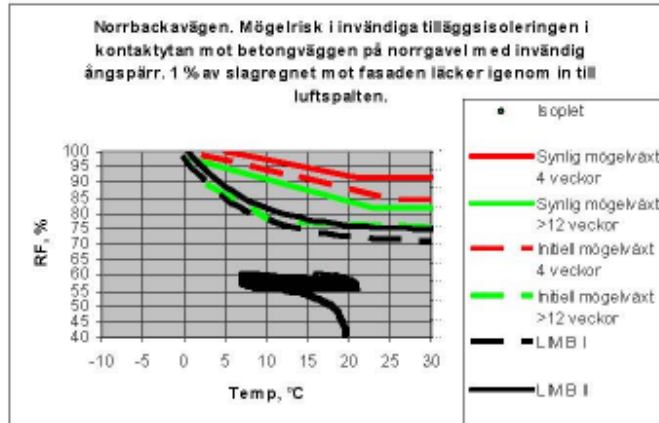




Diagram 5. Med plastfolie "utanför" gipsskivan. 1 % av slagregnet beräknats ha läckt genom skalmuren. Prickarna redovisar RF och T för varje timma under 5 år.



Av gjorda beräkningar att döma föreligger ingen risk för mikrobiell aktivitet i den invändiga tilläggsisoleringen.

Isolerskiktet mellan skalmur och betong.

Diagram 6. Mögelrisk i ursprungliga väggisoleringen i tilläggsisolerad gavelvägg mot söder. Prickarna redovisar RF och T för varje timma under 3 år.

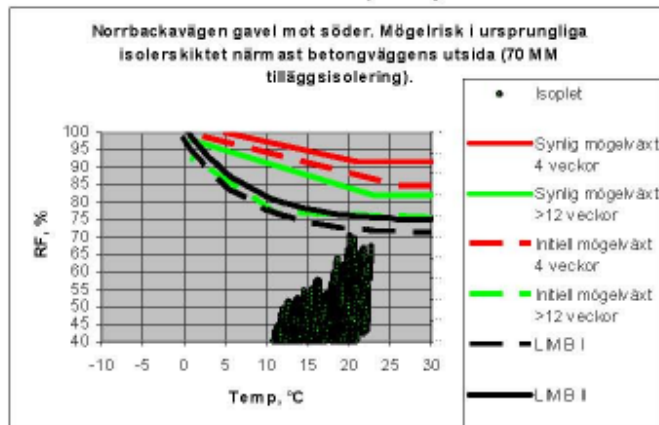
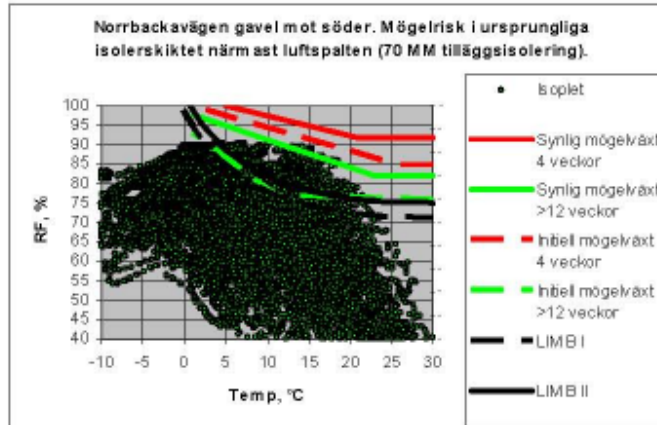


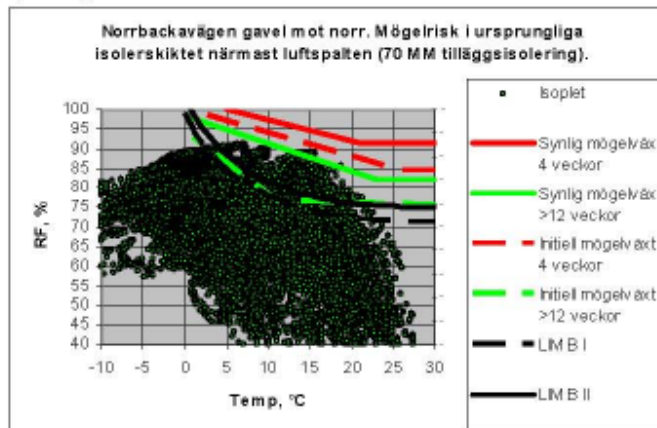


Diagram 7. . Mögelrisk i tilläggsisolerad gavelvägg mot söder. Prickarna redovisar RF och T för varje timma under 3 år.



I den yttre ursprungliga värmeisoleringen finns risk för att mikrobiell växt kan uppstå. Mineralull är dock inte särskilt mögelbenägen; se tabell 1.

Diagram 8. Mögelrisk i tilläggsisolerad gavelvägg mot norr. Prickarna redovisar RF och T för varje timma under 3 år.



Scenariot i norra gavleväggen är i huvudsak lika i det gamla ursprungliga isolerskiktet som för södergaveln.



Längsidor med träpanel

Vid beräkningen har slagregnsbelastning beaktats. I verkligheten sitter dessa väggpartier tämligen skyddade för slagregn av loftgång och balkonger.

Ångspärren ligger 70 mm utanför innerskivan av gips. Utanför ångspärren finns den ursprungliga isoleringen om 140 mm.

Diagram 9. Österfasad med träpanel.

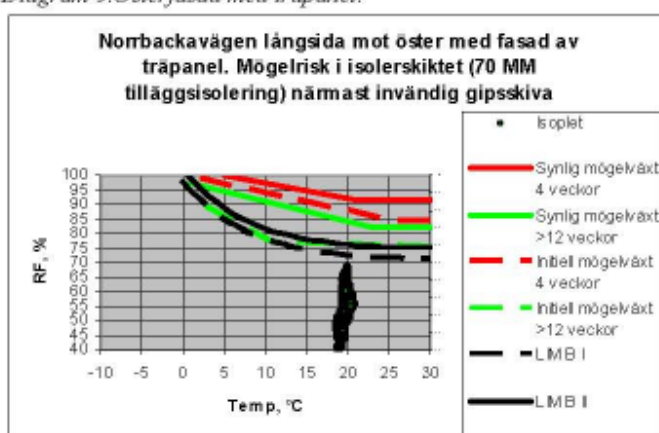


Diagram 10. Österfasad med träpanel.

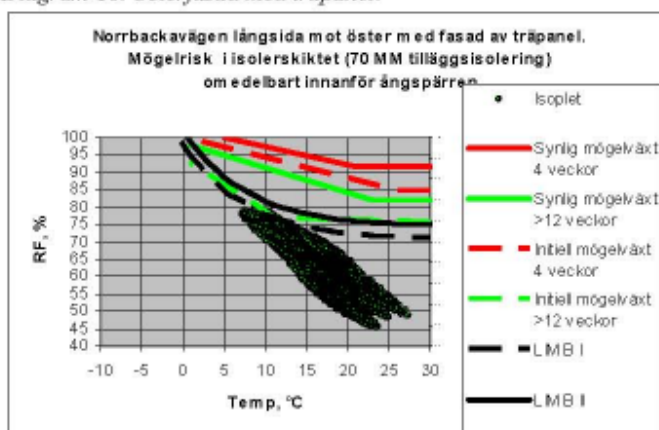




Diagram 11. Österfasad med träpanel.

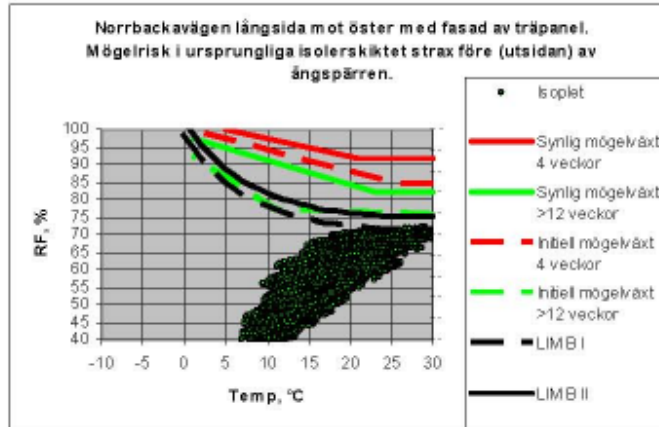
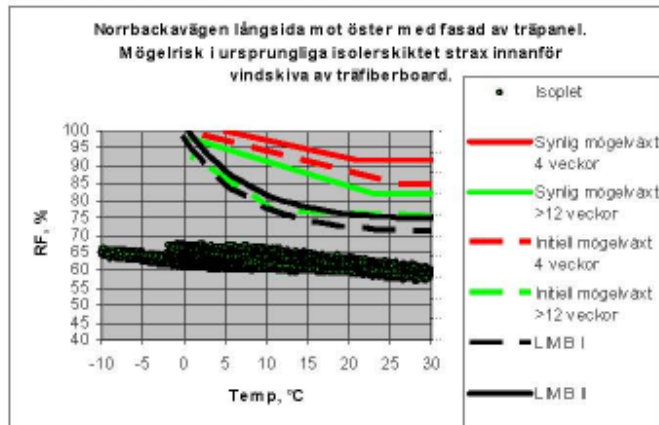


