

Energieffektivisering av ett gammalt tegelhus

- Att förbättra en Skånelänga



**LUNDS
UNIVERSITET**
Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg

Examensarbete:
Sophie Lilja

© Copyright Sophie Lilja

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2012

Sammanfattning

Det fokuseras mycket på att nybyggnationer ska använda så lite energi som möjligt, men även äldre byggnader måste bli mer energieffektiva. I den här studien ligger tyngdpunkten på att försöka isolera en specifik skånelänga så pass mycket att det följer BBR 18s krav.

Huset som valts är ett småhus vars ytter- och innerväggar nästan helt består av tegel. Fasadväggarna består av dubbla tegel med luftspalt mellan och en tretexskiva på insidan. Innerväggarna är även de helt i tegel med en putsad sida.

På fasadens utsida ser man ortens egna tegel från tiden då tegelbruket fortfarande var igång. Det är därför av stor vikt att byggnaden inte isoleras på utsidan så att teglet på något vis täcks. Byn som byggnaden ligger belägen i är dessutom K-märkt, vilket innebär att alla otidsenliga utseendeförändringar inte är tillåtna.

Resultatet kom att bli överraskande. Beräkningsmässigt krävs det en hel del isolering för att hålla energianvändningen på en, enligt BBR, godkänd nivå.

Eventuella utskrifter bör göras i färg för att alla bilder ska bli tillräckligt tydliga.

Abstract

Much attention has been put on making new buildings have a "low energy" standard, but old buildings also need to become more energy efficient.

In this paper, the emphasis has been put on trying to insulate the house so much that it complies with BBR's requirements. The house chosen is a house that is almost entirely constructed of brick. Exterior walls consist of double brick with an air gap in between and Tretex fiberboard on the inside (interior wall). The inner walls are also completely of brick with a plastered exterior.

On the exterior facade you can see the town's brick from the time when the brick factories were still running. It is therefore essential that the building is not insulated on the outside so that the bricks do not get covered. The village where the building is located is also listed, which means that anachronistic appearance changes are not allowed.

The result was surprising. It does not take much insulation to keep energy use to an approved level, in accordance with BBR. Even if one had chosen wood burning as a heat source in this house, it is likely that an equally good result can be achieved with electric heaters and heat pumps.

Any prints should be made in color for all images to be clear enough.

Förord

Examensarbetet är skrivet av Sophie Lilja som en avslutande del på utbildningen Byggteknik med arkitektur på Lunds Tekniska Högskola Campus Helsingborg.

Intresset för miljö- och energibesparingar har funnits länge och eftersom man idag är så medveten om miljön så är det här examensarbeten i högsta grad aktuellt.

Ett stort tack till min examinator Lars Sentler för att han delar med sig av sina kunskaper.

Till min handledare Lars-Erik Harderup för sin expertis och vägledning genom den här avhandlingen.

Till Ronald och Ewa Engström för att de har lånat ut sitt hus till förmån för att detta examensarbete skulle kunna skrivas.

Ett speciellt varmt tack till Lisa Persson och Christina Andreasson för deras stöd och uppmuntran till att skriva det här arbetet.

Helsingborg mars 2012

Sophie Lilja

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Metod	1
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Förväntat resultat	2
2 Nya EU-normer	3
3 Skånelängor i allmänhet	3
4 Byggnaden idag	4
4.1 Planskisser	4
4.2 Orientering och historia	6
4.3 Tak	7
4.4 Gavel - ovanvåning	8
4.5 Vindsbjälklag	9
4.6 Innerväggar	10
4.7 Yttervägg	11
4.8 Golv	11
4.9 Grund	13
4.10 Fönster	13
4.11 Dörrar	14
5 Uppvärmning	15
5.1 Vedeldning	15
5.1.1 Grunden	16
5.2 Eluppvärmning	16
5.3 Värmepump	16
5.4 Gratisvärme från hushållet	17
5.5 Ventilation	17
6 Krav	18
6.1 BBR, Boverkets byggregler	18
6.2 Rösa by	19
6.3 Krav på golvkonstruktioner	19
6.3.1 Dränering	21
6.4 Krav på ytterväggskonstruktioner	21
6.5 Krav på fönster	22
7 Indata	23
7.1 Definitioner	23
7.2 Byggnadens värden i dagsläget	25
7.3 Beräkningsformulär	26

7.3.1 Ventilationsflöde.....	26
7.3.2 Läckage	27
7.4 Köldbryggor	28
7.4.1 UNorm	28
7.4.1.1 Golv-yttervägg	29
7.4.1.2 Hörn i yttervägg	30
7.4.1.3 Infästning innervägg-yttervägg.....	32
7.4.1.4 Fönster och dörrar	34
7.4.1.5 Vindsbjälklaget	35
7.4.1.6 Golv.....	37
8 Resultat av energiberäkning för byggnaden i dagsläget	38
8.1 Energiberäkning	38
8.2 U _m -beräkning	38
8.2.1 Kommentarer till resultat	39
9 Byggnaden förändras	39
9.1 Tak.....	39
9.2 Vindsbjälklag	39
9.3 Innerväggar	40
9.4 Ytterväggar	40
9.4.1 Perlite.....	40
9.5 Golv	41
9.6 Fönster och dörrar.....	41
9.7 Ventilation	42
9.8 Dränering	42
10 Nya indata.....	42
10.1 Beräkningsformulär.....	44
10.1.1 Ventilationsflöde.....	44
10.1.2 Omräkning av vedeldning till energi	44
10.1.3 Läckage	44
10.2 Köldbryggor efter ombyggnad	44
10.2.1 UNorm	44
10.2.1.1 Golv-yttervägg	45
10.2.1.2 Hörn i yttervägg	47
10.2.1.3 Innervägg-yttervägg.....	49
10.2.1.4 Fönster och dörrar	50
10.2.1.5 Vindsbjälklag	52
10.2.1.6 Golv.....	54
11 Resultat av energiberäkning för byggnaden efter förändring .	56
11.1 Energiberäkning	56
11.2 U_m-beräkning.....	56
11.2.1 Kommentar till resultaten.....	56

12 Alternativa lösningar	56
12.1 Isolering	56
12.1.1 Tegelkontroll.....	56
12.2 Uppvärmning	57
12.2.1 Värmefaktor.....	57
13 Slutsats	57
14 Referenser	57
15 Bilagor	57

1 Inledning

Den här rapporten har skrivits för att genom en fallstudie visa vad som behövs för att tilläggsisolera ett äldre enfamiljshus med ytterväggar av tegel, tak av trä och grund av betong, så att det uppfyller dagens krav enligt BBR 18.

1.1 Bakgrund

Det finns idag ett väldigt stort intresse för utvecklandet av miljö- och energieffektiva byggnader. Nya bostäder byggs som ska förbruka så lite energi som det bara är möjligt, men det är även viktigt att tänka på de befintliga äldre bostäderna. Bostadshuset som behandlas här är en byggnad med genomgående tegelväggar utan isolering, som släpper genom mycket värme.

Fram till år 2020 ska Sverige sänka sin energianvändning med 20% per areaenhet i bostäder och lokaler samt 50% fram till år 2050 enligt jämförelse med år 1995¹. Fram till år 2020 ska beroendet av fossila bränslen inte finnas och andelen förnybar energi ska ökas.

Jag vill undersöka om det går att isolera detta hus på ett bra sätt, utan att förändra utsidan, så att energianvändningen hamnar under BBRs krav på energianvändning och isolering för nyproduktion.

1.2 Syfte

Syftet med det här arbetet är att försöka finna en bra lösning för att reducera den specifika byggnadens värmeläckage, utan att på något sätt förändra byggnadens utsida. Den valda lösningen ska inte heller leda till fuktskador eller andra inomhusproblem.

1.3 Metod

För att få fram indata till beräkningar har mätningar av huset varit nödvändiga. Olika mått på väggar, fönster, dörrar, tak och grund har tagits fram för att sedan användas i energiprogrammet Isover Energi 3 samt UNorm.

Anledningen till att de här programmen används är för att utbildningen endast har behandlat just de två. Efter att ha tagit reda på husets köldbryggor samt nuvarande totala energianvändning så har det varit enklare att komma fram till lösningar för att sänka den här användningen. Genom litteraturstudier,

¹ Miljömål

elektroniska sökningar och intervjuer har jag fått fram de värden som har krävts i energiprogrammen.

1.4 Avgränsningar

Eftersom rapporten skrivs under en kurs som endast sträcker sig 15 veckor så krävs en del avgränsningar för att examensarbetet inte ska bli för stort.

Avhandlingen behandlar bara sätt att energieffektivisera byggnaden på och inte den ekonomiska aspekten.

Ljudklass i byggnaden har det inte tagits hänsyn till eftersom rapporten bara handlar om hur värmen ska hindras att lämna byggnaden. Eftersom det här endast är en teoretisk rapport så är det heller inte möjligt att göra några ljudmätningar.

Likaså är inte provtryckningar möjliga att göra. BBR 18 kap 9:21 säger att klimatskalet för byggnader med en area större än 100 m² ska vara så tätt så att byggnadens specifika energianvändning och installerad eleffekt för uppvärmning uppfylls.²

1.5 Förväntat resultat

Trots att byggnaden läcker så mycket värme att den skulle kunna ses som en enda stor köldbrygga så förväntar jag mig att kunna få fram ett lyckat resultat som visar att det går att få ner energianvändningen i ett gammalt tegelhus så att det följer kraven enligt BBR 18.

² BBR 18 (BFS 2011:6)

2 Nya EU-normer

EU har satt som mål att minska energiförbrukningen och det görs genom att satsa på ökad energieffektivitet. Fram till år 2020 vill man ha minskat energiförbrukningen med 20% och det gör man bland annat genom att förbättra energistandarden i byggnader.

Från och med år 2011 vill Europaparlamentet att alla byggnader som förbrukar energi ska konstrueras enligt normerna för passivhus.³

Att bygga om gamla hus så att de får en energistandard som ett passivhus är kanske inte praktiskt möjligt i det avseendet att fasaden förändras eller att boarean minskas kraftigt.

3 Skånelängor i allmänhet

Skånelängor är byggnader som uppförts före 1850-talet av skånska bönder. De är vanligtvis inte bredare än 6 m och taket fick en lutning på minst 45 ° för att regnvattnet skulle kunna rinna av från halmen. Husen är ofta 2-3 gånger längre än de är breda.