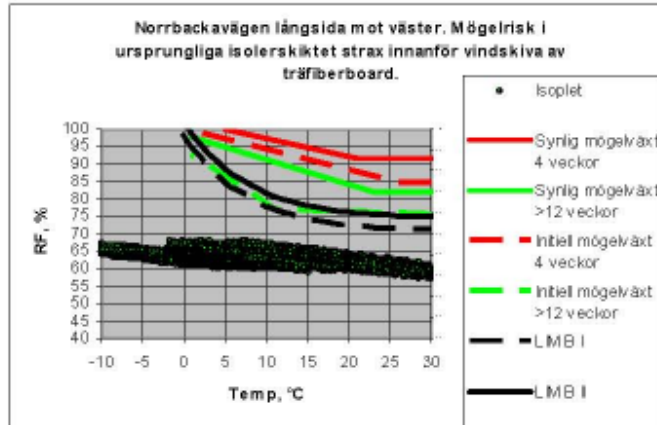
Diagram 12. Österfasad med träpanel.



Scenariot i västerfasaderna med samma konstruktion är i stort sett lika som i österfasaderna.



Diagram 13. Västerfasad; isolerskiktet närmast träfiberskivan.



Risken för mikrobiell växt i långsidornas värmeisolering efter tilläggsisolering bedöms som försumbar.

Långsidor med skalmur av rött tegel

Ångspärren ligger 70 mm utanför innerskivan av gips. Utanför ångspärren finns den ursprungliga isoleringen om 95 mm.

Diagram 14. Österfasad med skalmur.

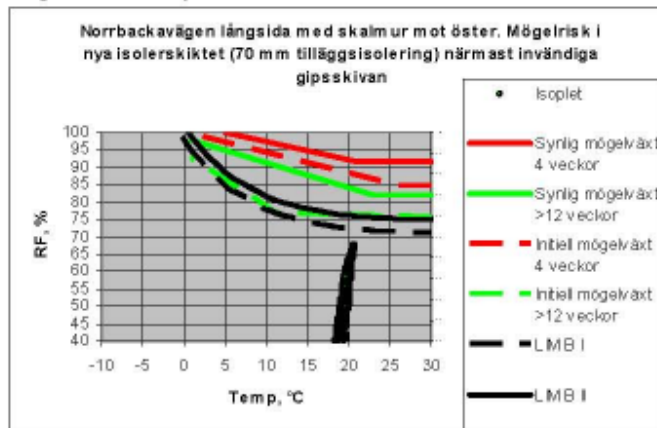




Diagram 15. Österfasad med skalmur.

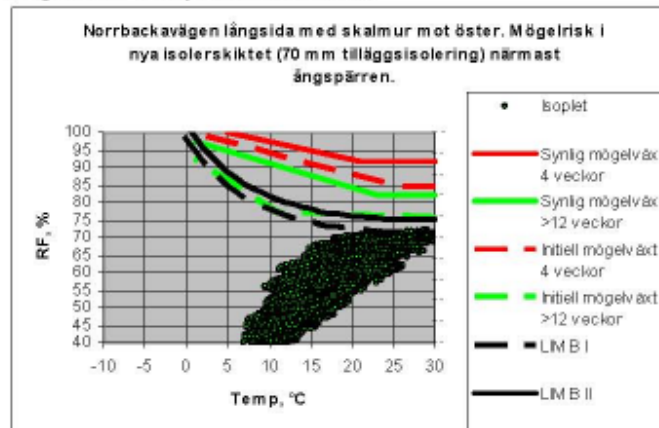


Diagram 16. Österfasad med skalmur.

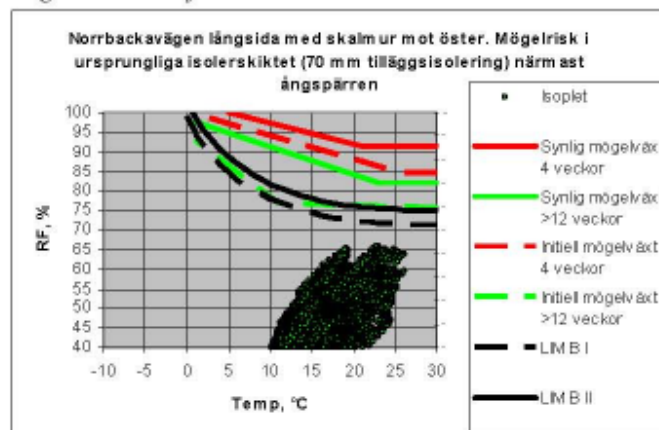




Diagram 17. Österfasad med skalmur.

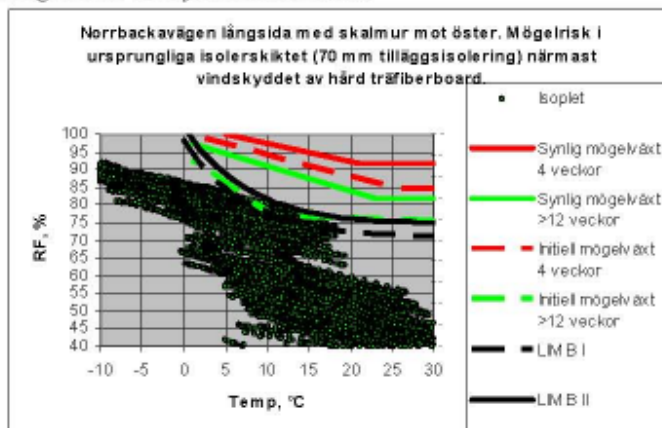


Diagram 18. Österfasad med skalmur.

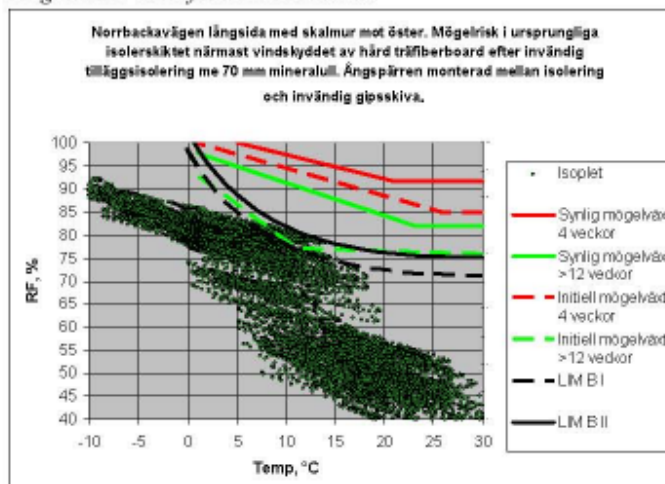




Diagram 19. Österfasad med skalmur. 45 mm tilläggsisolering på insidan

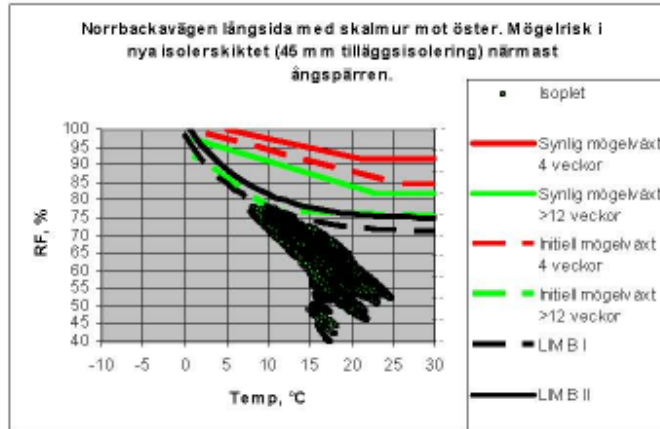
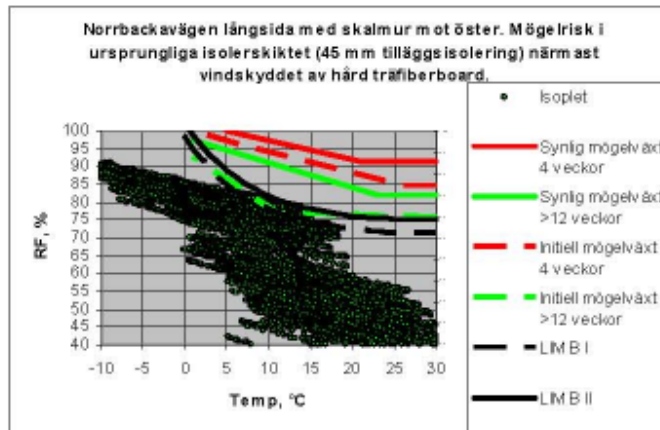


Diagram 20. Österfasad med skalmur. 45 mm tilläggsisolering på insidan



Skillnaden mellan att tilläggsisolera med 45 mm istället för 70 mm är ytterst marginell vad gäller fuktsituationen enligt beräkningarna i Wufi 4.2.

I samtliga konstruktioner där trämaterial förekommer tillsammans med värmeisolering av mineralull ser inte mögelrisken särskilt stor ut enligt dessa beräkningar. Isopletsvärmarna tangerar Lim B1 mot utsidan av väggkonstruktionen.



För att kontrollera om träreglarnas köldbryggeeftekt skulle kunna försämra scenariot har temperaturberäkningar gjorts i Heat 2.6.

Beräkningen har gjorts med transient beräkning för uteklimatet:

Beräkningsperiod 3,5 år

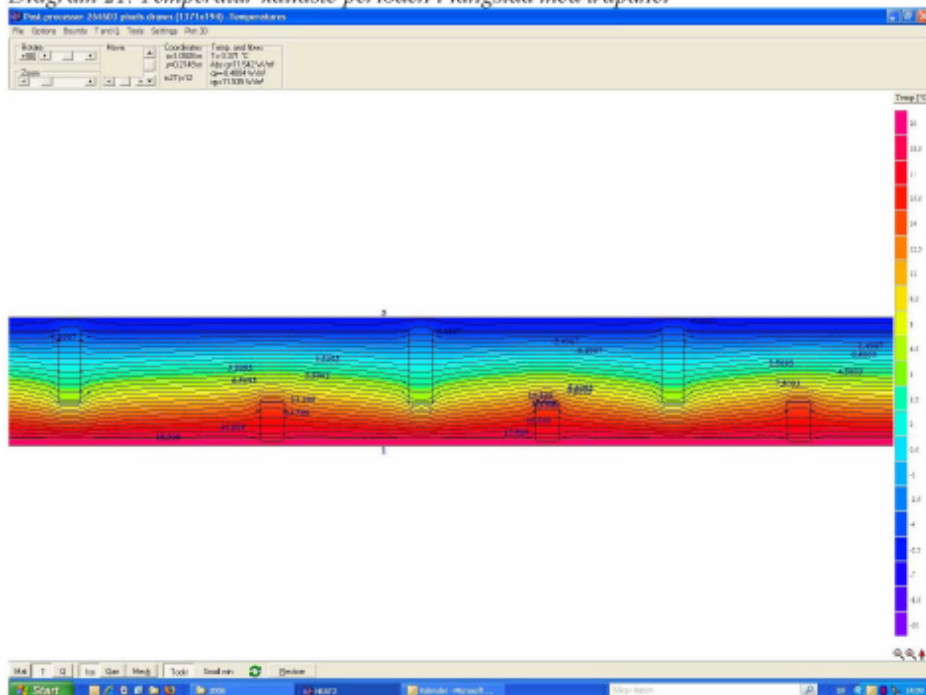
Medeltemperatur 6 °C

Amplitud 12 °C d.v.s. temperaturen utomhus svänger mellan -6 och +18 °C.

Kallaste perioden infaller 3 månader före medeltemperatortillfället på våren.

Nedan redovisas diagram över temperaturfördelningen i konstruktionen när det är kallast ute d.v.s. den period då nedkylning av träreglarna teoretiskt borde ge fuktigare klimat kring dessa.

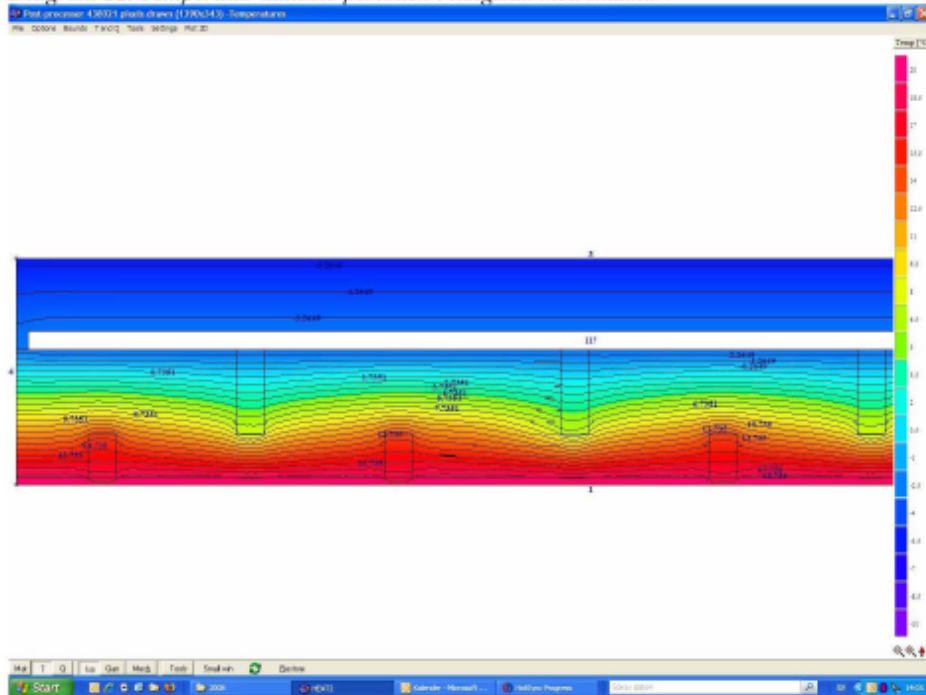
Diagram 21. Temperatur kallaste perioden i längsida med träpanel



Av isothermerna i ovanstående bild framgår att träreglarna är något om än ytterst marginellt varmare än isoleringen mot träfiberboarden. Fuktscenariot för träreglarna torde således vara likartat det som visats för isoleringen ovan d.v.s. fuktclimate tangerar lim B1 längst ut mot kalla sidan.



Diagram 22. Temperatur kallaste perioden i längsida med skalmur.



Av isotermerna i ovanstående bild framgår att träreglarna har samma temperatur som isoleringen mot träfiberboarden. Fuktscenariot för träreglarna torde således vara likartat det som visats för isoleringen ovan d.v.s. fuktclimate tangerar lim B1 längst ut mot kalla sidan.

Grundplatta

Ursprunglig konstruktion:

- Ytbeklädnad
- Betong 100 mm
- Cementstabiliserad lättklinker c:a 100-150 mm
- Dräneringslager

Ny konstruktion:

- Ytbeklädnad
- Spånskiva alt. Lamellparkett
- Värmeisolering 30 mm
- Plastfolie 0,2 mm
- Ursprunglig konstruktion



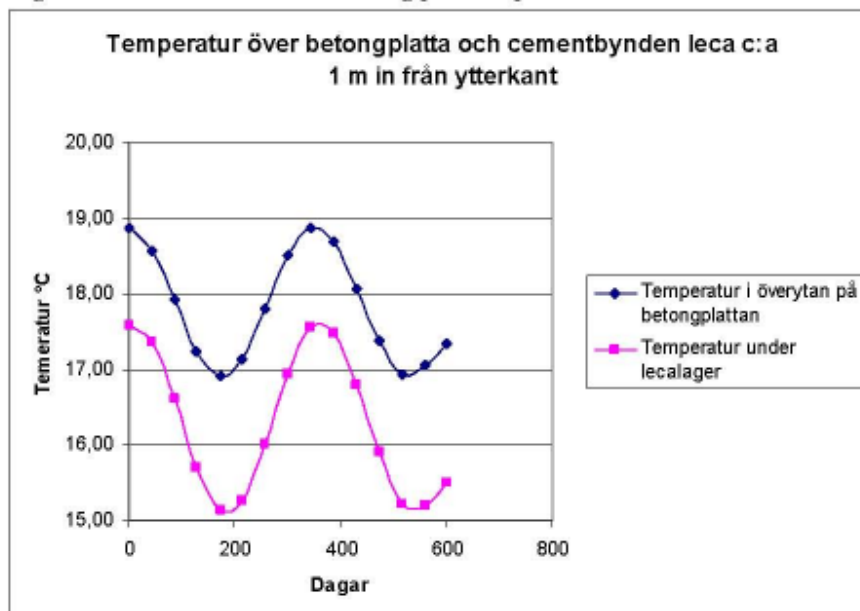
Beräkning har gjorts med heat 2.6. Steady-state beräkning för betongplattans mitt och transien simulering för ytterränden.

I ytterränden har värden hämtats ur recorderfunktionen i Heat 2.6 från två punkter c:a 0,5 m in från ytterkanten på grundplattan. Ena punkten är i övergången mellan lecalagret och undersida betongplatta och den andra punkten är rakt under den förra men under lecalagret.