Materialen som har använts för att bygga dessa hus kommer från närområden och därför skiljer sig material och teknik åt beroende på i vilken region husen är belägna.

Den skånska huslängan har en historia långt bakåt i tiden. I Malmö har fynd hittats från husgrunder från stenåldern. Dessa hus var också långa och smala samt uppförda med stolpar och hade halmtak. Stolparna hade klykor upptill som längsgående åsar lades på. På åsarna lades trädgrenar som skulle hålla uppe halmtaket. Väggarna gjordes av lera, flätade kvistar och halm och ofta även av torv och trä.⁴

³ Europa

⁴ Torgny, Ove (1984)

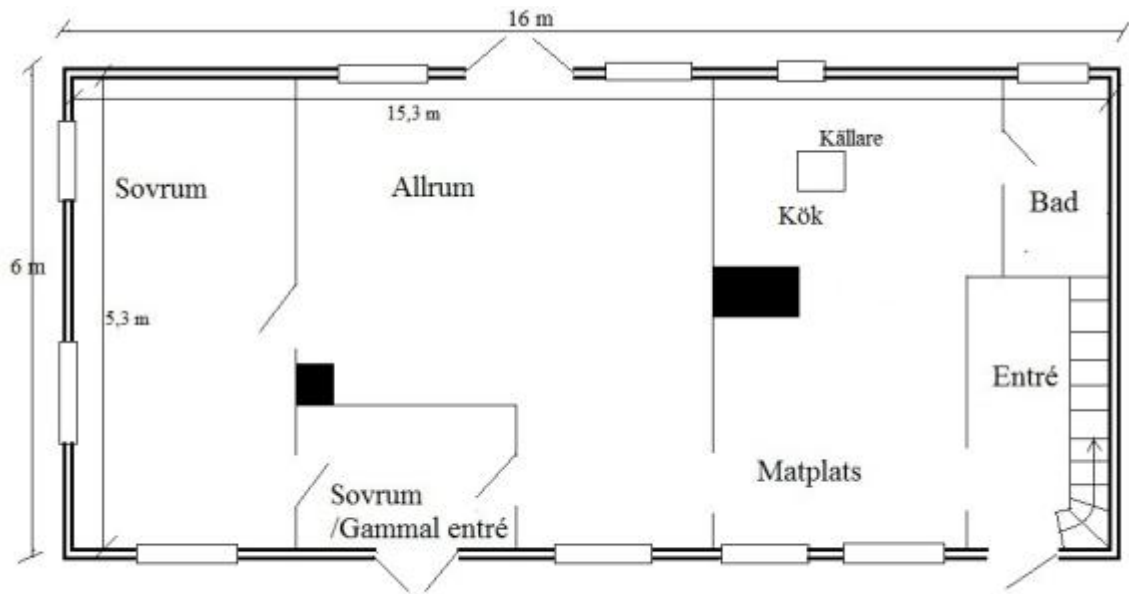


Figur 3.1 Stolpar med klykor

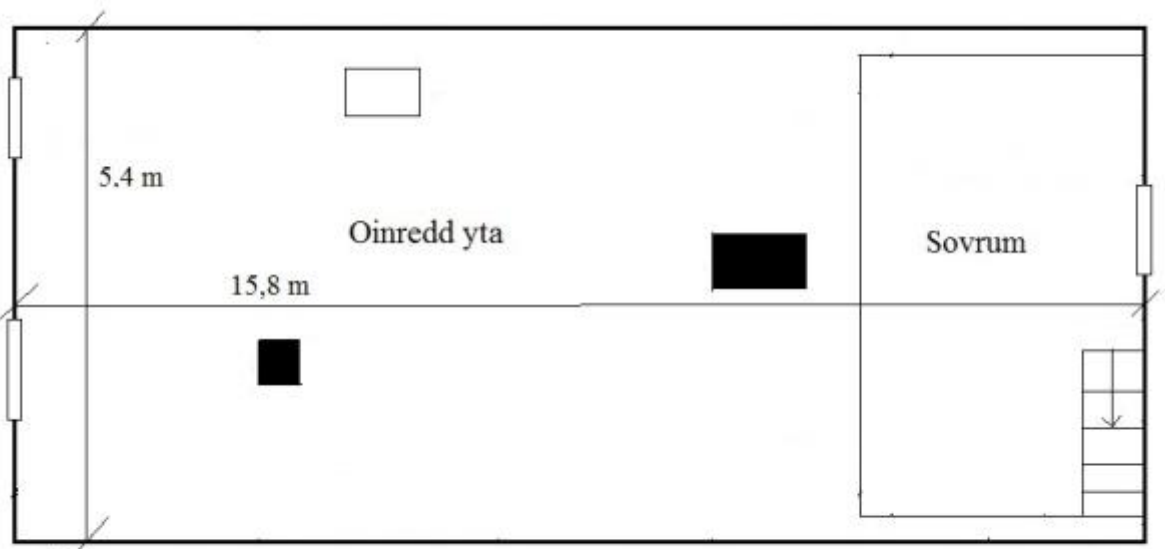
4 Byggnaden idag

4.1 Planskisser

Skisserna visar hur botten- och ovanvåning ser ut och de är inte skalenliga. De svarta rutorna i figurerna är skorstenar. I figur 4.1 visas både de yttre och inre måtten, i figur 4.2 endast de inre. Figur 4.3 föreställer snedtaket i avseende att visa hur den tempererade arean, A_{temp} , räknas fram. De yttre måtten på bostaden är 16 m respektive 6 m. De inre måtten på bottenvåningen är 15,3 m respektive 5,3 m då väggens tjocklek har räknats av. På ovanvåningen, där gaveln är uppbyggd av träreglar är innermåttet istället 15,8 m respektive 5,4 m.

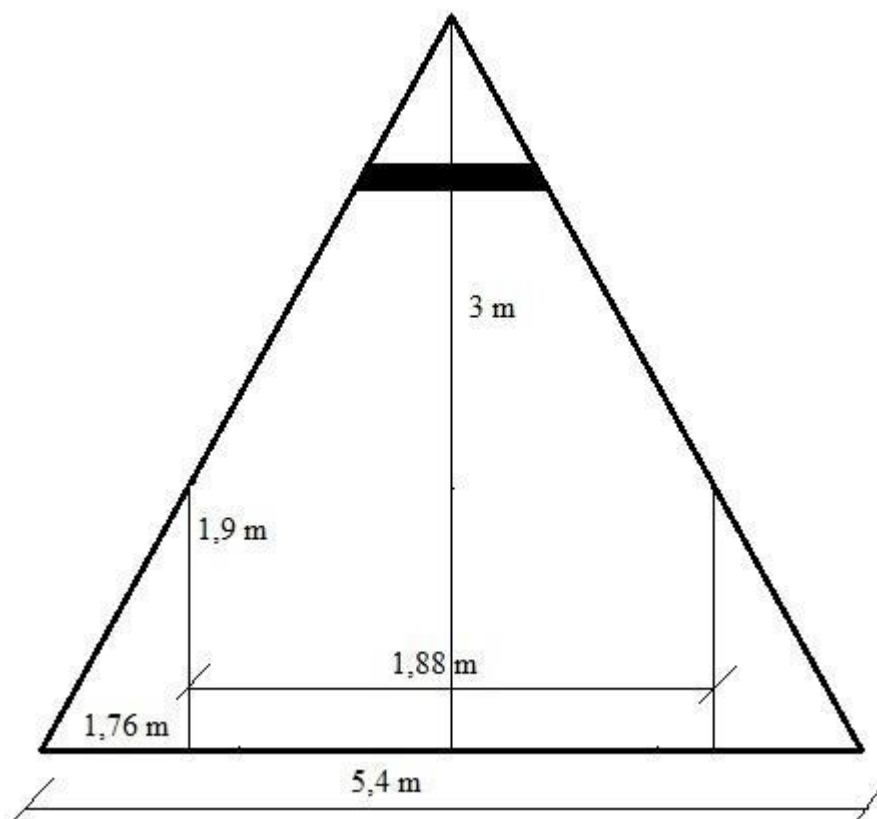


Figur 4.1 Bottenvåning



Figur 4.2 Ovanvåning

Den ofyllda rutan i figur 4.2 är en lucka i mellanbjälklaget som gör att man kan komma upp på ovanvåningen. Eftersom ytan är oinredd finns inte heller någon trappa för att ta sig upp.



Figur 4.3 Snedtak

När boarean på ett plan med snedtak mäts måste rumshöjden vara minst 1,90 meter på en bredd av minst 60 cm.

På figur 4.1 syns även en ruta med texten ”Källare”. Detta är en lucka i golvet som leder ner till ett kallt utrymme som används dels som livsmedelsförvaring och dels som förvaring av varmvattenberedare. Ytan är inte avsedd att värmas till mer än 10°C och räknas därför inte in i den tempererade arean (se avsnitt 7.1)

4.2 Orientering och historia

Byggnaden ligger belägen i Rösa by i Klippans kommun. Huset uppfördes troligen runt år 1877, då det första arrendekontraktet upprättades.⁵ På den tiden var huset troligtvis ett vanligt korsvirkeshus då tegel var ovanligt och dyrt att köpa in. Ett korsvirkeshus beräknades hålla i ungefär 50 år och då är det möjligt att huset fick sin tegelfasad under 30-talet eller senare. Det var först under 40-talet som tegelfasader började bli vanligt i kommunen Helsingborg, som ligger beläget ca 3-4 mil sydväst om Klippan.

⁵ Lillienberg Olsson Eva , 2012-01-11

4.3 Tak

Taket har en 47° lutning och består av takstolar, 120*120 mm och c/c 1200 mm, som håller upp horisontella träreglar samt spontade brädor. Därpå ligger papp och till sist taktäckning som består av fastspikad eternit. I dagsläget är taket inte isolerat.



Bild 4.1 Tak inifrån-nock Foto: S.Lilja

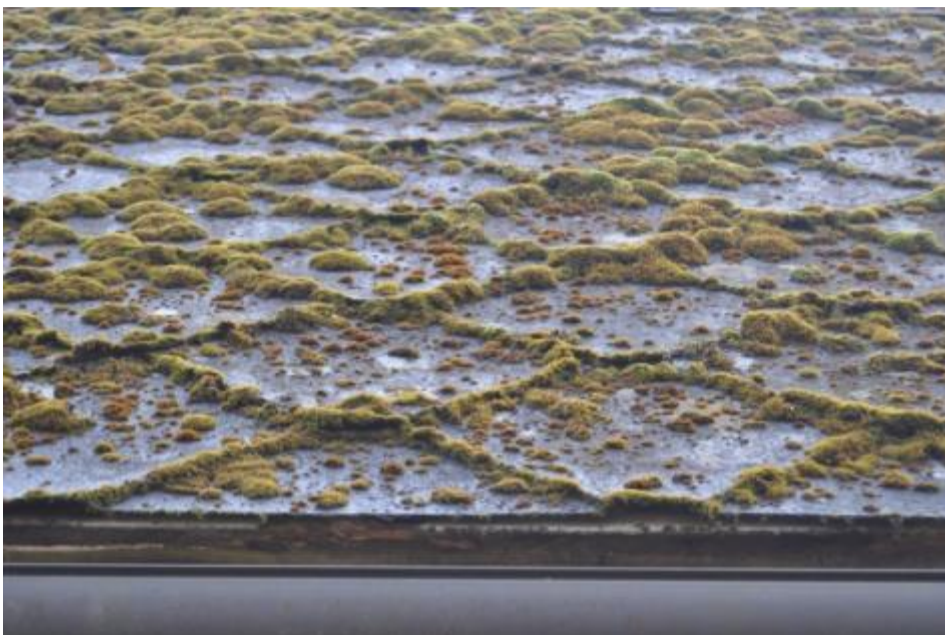


Bild 4.2 Takpannor Foto: S.Lilja

4.4 Gavel - ovanvåning

Ovanvåningens gavlar är uppbyggda av 95*45 mm träreglar med isolering mellan, 29 mm lockläkt utanpå samt 12 mm tretexskivor på insidan (tretexskivor endast på östra gaveln. Den västra saknar skivor). Ångspärr saknas helt.



Bild 4.3

Gavel Väst

Foto: S.Lilja



Bild 4.4

Gavel Öst

Foto: S.Lilja

4.5 Vindsbjälklag

Idag består vindsbjälklaget av balkar, 170*140 mm och c/c 1170 mm, som ligger längs med kortsidorna på byggnaden och är alltså ca 6 meter långa. Mellan dessa balkar sitter tretexskivor fast och dessa ses som bottenvåningens tak. Utrymmet mellan balkarna har fyllts med kutterspån och på balkarna ligger enkla träbrädor som golv.



Bild 4.5

Mellanbjälklag

Foto: S.Lilja



Bild 4.6 Underifrån Foto S.Lilja

4.6 Innerväggar

Alla innerväggar på bottenvåningen är uppbyggda av tegel där den totala tjockleken är 170 mm. Väggarna har dessutom 20 mm puts på båda sidorna. På ovanvåningen är den enda innerväggen gjord med trästomme och gipsplattor.



Bild 4.7 Innervägg bv Foto: S.Lilja

4.7 Yttervägg

Byggnadens fasad består av en bärande konstruktion i tegel. Väggen är totalt 333 mm tjock och består av, från utsidan, 120 mm tegel, 60 mm ventilerad luftspalt, 120 mm tegel, 20 mm puts, 1 mm vindpapp samt 12 mm tretexskivor.



Bild 4.8

Ventilation-luftspalt

Foto: S Lilja

4.8 Golv

Golvet ligger på mindre balkar med tvärsnitt 50*80 mm som vilar på betongen närmst fasadväggen. Balkarna är troligtvis lagda i samband med att man tog bort de ursprungliga som fasaden vilade på (se avsnitt 4.9).

Mellan balkarna och betongen finns ett luftat mellanrum som är 55 mm stort. Det finns endast enstaka träkilar som ligger mellan balkarna och betongen för att avlasta träbalkarna. Som isolering mellan och under balkarna används kutterspån och ovanpå balkarna ligger långa träbrädor. Ur fuktsynpunkt är denna lösning inte bra. Fukt tar sig från marken upp via betongen och där finns spånet och träbalkarna som suger åt sig fukten. Moränlera (se avsnitt 4.9) som kan innehålla väldigt mycket fukt gör det svårt för betongen att torka ut.



Bild 4.9 **Golv** **Foto: S.Lilja**



Bild 4.10 **Golv** **Foto: S.Lilja**

4.9 Grund

Huset har tidigare varit uppbyggt på en typisk torpargrund, men någon gång under 60-talet har man tagit bort de bärande balkarna som höll upp fasaden och istället fyllt upp grunden med betong. Eftersom det inte finns någon dokumentation över denna händelse så är det svårt att veta om det finns något kapillärbrytande skikt under betongen. Marken i Rösa by består av moränlera som antas ha en värmeledningsförmåga (lambdavärde) på $1,5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.⁶



Bild 4.11 Grund Foto: S.Lilja

4.10 Fönster

Byggnaden har flera kopplade 1+1-fönster med spröjs på det yttre glaset samt en mittpost. Det inre glaset är helt och saknar spröjs medan det yttre består av tre mindre, spröjsade glas. Fönstren kan öppnas upp via små hakar på insidan så att de inre och yttre glasen delas. Ramen består av trä som är infäst i den yttre delen av tegelfasaden. Mellan teglet och ramen har man sprutat in skum som ska isolera. Skummet är i vissa fall synligt utifrån. U-värdet på fönstren antas till $2,56 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ ⁷ vilket är ett väldigt högt värde.

⁶ Persson Bornfeldt Ingrid

⁷ Ohlén Björn (2005)



Bild 4.12 Fönster Foto: S.Lilja



Bild 4.13 Litet fönster Foto: S.Lilja

4.11 Dörrar

Alla dörrar i byggnadens fasad har glasrutor. Dörrarna är 6,5 cm tjocka och fodrade. Dörrarna sitter, liksom fönstren, i en träram som är infäst i tegelfasaden där skum ska fungera isolerande mellan teglet och ramen. Antaget U-värde för dörrarna är $2,0 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$ enligt Energimyndigheten.⁸



Bild 4.14 Entrédörr Foto: S.Lilja



Bild 4.15 Gammal entré Foto: S.Lilja

⁸ Energimyndigheten



Bild 4.16 Bakdörr Foto: S.Lilja

5 Uppvärmning

5.1 Vedeldning

Den huvudsakliga uppvärmningen sker genom vedeldning i en kamin i allrummet samt en vedeldad spis i köket. Den vedeldade spisen är gammal och används inte för matlagning, men den värmer delar av huset vintertid. Årligen används ca 15 m³ ved för att värma huset. Den stora mängden beror på att vedeldning sker året runt.

All ved som förbränns måste omräknas till energi. Träslaget som används mest är björk. Stöde energi har en tabell över energiinnehållet i olika träslag.

Tabell 7.2 Energiinnehåll vid olika träslag vid en fukthalt av 25%.⁹

Träslag	kWh/kg	kWh/m ³
Gran	3,9	1404
Tall	3,7	1406
Al	3,7	1406
Asp	3,7	1406
Björk	3,5	1645
Bok	3,5	1890

⁹ Stöde Energi

Som man kan se i tabellen har björk ett energiinnehåll på 1645 kWh/m³. Hushållet använder årligen ungefär 15 m³ ved vilket ger ett värde på 24675 kWh/år.

För övrigt anges fukthalten 30% som den fukthalt träet har då det har torkat ute. För ved som har legat inne en stund och torkat mer av värmen från kaminen är en fukthalt på 25% rimlig.

5.1.1 Grunden

Något som är väldigt viktigt för sådana här hus med krypgrund är att grunden hålls varm. Skorstenarna går genom golvet och rakt ner i marken. Förr när man eldade i kaminen varje dag offrade man en del av värmen som gick ner i grunden och höll den varm och torr. Idag är det troligen inte alls lika viktigt eftersom grunden har blivit fylld med betong och de stora balkarna som den inre tegelmuren tidigare vilade på har plockats bort. Det finns alltså ingen risk för att några balkar ska bli fuktskadade och därmed inte kunna hålla upp huset.

5.2 Eluppvärmning

I huset finns elburna radiatorerna, men de används inte eftersom huset läcker ut så mycket värme att det inte blir ekonomiskt försvarbart. Värme från el kommer främst från andra elartiklar i hemmet såsom spis och begränsat från värmepump.

5.3 Värmepump

Nyligen installerades en luft/luft-värmepump i allrummet på bottenvåningen för att hålla en mer jämn temperatur då det inte eldas i kaminen. Pumpen ger en effekt på mellan 3,4-4,8 kW vid temperaturer mellan -10°C och 10°C¹⁰. Det innebär en tillförd effekt på 3,4-4,8 kWh/år. För enkelhetens skull används genomsnittstalet 4,1 kWh/år i energiberäkningen.

¹⁰ Daikin



Bild 5.1 Värmepump Foto: S.Lilja

5.4 Gratisvärme från hushållet

Gratisvärme finns i form av användandet av elektronisk utrustning såsom TV och dator. Värme fås även från dusch och matlagning. Hushållet innefattar endast två yrkesverksamma personer så hushållet hålls bara igång några timmar varje dygn. Kyl och frys styrs av termostat och påverkar därför inte i någon större omfattning.

5.5 Ventilation

Huset har ett okontrollerbart självdragsystem (se bild 4.10) där luften tar sig in via ventiler i takhöjd, cirkulerar i rummen och till sist kommer ut som frånluft i kök och badrum genom ventiler som går upp genom taket.



Bild 5.2

Avluftshuv

Foto: S.Lilja

6 Krav

6.1 BBR, Boverkets byggregler

I BBR 18 kap 9¹¹, Energihushållning står det vilka regler som gäller för bostadshus. Till en början framgår det att byggnader ska vara utformade så att energianvändningen begränsas genom lågt kylbehov, effektiv värme- och kylanvändning, effektiv elanvändning samt låga värmeförluster.

I kap 9:2 står det att bostäder ska utformas så att byggnadens specifika energianvändning, installerad eleffekt för uppvärmning och genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_m) för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden (A_{om}) högst uppgår till de värden som anges i tabell 9:2a (här tabell 6.1).