Lecalagret har antagits vara 10 cm lösleca. Cementstabiliserad leca har naturligtvis sämre värmeisoleringsförmåga. Å andra sidan bör lecalagret sannolikt vara 15 cm, om man inte var alltför snål när huset byggdes.

Vid beräkningen har jordarten antagits vara lera (soil clay wet i databasen).

Diagram 23. Temperaturdifferens över lecalagret 0,5 m in från ytterkant grundplatta. I diagrammet redovisas slutet av beräkningsperioden på 10 år.



Temperaturdifferensen är knappa 2 °C över lecalagret i princip konstant under året. Detta skulle teoretiskt kunna ge en RF-sänkning på 10 % mot dimensionerande markfukt på 100 % RF. Naturligtvis kommer det att finnas en fuktvandringsdynamik under årscykeln, vilken torde vara tämligen komplicerad att beräkna. Det lär skall finnas 2-dimensionell Wufi, vilket skulle kunna var en möjlig beräkningsväg.



Diagram 24. Så här ser temperaturfördelningen i snitt över långsida med träpanel ut på vintern efter att grundplattan tilläggsisolerats med 30 mm cellplast. Diagrammet visar situationen efter en 10-årig beräkningscykel.

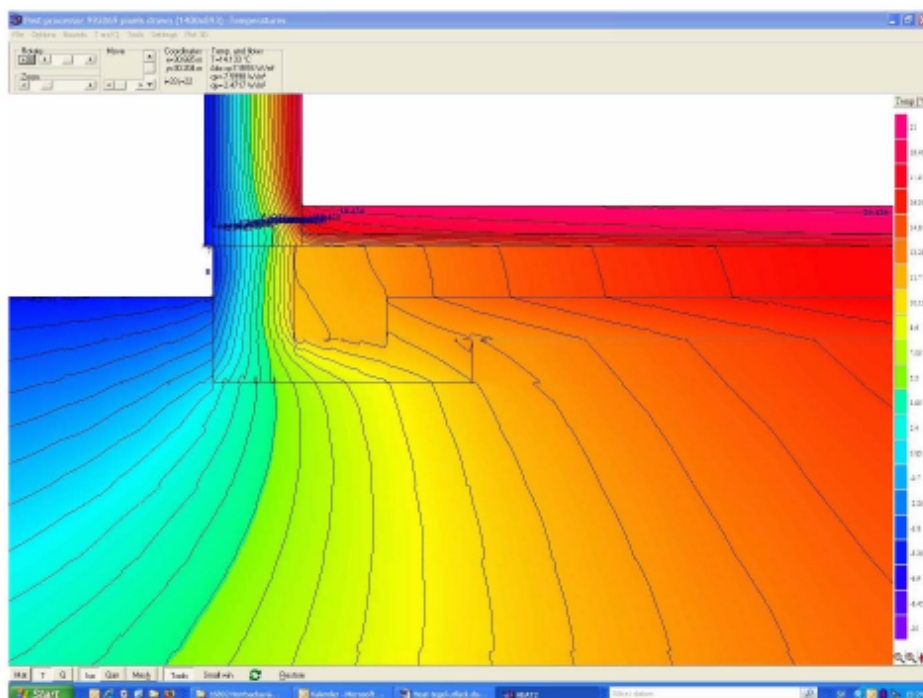
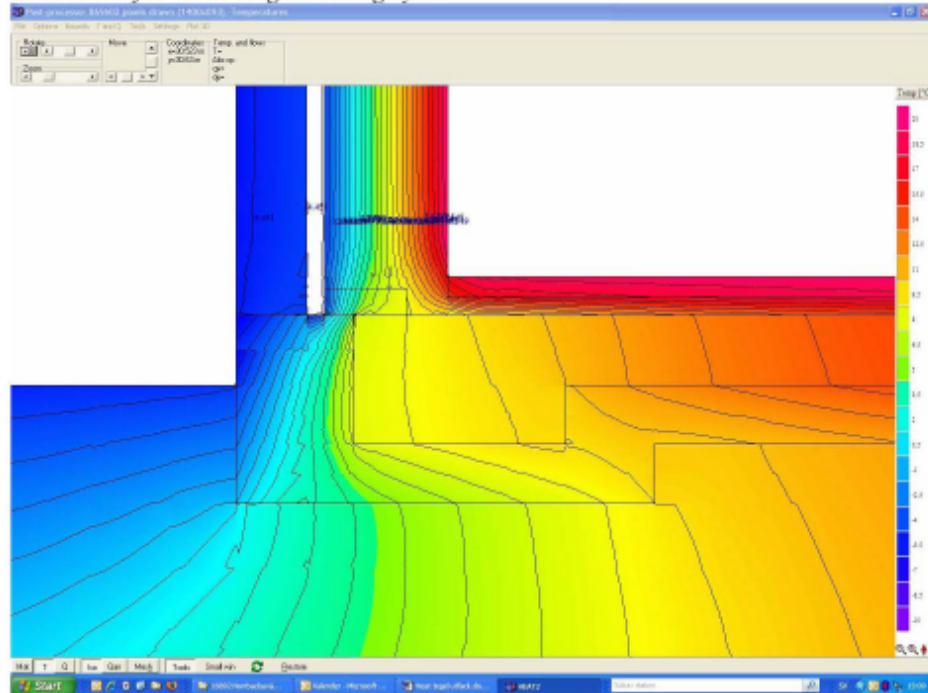




Diagram 25. Så här ser temperaturfördelningen i snitt över långsida med skalmur ut på vintern efter att grundplattan tilläggsisolerats med 30 mm cellplast. Diagrammet visar situationen efter en 10-årig beräkningscykel.



Fuktfördelning i golvkonstruktion efter tilläggsisolering på ovansidan med 30 mm cellplast.

Materialdata för beräkningen är hämtade ur G. Hedenblad, Materialdata för fuktransportberäkningar.

Inomhustemperaturen är satt till 21 °C

RF inomhus 35-50 %. P.g.a. plastfolien på betongen påverkas RF i betongen ytterst marginellt.

Marken RF antas vara 100 %

Temperatur fördelningen över konstruktionen har räknats fram med Heat 2.6.

Golvbeläggning: Lamellparkett

Beräkningen har gjorts som en stationärberäkning utifrån temperaturfördelning och materialsiktens ånggenomgångsmotstånd. Passräkning har gjorts p.g.a. att ånggenomgångsmotstånden ändras med relativa fuktigheten i materialen.



Diagram 26. Fuktfordelning i betongplattan som belagts med 0,2 mm plastfolie 30 mm värmeisolering och beläggning med lamellparkett.

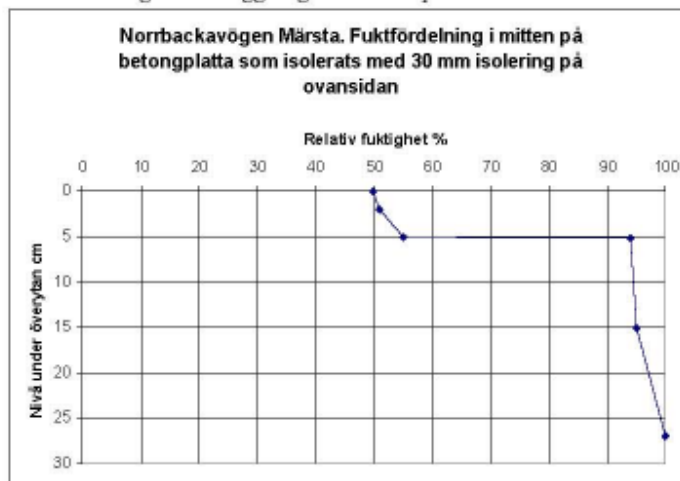
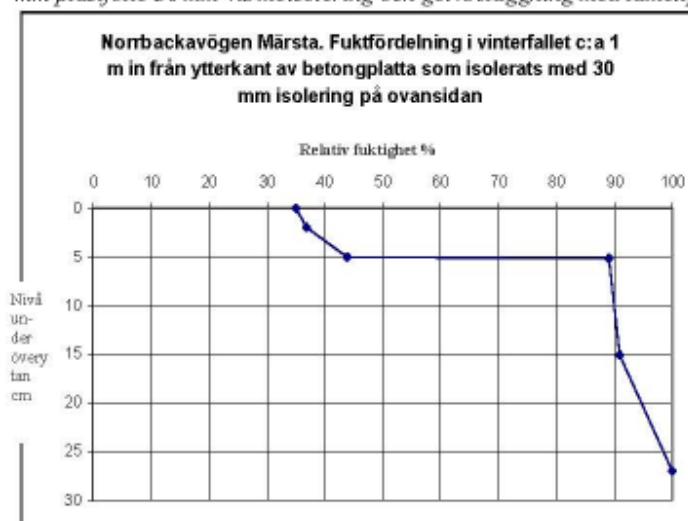


Diagram 27. Fuktfordelning vinterfallet i randen på betongplattan som belagts med 0,2 mm plastfolie 30 mm värmeisolering och golvbeläggning med lamellparkett.