¹¹ BBR (BFS 2011:6)

Tabell 6.1 Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme

Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning (kWh/m ² , Atemp, år)	150	130	110
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (W/m ² , K)	0,5	0,5	0,5

Klimatzon tre är den zon som gäller för huset som behandlas i denna studie eftersom huset ligger beläget i landets sydliga delar. Tabellen används eftersom eluppvärmning inte är aktuellt för huset för nuvarande och troligen inte i framtiden heller så länge de nuvarande ägarna bor kvar.

Något som också nämns i regelsamlingen är att man, vid beräkning av byggnadens förväntade specifika energianvändning, bör ta med säkerhetsmarginaler för att kravet ska uppfyllas när byggnaden tas i bruk. Eftersom den aktuella byggnaden är väldigt gammal och kräver stora åtgärder så kan man räkna med att säkerhetsmarginalerna bör vara större än vid nybyggnation. Beräkningar bör utföras med utgångspunkt i ortens klimat, avsedd innetemperatur, normalt brukande av tappvarmvatten och vädring.

6.2 Rösa by

Rösa är en kulturminnesmärkt by där man inte får förändra byggnadernas utsida hur som helst. Byggnaderna i sig är inte märkta så när det kommer till förändringar måste byggnaderna ses över var för sig. Fastigheten ligger längs med den gamla byvägen och det är därför viktigt att vara extra försiktig och minimera ingrepp så att den gamla karaktären kan bevaras¹².

6.3 Krav på golvkonstruktioner

Platta på mark har blivit väldigt populärt sedan det infördes på 1950-talet. Konstruktionen har medfört många problem med fuktskador där

¹² Lönnqvist Göran (2011-02-01)

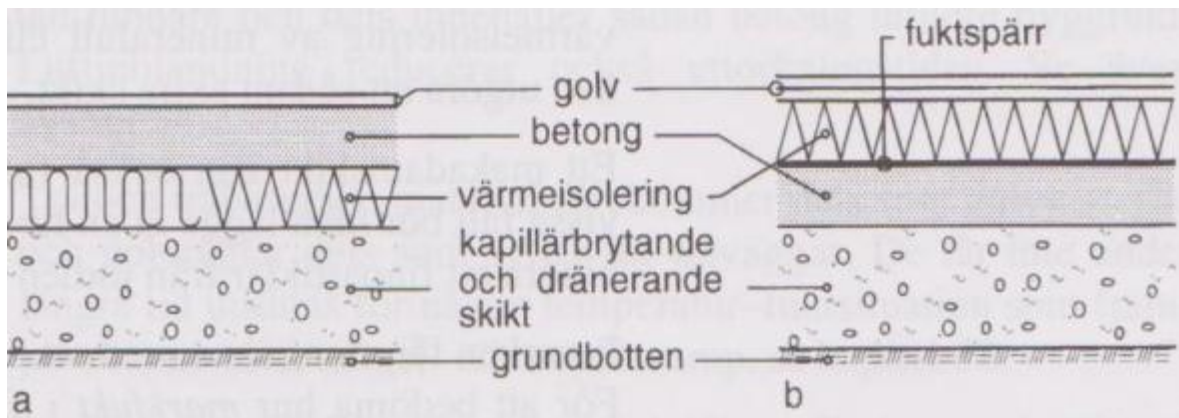
golvbeläggningar har lossnat eller missfärgats och där trä har utsatts för mögel och röta. Betonggolv med överliggande isolering och uppreglat trägolv samt golv med lättklinker som värmeisolering har gett stora fuktproblem.

Underliggande värmeisolering är bättre och då kan betongplattan istället fungera som underlag för golvbeläggningen. Plastmattor kan klistras direkt på betongen och likaså kan parkettgolv läggas löst med någon ångspärr som stryks på betongen (för mattklistor) eller en plastfolie (för parkettgolv) mellan betong och ytskikt.

Vid överliggande isolering måste denne antingen klara lasten från golvet eller så får regler läggas mellan isoleringen och bära lasten. Genom överliggande isolering blir betonggolvet kallt. Detta innebär risker för fuktproblem och en ångspärr måste placeras under isoleringen. Problemet med en kall betongplatta kan lösas med värmeslingor i golvet. Detta är dock inte bara en kostnad utan lösningen medför en lägre energieffektivitet för byggnaden.

Det är här viktigt att betongen kan torka ut nedåt och ett dränerande skikt av makadam (ca 150 mm tjockt skikt) undertill är därför viktigt.

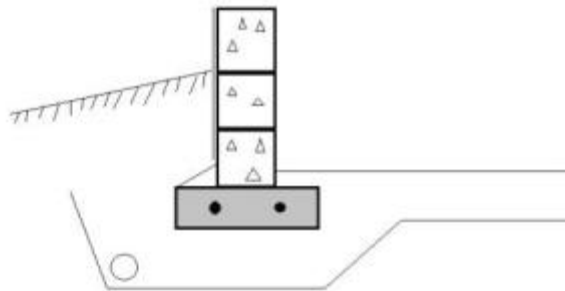
Underliggande värmeisolering (av t.ex. mineralull eller cellplast) gör istället att betongen hålls varm. Risken för fuktproblem är i denna konstruktion mindre. Golvet måste alltid hållas varmare än marken eftersom fukt annars kan vandra uppåt. Om man använder sig av vattenburen värme kan rören läggas så att en del av värmen ”offras” för att hålla konstruktionen varm.



Figur 6.1 Underliggande värmeisolering (a) samt överliggande värmeisolering (b).¹³

¹³ Figur 2

Torpargrunder som står på mark av ej självdränerande material bör förses med en dränering som läggs runt yttergrundmurarna och under grundsulornas nivå. Figur 6.2 visar en murad grundmur och inte en grundmur av stora stenar och bruk som byggnaden som behandlas i den här studien, men principen för dränering är densamma.



Figur 6.2 Dränering

6.3.1 Dränering

All matjord avlägsnas från schaktbotten och allt organiskt material tas bort från kryprummet eftersom det annars kan angripas av mögel. Fukt ska inte kunna avdunsta från grundbotten och vatten ska inte heller kunna rinna in i kryprummet.¹⁴

Dräneringen består av rör som leder bort vatten samt av kringfyllning. Rörledningen kopplas via en dräneringsbrunn till dagvattenavloppet eller infiltreras i marken på betryggande avstånd från byggnaden. Ett minst 20 cm tjockt skikt av genomsläppligt material bör finnas intill källarväggen. Ett filterskikt kan ibland behövas för att hindra att omkringliggande material tränger in i dräneringsskiktet.¹⁵

6.4 Krav på ytterväggskonstruktioner

En ytterväggskonstruktion ska utformas så att skadliga effekter av fuktpåverkan undviks. Väggen måste byggas så att slagregn som träffar fasaden kan dräneras ut eller avvisas helt. Fukt får inte nå hela vägen in till den inre väggkonstruktionen där den riskerar att inte kunna dräneras bort och orsakar skador.

¹⁴ Elmarsson Bengt, Nevander Lars-Erik (2008)

¹⁵ Elmarsson Bengt, Nevander Lars-Erik (2008)

Inte heller får det finnas risk för att frost förstör konstruktionen eller att byggfukt inte kan torka ut.

Invändig ytkondens kan inträffa och risken för mögelbildning är då stor om inte fukten kan torka ut. En relativ fuktighet över 80% bör därför undvikas. De områden i byggnadskonstruktionen som är mer utsatta för kondensrisken är köldbryggor som t.ex. hörn, fönstersmygar och balkonggenomföringar.

Vandring av fukt p.g.a. konvektion eller diffusion får inte förekomma. Fukt som vandrar genom värmeisolering kan försämra isoleringens egenskaper. Det viktiga är att få väggen tillräckligt lufttät för att kunna förhindra fuktkonvektion. En plastfolie fungerar utmärkt som ångspärr och förhindrar att fukt utifrån kan ta sig in i de känsliga delarna i byggnadskonstruktionen såsom träreglar och värmeisolering. Istället för plastfolie kan även ett putsskikt eller invändig beklädnad som tätas i fogar och omslutningar fungera som ångspärr.

Genom att tilläggsisolera luftspalten blir ytterkonstruktionen kallare, men erfarenheter har visat att detta sällan innebär några fuktproblem för tegelväggen. Det svåra är att lyckas isolera under t.ex. fönster. Detsamma gäller för invändig tilläggsisolering. Ytterväggen blir kallare, men eftersom värmemotståndet ligger i isoleringen föreligger ingen risk för några större olägenheter. Frostskaderisken ökar något, men så länge fukten kan torka ut eller dräneras så försvinner den risken.¹⁶

6.5 Krav på fönster

I Sverige tillverkas fönster oftast av trä. För att uppnå en hög värmeisolerande förmåga bör man använda sig av 3-glasfönster eller 2-glasfönster med en annan gas än luft mellan glasen. Argongas ökar värmeisoleringsförmågan och även en strålningsminskande ytbeläggning på glasen kan göra fönstren mycket bättre.

Fönster bör placeras en bit in från fasaden eftersom regnvatten rinner av glaset och ner på nederdelen av fönstret. Karm- och bågprofiler bör därför utformas så att vattnet kan rinna av ordentligt.

Fönster gjorda av metall eller plast är mycket bättre ur fuktsynpunkt eftersom de inte riskerar att ruttna av fuktskador, som trä kan göra. Idag avråds användning av fogmassa utvändigt eftersom det är svårt att få tätningen beständig mot slagregn samt att även solen kan påverka beständigheten. Om vatten skulle komma in är det svårt att få det att avdunsta.¹⁷

¹⁶ Elmarsson Bengt, Nevander Lars-Erik (2008)

¹⁷ Elmarsson Bengt, Nevander Lars-Erik (2008)

7 Indata

7.1 Definitioner¹⁸

A_{temp} :

Arean av samtliga våningsplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10°C, som begränsas av klimatskärmens insida.

Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dyligt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.

Byggnadens energianvändning:

Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Om golvvärme, handdukstork eller annan apparat för uppvärmning installeras, inräknas även dess energianvändning.

Byggnadens specifika
Energianvändning:

Byggnadens energianvändning fördelat på A_{temp} uttryckt i kWh/m² och år. Hushållsenergi inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.

¹⁸ Boverket (BFS 2011:6)

Genomsnittlig
Värmeövergångskoefficient
 U_m :

Genomsnittlig
värmeövergångskoefficient för
byggnadsdelar och köldbryggor
(W/m^2K) bestämd enligt SS-EN
ISO 13789:2007 och SS 02 42 30
(2) samt beräknad enligt
nedanstående formel,

$$U_m = \frac{(\sum_{i=1}^n U_i A_i + \sum_{k=1}^m l_k \Psi_k + \sum_{j=1}^p \chi_j)}{A_{om}}$$

(Ekv 7.1)

där

U_i Värmeövergångskoefficient för byggnadsdel i (W/m^2C).

A_i Arean för byggnadsdelen i :s yta mot uppvärmd inneluft (m^2). För fönster, dörrar, portar och dylikt beräknas A_i med karmyttermått.

Ψ_k Värmeövergångskoefficienten för den linjära köldbryggan k (W/m^2C)

l_k Längden mot uppvärmd inneluft av den linjära köldbryggan k (m).

χ_j Värmeövergångskoefficienten för den punktformiga köldbryggan j (W/m^2C).

A_{om} Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmd inneluft (m^2). Med omslutande byggnadsdelar avses sådana byggnadsdelars som begränsar uppvärmda delar av bostäder eller lokaler mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmda utrymmen.

Dimensionerande
vinterutetemperatur

DVUT:

Den temperatur, för representativ ort, som framgår av
1-dagsvärdet i "n-day mean air temperature" enligt SS-

EN ISO 15927-5. Det är den lägsta temperaturen som normalt kan inträffa inom den specifika orten.

Hushållsenergi: Den el eller annan energi som används för hushållsändamål. Exempel på detta är elanvändningen för diskmaskin, tvättmaskin, torkapparat (även i gemensam tvättstuga), spis, kyl, frys, och andra hushållsmaskiner samt belysning, datorer, TV och annan hemelektronik och dylikt.

Innetemperatur: Den temperatur som avses hållas inomhus när byggnaden brukas.

7.2 Byggnadens värden i dagsläget

A_{temp} : Enligt definitionen är den temperaturreglerade arean den area som avses värmas upp till mer än 10°C. I dagsläget är det hela bottenvåningen inklusive ett rum på ovanvåningen. Resten av ovanvåningen är oinredd och används inte, så det finns ingen avsedd temperatur i det området. A_{temp} för byggnaden i dagsläget är 81,1 m².

Byggnadens energianvändning: Den köpta energin exkl. vaden, för byggnaden uppgår till 14150 kWh/år.²⁰

Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient

U_m : Den genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten är ett värde som anger krav på värmeisolering. U_m tas fram med hjälp av Isovers energiberäkningsprogram.

²⁰ Engström, Ronald

Dimensionerande
Vinterutetemperatur
DVUT:

DVUT tas för Lund och är $-11,6\text{ °C}^{21}$.

Hushållsenergi:

Hushållsenergin står för 25% av byggnadens totala energianvändning. 25% av 14150 ger 3537,5 kWh/år.

Fastighetsenergi:

Fastighetsenergin står för 75% av byggnadens totala energianvändning. 75% av 14150 ger 10612,5 kWh/år. Dessutom inräknas tillförd effekt från värmepumpen, vilket var 4,1 kWh/år.

Innetemperatur:

Byggnadens innetemperatur är i verkligheten väldigt ojämn. Temperaturen är naturligt högre i rum där vedeldning sker och kännbart lägre i andra rum. För enkelhetens skull antas en genomsnittlig temperatur på 18 °C i hela byggnaden förutom i den oinredda delen av ovanvåningen.

7.3 Beräkningsformulär

I Isovers program finns en rubrik som heter ”Beräkning”. I formuläret skrivs bland annat innetemperaturen och energianvändningen in.

7.3.1 Ventilationsflöde

Isovers energiberäkningsprogram kräver bl.a. att man skriver in ventilationsflödet i byggnaden.

Enligt BBR 18 kap 6:25²² måste uteluftsflödet (ventilationsflödet) vid nybyggnation vara minst $0,35\text{ l/s}$, m^2 golvyta. Med en rumshöjd på $2,5\text{ m}$ blir kravet på lägsta luftomsättning $0,5\text{ m}^3/\text{s}$, m^3 . Det är inga siffror som gäller för beräkningen av den aktuella byggnaden, men det är bra att ha som perspektiv.

*Tabell 7.1 Uppskattning av luftomsättningen om tekniska data saknas för ventilationen.*²³

²¹ Dahlblom Mats, Warfvinge Catarina (2010)

²² BBR 18 (BFS 2011:6)-2

²³ Flooré

Förutsättning	Luftomsättning
Luften känns ”instängd” och kvav	0,3
Luften känns lagom varm och torr	0,5
Luften är frisk och torr, känsla av ”kalldrag”	1,0

Luftomsättningen antas till $1 \text{ m}^3/\text{s}$, m^3 , enligt tabell 7.1, eftersom det är tydliga kalldrag i byggnaden.

7.3.2 Läckage

I Isovers energiberäkningsprogram finns en punkt som heter ”infiltration inkl fönstervädring”. Normalvärdet är 0,15 oms/h, vilket innebär att klimatskalet läcker ut 0,15 l luft varje timme. Det är en ofrivillig ventilation där uteluft tar sig in genom otätheter i byggnaden.

I den aktuella byggnaden antas läckaget ligga på 0,4 oms/h enligt tabell 7.3 och det är det talet som används i energiprogrammet.

Tabell 7.3 *Infiltration*²⁴

Infiltration

Byggnad	[oms/h]
Äldre fastighet	
< 1000 m ²	0,4
> 1000 m ²	0,2
Nykonstruktion	
< 1000 m ²	0,3
> 1000 m ²	0,1

²⁴ Frico

7.4 Köldbryggor

I Isovers energiprogram lägger man in värden på köldbryggor. Eftersom energiprogrammets egna fall inte omfattar den aktuella byggnadens konstruktion användes programmet UNorm för att ta fram egna värden.

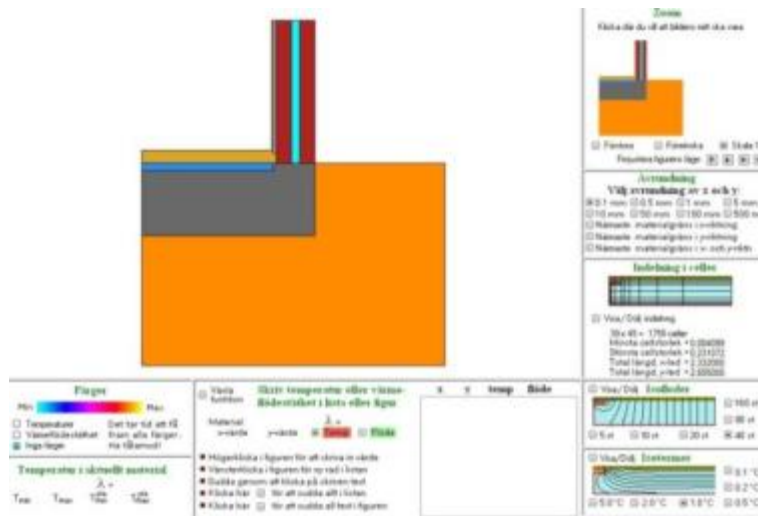
De köldbryggor som har tagits fram är

- Golv-yttervägg
- Hörn i yttervägg
- Infästning innervägg-yttervägg
- Fönster och dörrar
- Vindsbjälklaget
- Golv

7.4.1 UNorm

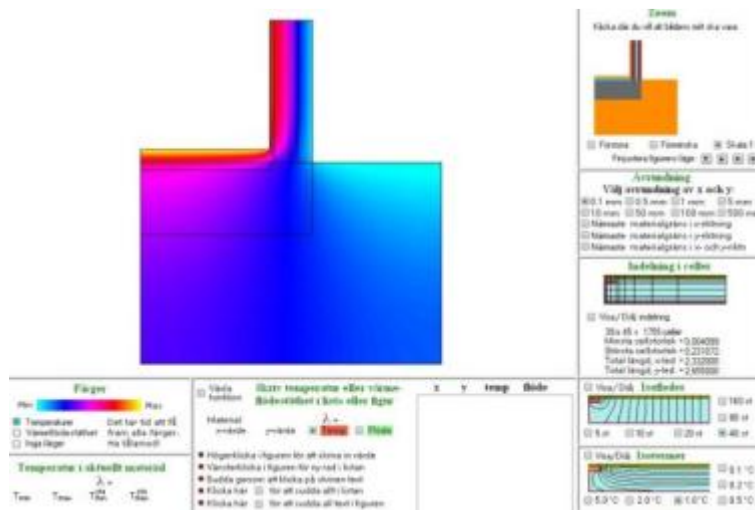
Programmet fungerar genom att man ritat upp en köldbrygga i ett beräkningsfall och i ett referensfall. I beräkningsfallet ritas man upp väggen som den ser ut och i referensfallet tar man bort den del som anses vara en köldbrygga. Jämförelser mellan dessa två fall ger ett värde (värmegenomgångskoefficienten ψ) som, multiplicerat med köldbryggans totala längd (m), ger ett U-värde som energiprogrammet Isover Energi kan använda för att räkna fram energianvändningen.