Sommarfallet uti randzonen liknar i stort sett scenariot för betongplattans mitt. Vinterfallet ser ut fuktsynpunkt mer gynnsamt ut. Omfördelningen mellan vinter och sommarfallet är svårkalkylerat. Man kan nog räkna med att sanningen blir något mitt emellan.



Randzonen är vanskelig att räkna på. Betongplattans mitt är enklare p.g.a. att temperaturvariationen över året är mycket liten. Kalkylmässigt räknar man alltid med att RF i marken är 100 %. Vid praktiska mätningar får man sällan 100 % RF i underkant på bjälklagskonstruktionen. Om det beror på att mätapparaturen har högre osäkerhet i närheten av 100 % eller om det verkligen är så att RF ofta inte är 100 % i marken närmast under byggnaden är svårt att säga.

Kalkylmässigt är tilläggsisolering ovanpå betongplattan att se som en risk. Mycket viktigt om detta ändå utförs är att betongytan är extremt ren innan plastfolien läggs på.

Frostsprängning i skalmursytan

Tegelytan kommer enligt Wufi-beräkningarna att innehålla mellan 5 och 140 kg/vatten/m² tegel (skikt 11). Enligt bilagda diagram kommer dock teglet inte att innehålla mest vatten när det är som kallast. Frågan är då om tegel som är ett tämligen poröst material blir så vattenfyllt att frostsprängning sker i ytan.

Ökad isoleringsgrad innanför skalmuren minskar värmetransporten ut genom väggen och gör därmed teglet kallare, vilket ökar risken för frostsprängning.

Vind

Erfaren heter från ett flertal objekt där vindsbjälklag av betong tilläggsisolerats är att detta sällan är något problem ur fuktsynpunkt. Detta beror med stor säkerhet att konvektion från boutrymmet upp till kallvinden är obefintligt genom betongen. Viktigt är emellertid att alla genomföringar genom betongbjälklaget upp till vinden görs konvektionstäta.

Uppsala 2008-11-18
AK-konsult Indoor Air AB

Lars-Olof Åkerlind

Tel: 018-50 37 33
lars-olof.akerlind@akkonsult.com

BILAGA 5

Anvisningar för golvläggning från AK-KONSULT

Renhetskrav

- **Samtliga** rester efter golvmattor, mattlimrester, lumpapp etc. måste tas bort.
- Efter rengöring enligt ovan får betonggolvet **inte beträdas** av någon annan än den som i nästa moment skall lägga på ångspärren på betonggolven.
- Den/de som lägger på ångspärren måste ha rena inneskor, som aldrig använts utomhus. Detta innebär att skobyte måste ske innan ångspärsmontörerna går in på betonggolvet. Nya skoskydd kan användas om man kan **säkerställa** att dessa inte går sönder. Smuts från uteskorna får på inga villkor komma ut på betongen.

Rengöringsmetod

- Sedan golvbeläggningarna rivits ut torrslipas betongen ned till en nivå så att inga limrester eller oslipade fläckar finns kvar.
- Betongytorna dammsugs **noggrant** med industridammsugare, vilket helst skall stå utomhus. Även i detta moment skall väl rengjorda skor användas.
- Efter slipningen skall golven besiktas med avseende på kvarvarande limrester eller andra kvarvarande föroreningar. Sliputrustningen bör finnas kvar i objektet för det fall bedömning görs vid besiktningen att allt inte är bortslipat.
OBSERVERA! Även besiktningmannen skall iaktta samma renhetskrav för sina skor som övriga aktörer.
- Golven avjämnas med lämpligt golvspackel.
- Efter det att golvavjämnningen lagts får golven absolut inte beträdas förrän i samband med ångspärrens påläggande; se renhetskraven ovan.
- Ångspärren läggs så tät att damm och smuts inte kan komma in under ångspärren framgent; se beskrivning från K.

Kommentar

Renhet skall likaså krävas vid läggning av golvisolering och golvs kivor. Sågning av golvs kivor får **inte** ske inomhus i lägenheter där golvuppbbyggnad pågår eller passerats. Om man avsätter en lägenhet som arbetsutrymme där golvrengöringen (slipningen) inte påbörjats kan naturligtvis sågning av golvs kivor få ske i denna.

Bilaga 6

Beräkningsindata

		Norrbackavägen 21		Norrbackavägen 23	
		Före åtgärd	Efter åtgärd	Före åtgärd	Efter åtgärd
A _{temp}	m ²	1 101 ³	1 005 ²	1 134 ²	1 112 ²
Omslutande area	m ²	2 167 ³	-	1865 ²	-
Fönsterarea	m ²	145 ³	-	108 ²	-
U-värde ²	W/m ² K				
Yttervägg, tegel		0,41	0,25	0,41	0,25
Yttervägg, trä		0,30	0,2	0,30	0,2
Tak		0,22	0,12	0,22	0,12
Fönster		2,8	1,2	2,8	1,2
Grund		0,33	0,27	0,33	0,27
Dörrar		1,77	1,77	1,77	1,77
Köldbryggor	W/K	62,4 ²	-	73,4 ²	-
Ventilation, grundflöde	m ³ /h	1310 ¹	1170 ⁴	1245 ¹	1129 ⁴
Specifik läckning, 50 Pa	l/m ² ,s	1,2 ⁴	0,65 ¹	1,2 ⁴	0,65 ¹
Tappvarmvatten	kWh/år	40 880 ²	36 865 ²	50 3701 ²	36 135 ²
Hushållsel	kWh/år	36 730 ¹	-	28 007 ¹	-
Fastighetsel	kWh/år	5 011 ¹	-	8 148 ¹	-

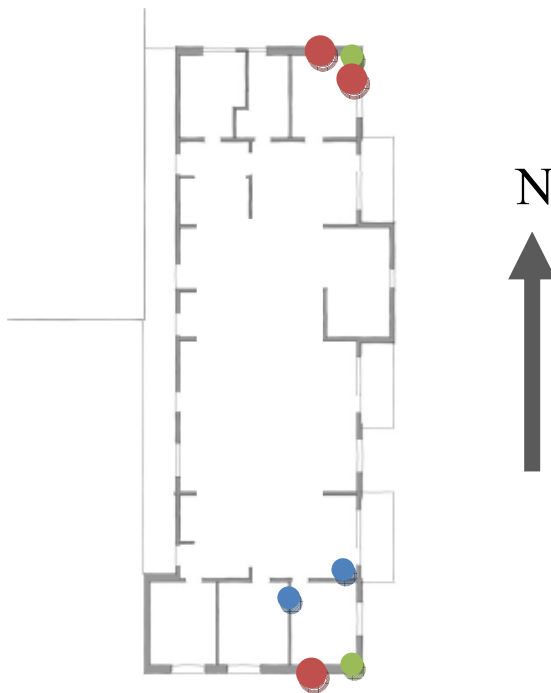
- 1) Uppmätta värden
- 2) Beräknade värden
- 3) Uppgifter från Sigtunahem
- 4) Antagna värden

Bilaga 7

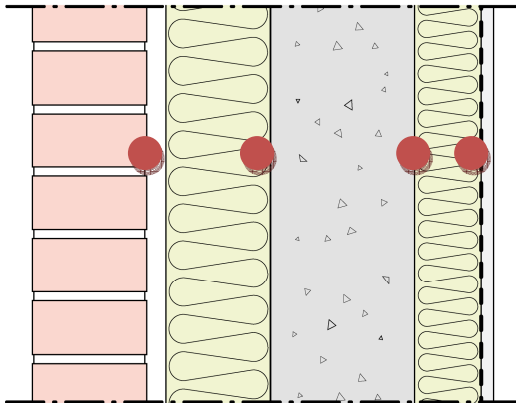
Beskrivning av fuktmätningar på Norrbackavägen 23

I samband med tilläggsisolering av fastigheten har givare för mätning av temperatur och relativ fuktighet placerats i delar av konstruktionen. Avsikten är att studera hur den invändiga tilläggsisoleringen i väggarna och på grundplattan påverkar konstruktionens fuktillstånd.

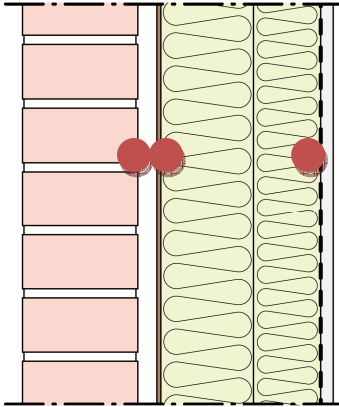
Givare har placerats i tre ytterväggssnitt i konstruktionen (se figur 1, 2 & 3), i ytterväggssyllar, grundplatta (se figur 1), utomhus, samt inomhus i rum i anslutning till givare – totalt 20 stycken.



Figur 1 - Givare har placerats i ytterväggssnitt (röda) samt i syllar (gröna) och betongplatta (blå). I ytterväggarna har givarna placerats mellan skikt för att ge en bild av värme- och fuktflöden (se figur 2 & 3). I båda konstruktionerna består tilläggsisoleringen av 70 mm mineralull, PE-folie och gipsskiva och ersätter på utfackningsväggarna en plastbelagd gipsskiva.



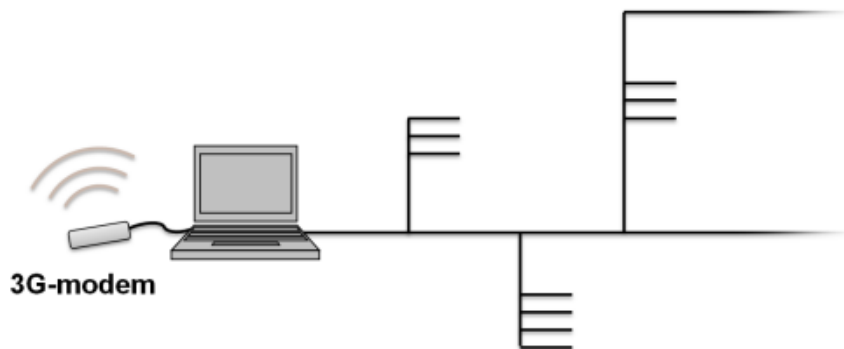
Figur 2 - Snitt genom bärande yttervägg med fyra mätpunkter.



Figur 3 - Snitt genom utfackningsvägg med tre mätpunkter

Mätsystem

Mätsystemet är trådbundet med individuellt adresserade sensorer i ett nätverk. Det möjliggör en flexibel kabeldragning (se figur 4) samtidigt som fast strömförsörjning ger möjlighet till avsevärt längre mätserier är med trådlösa batteridrivna givare. Mätdata samlas in med hjälp av en PC som i sin tur kan fjärrkontrolleras via en 3G-uppkoppling för ändringar och datahämtning.



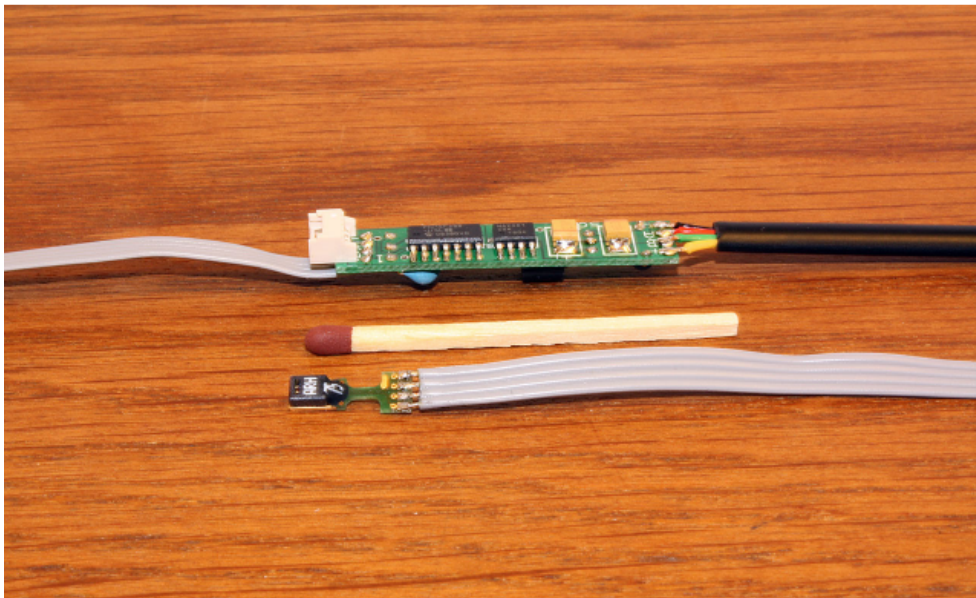
Figur 4 – Schematisk bild av hur det adresserade nätverket kan struktureras

Då mätningarna påbörjades redan under ombyggnadsskedet placerades mät datorn i ett apparatskåp (se figur 5) för få skydd mot damm och stötar. Mät datorn var dessutom tvungen att kunna flyttas enkelt, utan att riskera dess funktion, eftersom rivningsarbetena på dess slutgiltiga placering inte var avslutade vid installationen.



Figur 5 - Mät datorn monterad i apparatskåp.

Givarna är konstruerade för att påverka mätningarna minimalt. Till exempel separeras sensorn från kontrollkortet med en kabel när det är lämpligt och den ringa storleken är fördelaktig (se figur 6). Sensorerna har en god mät noggrannhet med $\pm 1,8\%$ RH och $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ vid för mätningen typiska situationer.

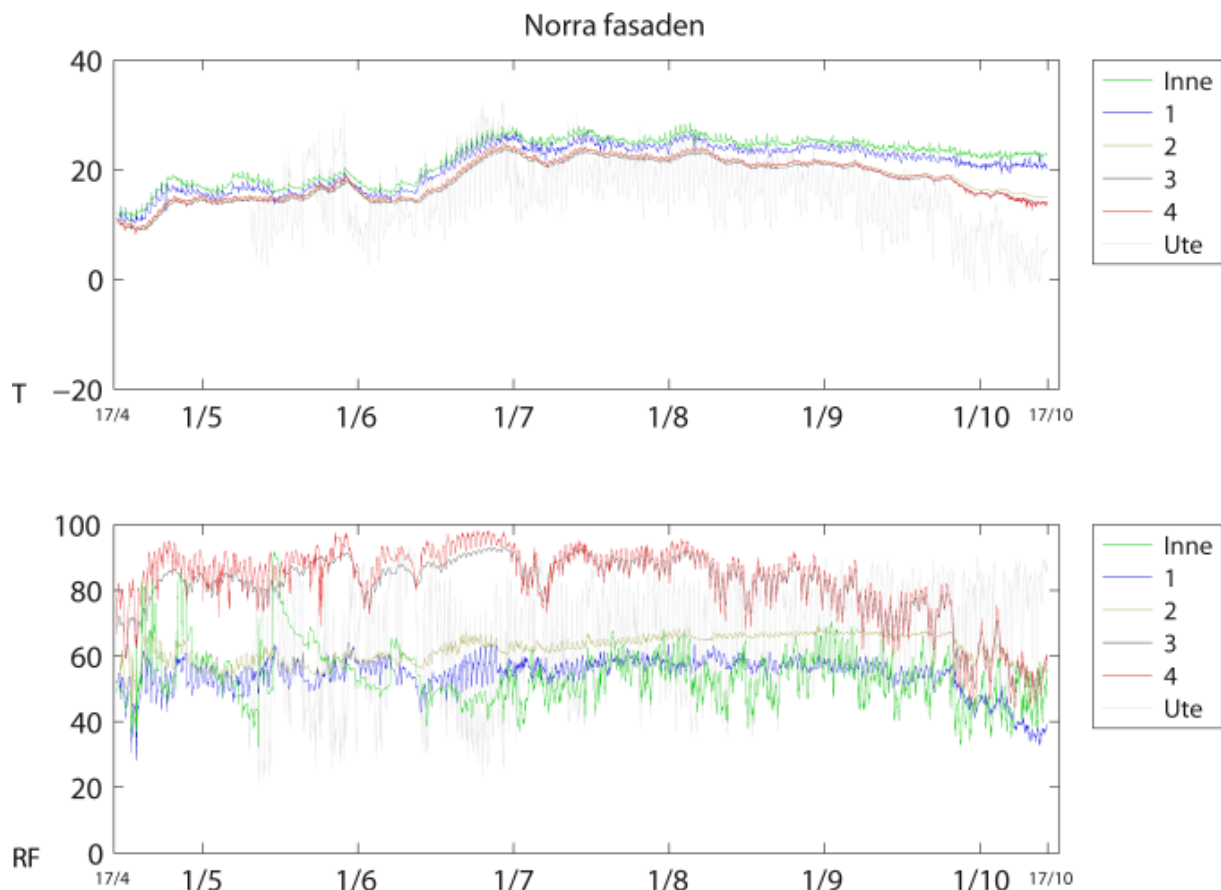


Figur 6 - Sensor och kontrollenhet separerade för att minimera påverkan på mätningen.

Exempel på data

Mätningar görs kontinuerligt var 5:e minut sedan den 17 april 2009 och beräknas fortgå åtminstone till och med 2010. Mätningarna kompletteras med klimatdata från SMHI.

Figur 7 visar mätdata från ett snitt genom den bärande norra fasaden (se figur 2). Till exempel syns det hur den relativa fuktigheten på teglets insida (röda kurvan) sjunker när temperaturen utomhus sjunker under oktober.