7.4.1.1 Golv-yttervägg



Figur 7.1 Konstruktion

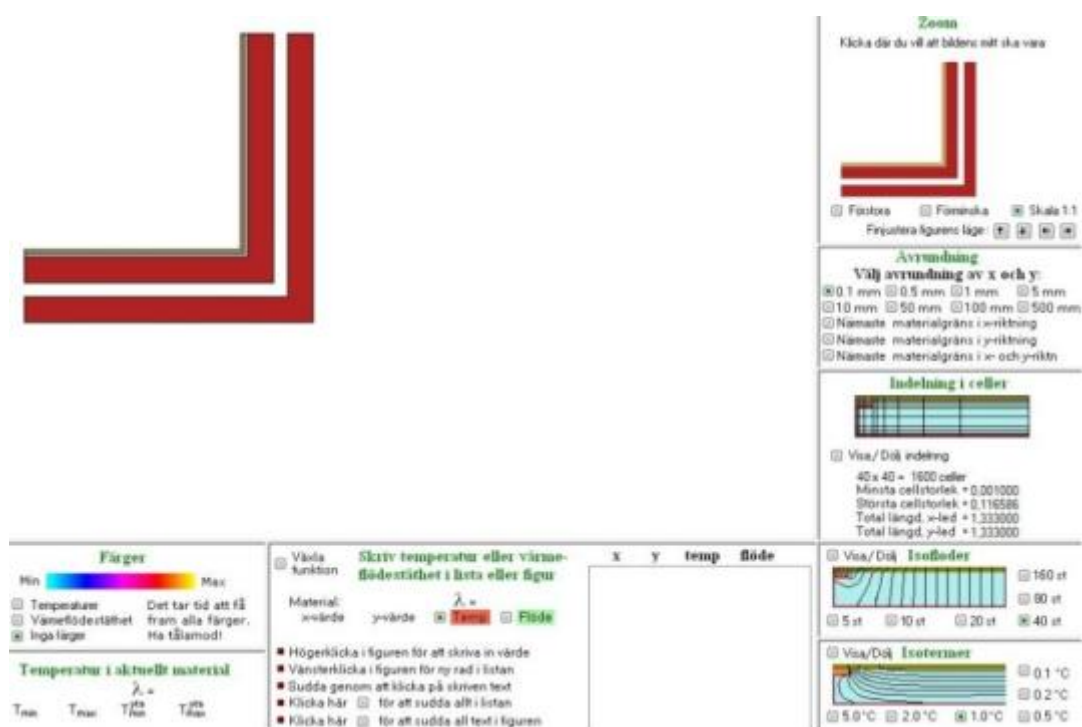
Där golv möter vägg finns en stor köldbrygga. Fasadväggen och golvet vilar på en mur av sten och betong som står direkt på marken. Av naturliga skäl blir hörnet en köldbrygga där värmen inifrån lätt smiter ut. Psi-värde 0,09 W/m,°C.



Figur 7.2 Temperatur

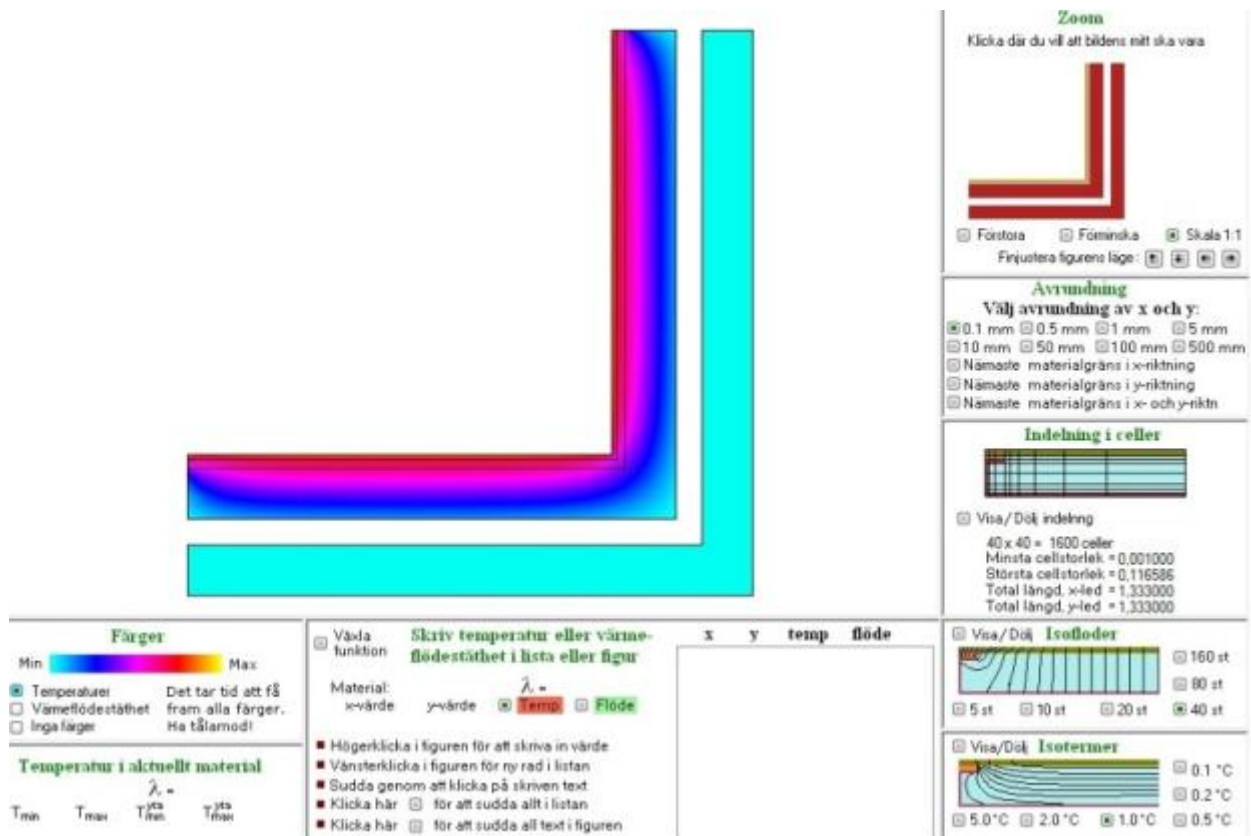
Golv och ytterväggar är bara varma precis på insidan. Bara en liten bit in i väggen sjunker temperaturen kraftigt. Den välventilerade luftspalten bidrar stort till att föra bort värmen som tar sig genom väggen. Likaså leder grundmuren bort värme.

7.4.1.2 Hörn i yttervägg



Figur 7.3 Konstruktion

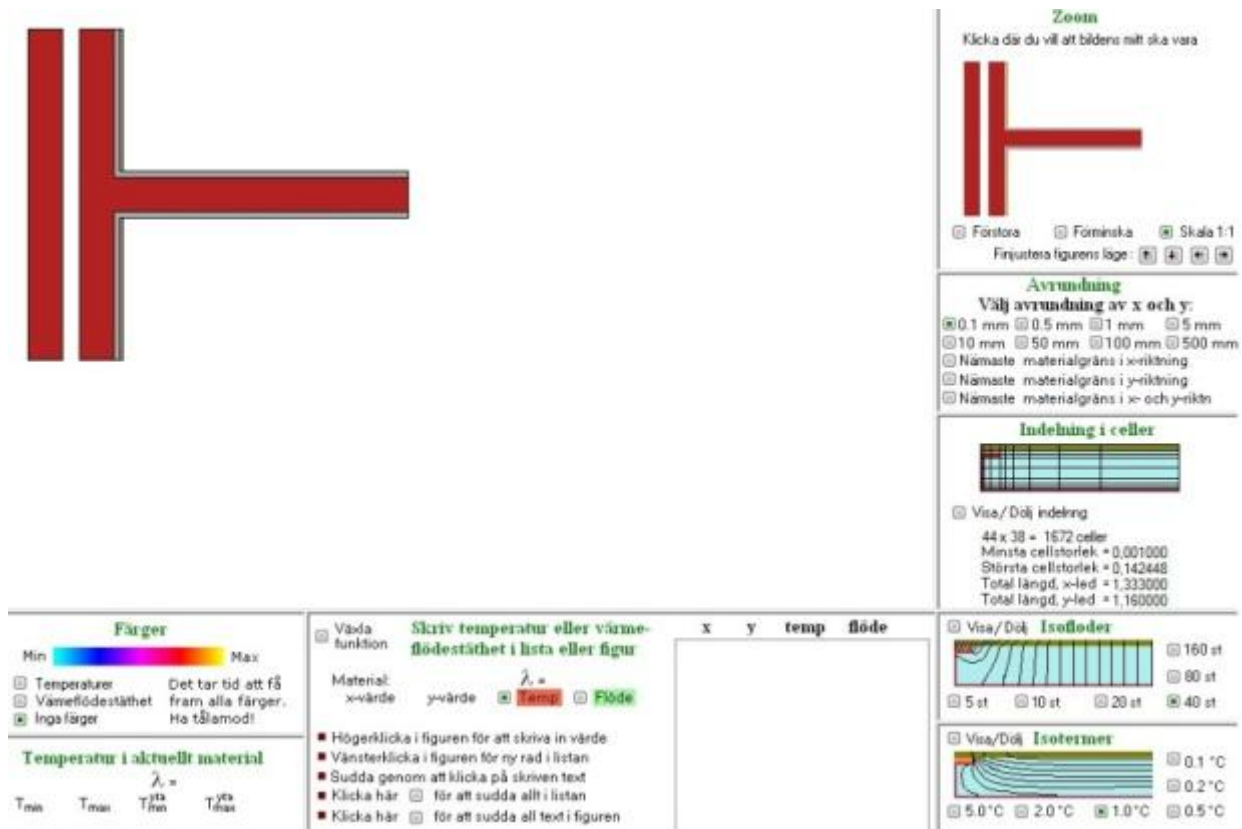
På bilden kan man se två ytterväggar mötas i ett hörn. Psi-värde 0,03 W/m,°C.



Figur 7.4 Temperatur

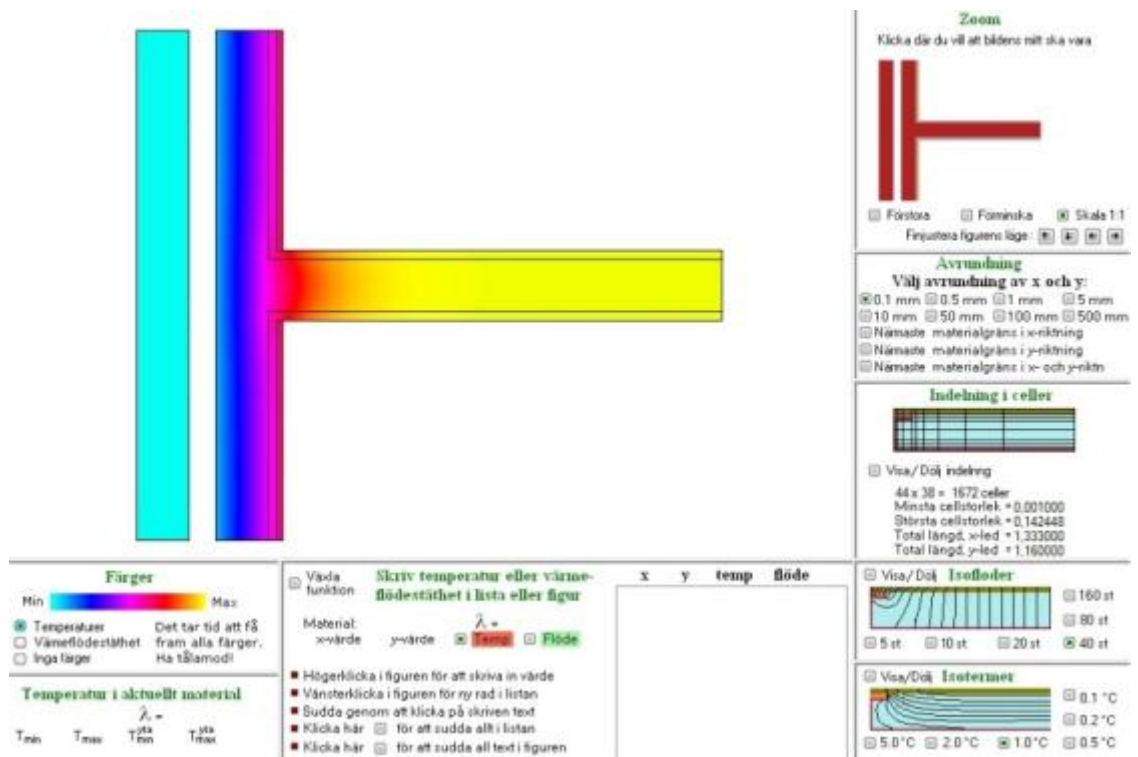
Som man kan se på bilderna så är ytterväggen mer kall än varm. Det finns ingen isolering i väggarna som kan hålla värmen inne, utan den mesta värmen försvinner enkelt ut.

7.4.1.3 Infästning innervägg-yttervägg



Figur 7.5 Konstruktion

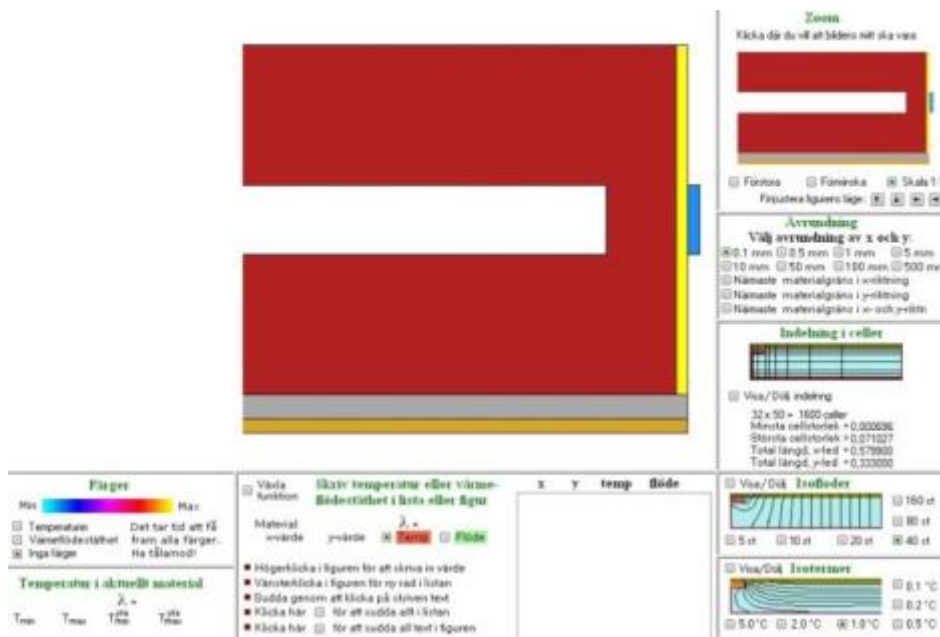
Bilden visar ytter- och innervägg sedda uppifrån. Psi-värde 0,1 W/m,°C.



Figur 7.6 Temperatur

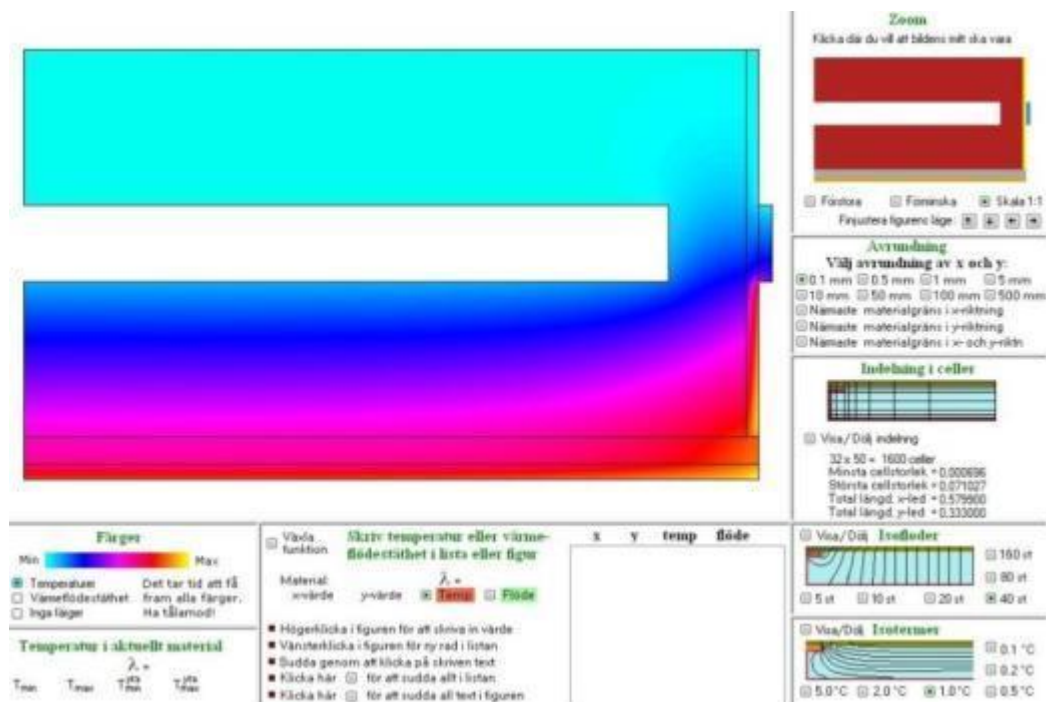
Innerväggen håller samma temperatur som rummet den står i, men i infästningen ser man tydligt att temperaturen sjunker.

7.4.1.4 Fönster och dörrar



Figur 7.7 Konstruktion

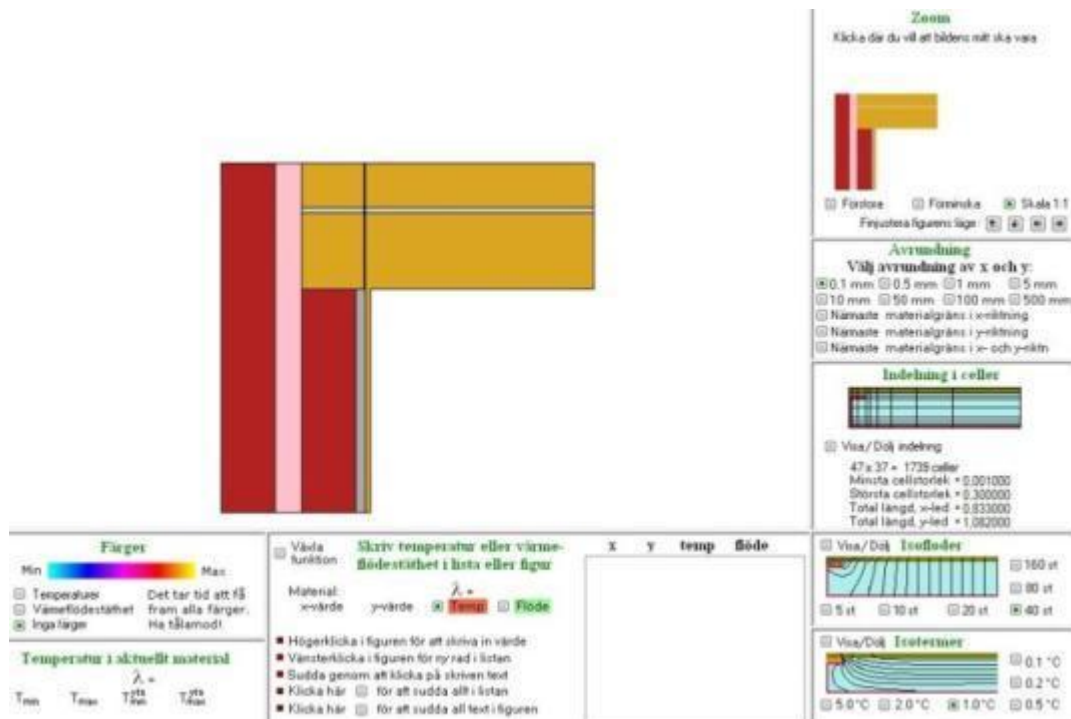
Bilderna visar dörrarnas och fönstrens infästningar i fasadväggarna med utsidan uppåt. Mellan fönster, dörrar och vägg finns isolerskum som ska hindra värmen från att ta sig ut. Psi-värde 0,07 W/m,°C.