Figur 7 - Exempel på temperatur och relativ fuktighet i ett väggsnitt under ett halvår.

Bilaga 8
Artikel i VVS-Forum

RENOVERINGSEXEMPEL

Omtanken – Sigtunahem

Beräkningar hos Sigtunahem visar att det är tekniskt möjligt att nå cirka 50 procent energibesparing vid renovering med FTX-ventilation. Men den ekonomiska verkligheten gör att man måste välja bort FTX i vissa områden där hyran redan är hög. Nu bidrar Bebo till att Sigtunahem i två hus av samma typ kan undersöka konsekvenserna av dels byte till FTX, dels modifierad F-ventilation.

Sigtunahem äger och förvaltar cirka 5 000 lägenheter i Sigtuna kommun. Av dessa är ungefär 3 000 byggda mellan 1950 och 1975. Dessa lägenheter är i behov av renovering inom de närmaste 10–15 åren för att uppfylla dagens krav på funktion, säkerhet, hygien, luftkvalitet, termisk komfort, tillgänglighet samt energi och miljö.

Sigtuna kommun har gett Sigtunahem i uppdrag att renovera minst 500 av dessa 3 000 lägenheter under perioden 2008–2010. Det beslutet innebär startskottet för Sigtunahems renoveringsplan som kallas Omtanken. Det övergripande målet med renoveringen är att för framtiden skapa bostadsområden med trivsamt boende både inom- och utomhus och så liten miljöpåverkan som möjligt. Det

senare innebär bland annat minskad energianvändning med cirka 50 procent.

Två områden i starten

Under 2007 identifierade Sigtunahems fastighetsavdelning via statusbesiktning och utredningar två områden som skulle inleda Omtanken: Brännbo i Sigtuna byggt i etapper 1955–1969 (totalt 394 lägenheter) och Norrbacka i Märsta byggt 1972–1973 (totalt 660 lägenheter).

Under 2008 gjordes förstudie, projektering och upphandling av en byggnad inom respektive områden. Renoveringen omfattar bland annat:

- Utbyte av avlopps-, kallvatten- och varmvattenstammar
- Total renovering av badrum och kök
- Utbyte av elsystem
- FTX-ventilation

- Individuell mätning av hushållsel, kall- och varmvatten
- Omputsning och tilläggsisolering av fasader
- Tilläggsisolering av vind
- Renovering av fönster inklusive ny innerruta med energiglas och argongasfyllning

Norrbacka blev Beboprojekt

Samtidigt som Omtanken började ta form blev Sigtunahem erbjudna att delta i projektet Ny kostym & respirator som drivs av Energimyndighetens beställargrupp Bebo och som har som mål att stödja och dokumentera renoveringsprojekt av 1950-, 60- och 70-talsbeståndet. Sigtunahems tanke var att både Brännbo och Norrbacka skulle ingå i projektet, men det visade sig att Brännboprojektet var för långt gånget för att kunna delta medan Norrbacka passade in i tidsplanen.

Norrbackaområdet består av 50 loftgångshus i två plan; de är byggda i två olika varianter. För att vara säkra på att de planerade åtgärderna var de rätta i ett så stort område valde vi som första steg att renovera ett hus av varje typ för att sedan utvärdera dessa under ett år. Norrbackavägen 21 och 23 valdes ut. Byggstarten

skedde i januari 2009. Följande energitekniska åtgärder är planerade:

- Invändig tilläggsisolering av ytterväggar med 70 millimeter mineralull
- Invändig isolering av golv på mark med 30 millimeter cellplast
- Renovering av befintliga fönster; den invändiga rutan byts till energiglas med argonfylning
- Tilläggsisolering av vinden
- Installation av individuell mätning av kallt och varmt vatten samt hushållsel som debiteras hyresgäst
- Installation av FTX-ventilation

Projektet modifierades

Enligt beräkningar i E-norm som Bebos resurspool via Per Levin har utfört innebär de här åtgärderna en energibesparing på cirka 85 megawattimmar per år. Det innebär att den årliga energianvändningen för värme, varmvatten och fastighetsel minskar från 176 kilowattimmar per kvadratmeter till 92 kilowattimmar per kvadratmeter. Det motsvarar cirka 48 procent besparing (figur 1). I tabell 1 redovisas besparingen av olika åtgärder.



1. Norrbackavägen 21 i Märsta renoveras så att det befintliga fråntuftssystemet behålls och kompletteras med nya tilluftsventiler bakom radiatorerna samt med ny köksfläkt. Inklusivt andra åtgärder sparas totalt 30 procent energi. 2. Norrbackavägen 23 renoveras med FTX-ventilation. Inklusivt andra åtgärder väntas energibesparingen bli cirka 50 procent.

ms plan för framtiden

Tabell 1. Olika åtgärders bidrag till energibesparingen i Norrbacka.

Åtgärd	Energibesparing (kWh/m ² och år)
Individuell mätning av varmt och kallt vatten samt el	9
FTX-ventilation med 75 procent verkningsgrad	30
Nytt klimatskal	45
Total besparing	84

I samband med anbudsvärderingen av Norrbackavägen 21 och 23 konstaterades det att projektet inte gick ihop ekonomiskt på grund av för höga entreprenadkostnader i kombination med för liten skillnad mellan befintlig hyra och planerad hyreshöjning. Fastighetsavdelningen fick i uppdrag att se över vad som eventuellt kunde tas bort av de åtgärder som planerats.

Efter genomgången beslutades att befintligt frånluftssystem ska behållas och kompletteras med nya tilluftsventiler bakom radiatorer samt ny köksfläkt. Denna åtgärd innebär att den totala energibesparingen minskade till cirka 30 procent (figur 2).

På ett Bebo-möte diskuteras det om Norrbackavägen 21 kan anses vara ett representativt projekt för Bebo.

Sigtunahem presenterade ett förslag som går ut på att även renovera Norrbackavägen 23, men med FTX-ventilation och att Bebo stöttar merkostnaden för detta. Förslaget antogs och som motprestation ska Sigtunahem installera mätutrustning enligt direktiv från Bebo och rapportera mätdata för energi, vatten, fukt och komfort till Bebo. Bebo sammanställer sedan en rapport som redovisar skillnaden mellan dessa byggnader samt villka verkliga hinder som finns för att nå uppställda krav på bland annat komfort, energianvändning och livslängd. Det gäller hinder hos oss själva, hos hyresgästerna och hos myndigheterna.

Kalkyl för Omtanken

Vid investering och underhåll i samband med stamrenovering med mera gör Sigtunahem en kalkyl. Utgiften fördelas på investering och underhåll. Investeringen skrivs av under 50 år med 2 procent per år. Underhållsdelen innebär en direkt kostnad under det år som åtgärden utförs. Kalkylen för investering innehåller både kostnader och intäkter.

Följande kostnader ingår i investering Omtanken:

- Räntor (gällande kalkylränta 4,5 procent)
- Avskrivning 2 procent
- Hyresrabatter vid återflyttning; rabatt ges med 50 procent av hyreshöjningen under första året, därefter minskar den successivt under tre år
- Eventuella ökade driftkostnader

Följande intäkter räknas i investering Omtanken:

- Hyreshöjning för förbättrad standard i fastigheten
- Effekter av energibesparing
- Minskade kostnader för underhåll och reparationer

Kalkylmodellen som vi använder för hyressättning innebär att projektet ger ett visst underskott de första åren, men därefter ett överskott. Målet är att projektet sammantaget åtminstone ska ge kostnadstäckning för de första tolv åren.

Hinder och möjligheter

Projektet i Norrbacka visar att det är tekniskt möjligt att nå cirka 50 procent energibesparing. Det är bostadsföretagets ekonomiska verklighet som gör att man inte kan nå detta fullt ut trots hög ambitionsnivå i miljö- och energifrågor.

I fallet Norrbacka är det balansen mellan befintlig hyresnivå och hur stor hyreshöjning

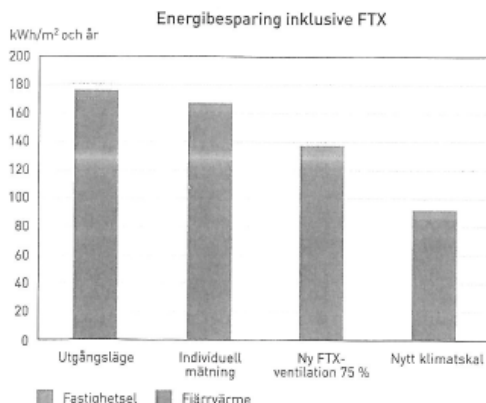
man kan ta ut för statushöjning samt relativt hög entreprenadkostnad som gör att FTX-systemet väljs bort. I vårt Brännboprosjekt installeras FTX-ventilation. Det beror på att den befintliga hyresnivån var lägre där än i Norrbacka.

Bebo har valt att ge bidrag till Sigtunahem i Norrbacka för att kunna redovisa verkliga kostnader och uppmätt energianvändning samtidigt som komforten (temperatur, fukt, luftkvalitet med mera) verifieras. Sigtunahems förhoppning är att denna rapport kan vara ett underlag vid framtida diskussioner om eventuella stödåtgärder från staten, till exempel att miljömedvetna satsningar kan premieras med exempelvis skattelättnader.

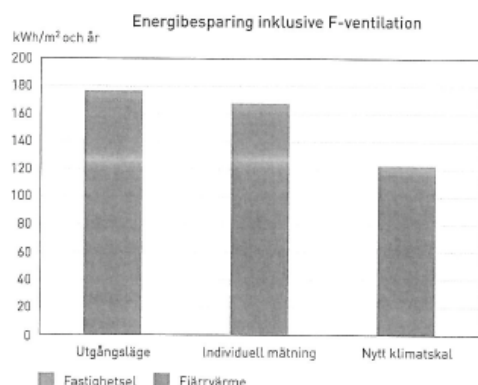
För att nå en energibesparing på 50 procent inom bostadssektorn till 2050 måste de riktigt lönsamma åtgärderna subventioneras de mindre lönsamma, och det krävs stödåtgärder i vissa renoveringsprojekt.

Lars-Göran Andersson
tidigare hos Sigtunahem,
numera hos Sollentunahem

Projektleddare hos Sigtunahem är
Anders Larsson (anders@thetis.nu).



Figur 1. Huset Norrbackavägen 23 kommer att spara nästan 50 procent energi med FTX-ventilation med 75 procent verkningsgrad, individuell mätning och nytt klimatskal.



Figur 2. Huset Norrbackavägen 21 får behålla sitt frånluftssystem som ska kompletteras med nya tilluftsventiler bakom radiatorer och ny köksfläkt. Tillsammans med individuell mätning och nytt klimatskal blir den totala energibesparingen cirka 30 procent.

Bilaga 9

Bilder på hus och åtgärder



Norrbackavägen 21 före ombyggnad



Norrbackavägen 21 före ombyggnad



Norrbackavägen 21 efter ombyggnad.





Borrprov ur bottenplatta med
lättklinkerskikt nertill.



Tak före åtgärd



Isolering av kulvertstråk i 21:an.



Tilläggsisolering insida yttervägg.



Tilläggsisolering golv i bottenvåning.



Norrbackavägen 23 med FTX, fixerat vädringsfönster.



Norrbackavägen 23 med FTX. Kulvertstråk flyttas in på vind.

Bilaga 10

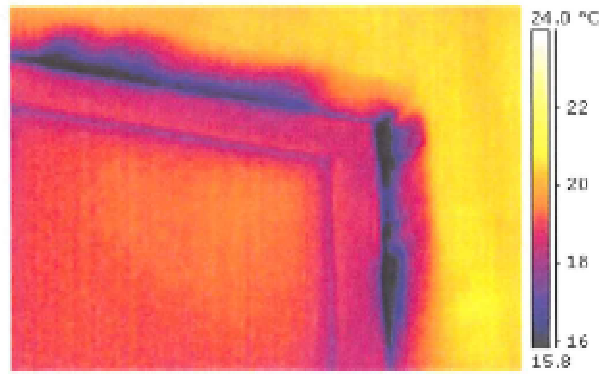
Resultat från termografering före och efter åtgärder

Utdrag ur termograferingsprotokoll.

Norrbackavägen 23 efter åtgärd



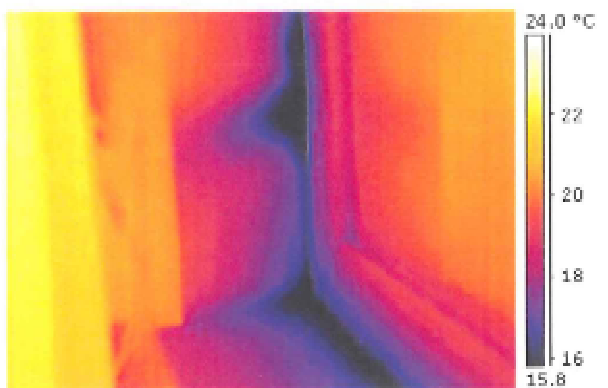
Luftläckning runt badrumsfönster.



Luftläckning vid golvvinkel.



Luftläckning i fönstersmyg.



Utvärdering

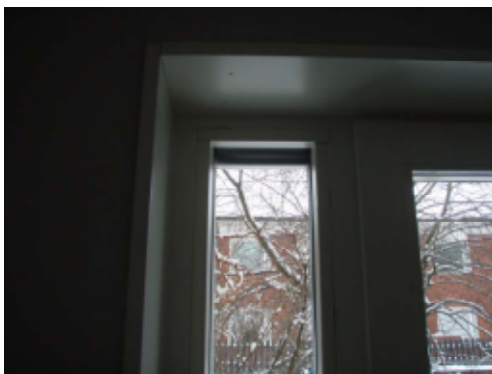
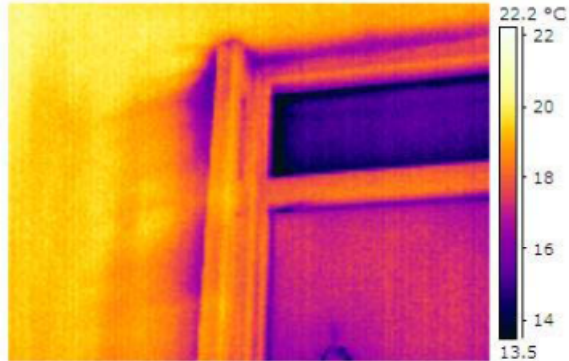
Följande luftläckage har identifierats i denna undersökning:

- Runt fönster i WC, sovrum 1 och sovrum 2
- Ytterdörr och ovanliggande fönster i hall
- Installationsnisch och nedpendalt tak i WC (internt läckage)
- Taknisch i sovrum 2
- Rörslits i kök (mot hall)

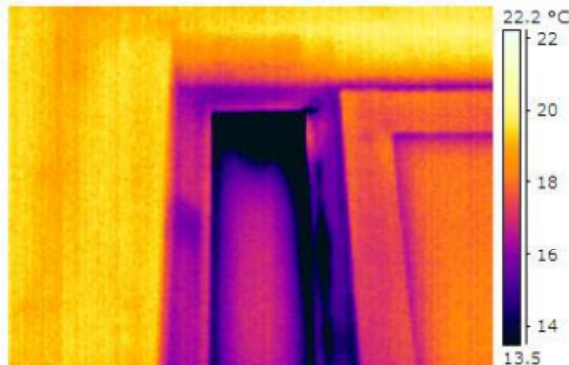
Norrbackavägen 21 efter åtgärd



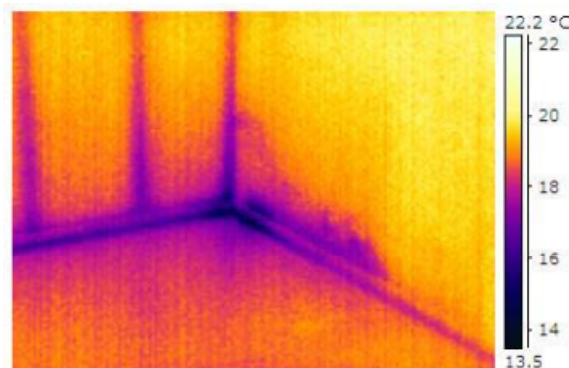
Luftläckning i karmens övre del



Tydlig luftläckning i "platsbyggda" fasta fönster



Luftläckning i vägghörn mot innervägg (Vid tidigare inspektion noterades att plastfolien i yttreväggen ej går obruten förbi aktuell innervägg. Detta är anledningen till observerad luftläckning.)



Utvärdering 21:an

Följande positiva iakttagelser kunde noteras vid termografering (vid 50 Pa undertryck):

- Inga stora luftläckage kunde noteras från varken golv- eller takvinkel (lösningen med gummibeklädd stålsyll/ -hammarband fungerar tillfredställande).
- Öppningsbara fönster påvisar inga tecken på större läckage
- Inga större kallluftläckage noterades från ventilationsnischerna
- Plastfolieinvik i fönster-/dörrsmyggar har gett resultat (till skillnad mot tidigare termografering).

Följande förbättringspotential noterades:

- Platsbyggda fasta fönster läcker generellt
- Eldosor (och andra genomföringar) i ytterväggen läcker (kan vara svårt att komma ifrån då plastfolien ej är indragen i ytterväggen).
- Ytterdörrens drevning bör kompletteras
- Internt luftläckage mellan lägenheterna bör brandtätas för att minimera risken för brandrök-/matosspredning
- Plastfolien bör gå obruten förbi lätta innerväggar (Dvs. innerväggarna bör demonteras ca 50 cm från yttervägg för att få rum för detta).