Figur 7.8 Temperatur

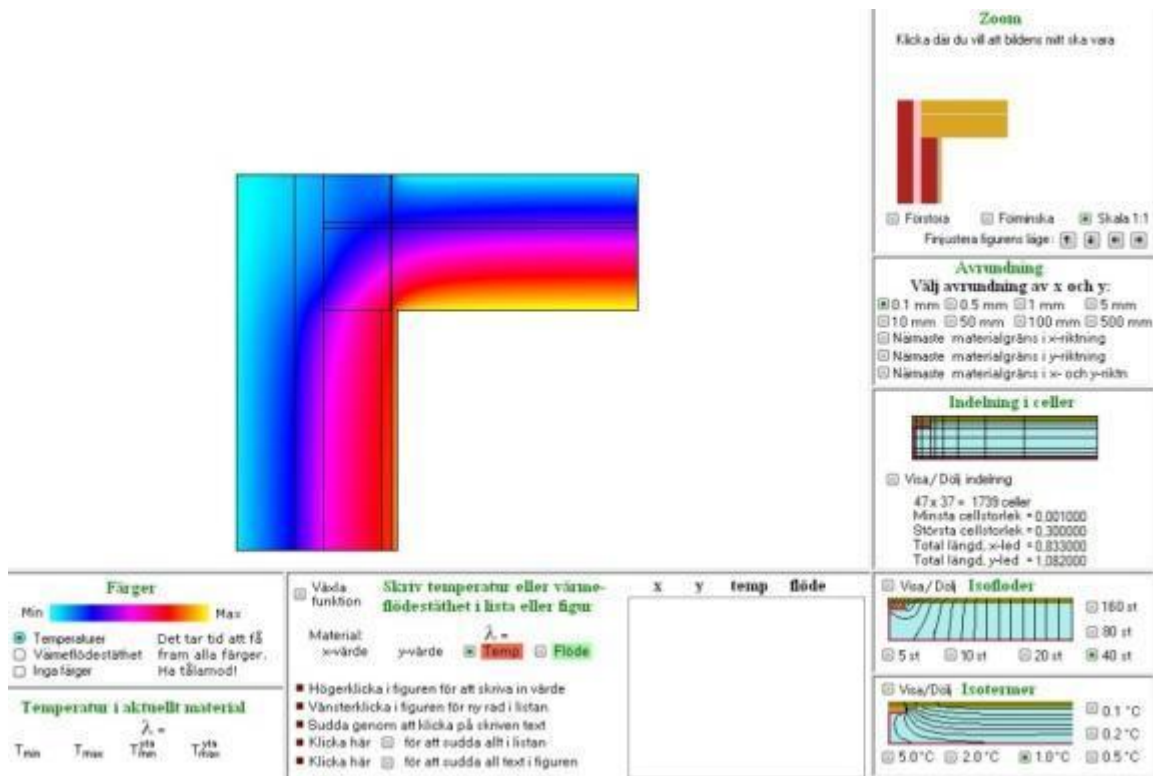
Det syns tydligt att temperaturen sjunker precis i infästningen. Värmen rör sig ut via infästningen och temperaturen sjunker kraftigt i det området.

7.4.1.5 Vindsbjälklaget



Figur 7.9 Konstruktion

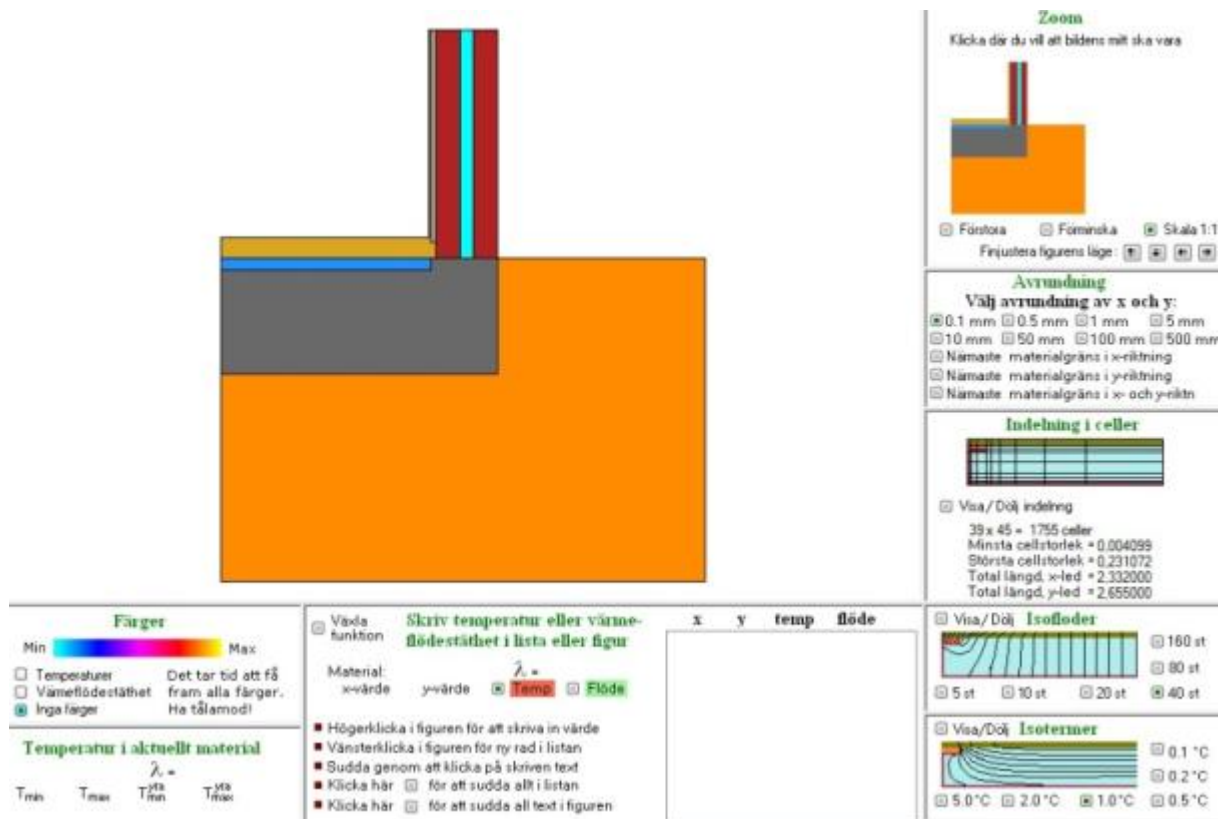
Vindsbjälklaget består av balkar som ligger rakt över huset ovanpå fasadväggens inre tegelvägg. På dessa balkar ligger sedan tretexsskivor som undertak, spån och trägolv. Psi-värde 0,04 W/m,°C.



Figur 7.10 Temperatur

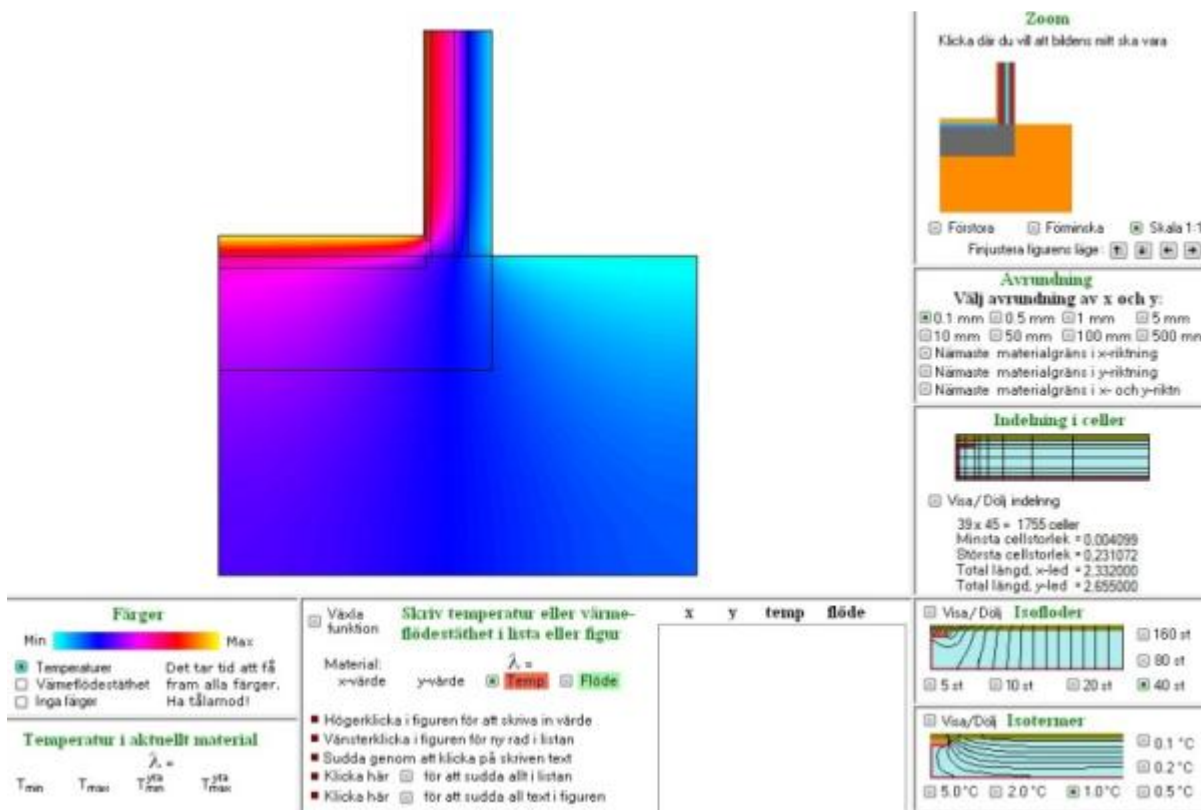
Eftersom ovanvåningen är oinredd och kall flyr värmen från bottenvåningen upp via vindbjälklaget. Man kan se på bilden hur temperaturen sjunker ju högre upp i vindbjälklaget man kommer.

7.4.1.6 Golv



Figur 7.11 Konstruktion

Golvet består av träplankor på ovansidan som sitter fast i balkar. Mellan balkarna ligger spån och under balkarna är ett mellanrum innan betongen. Psi-värde 0,07 W/m,°C.



Figur 7.12 Temperatur

Det är tydligt att golvet är ett kallt område. Man kan anta att kylan från marken tränger genom spånnet som ligger mellan balkarna.

8 Resultat av energiberäkning för byggnaden i dagsläget

8.1 Energiberäkning

Efter att ha lagt in all data i energiberäkningsprogrammet Isover Energi 3 kom resultatet att bli att den specifika energianvändningen kom upp i hela 607 kWh/m²,år där BBR har satt en gräns på 110 kWh/m²,år för ej eluppvärmda byggnader. Se bilaga. Siffran gäller för nybyggnation, men BBR har ingen gräns för ombyggnation av äldre byggnader.

8.2 U_m-beräkning

Vad gäller isoleringen i huset har BBR även här ett krav (se tabell 4.1). I det här fallet blir U_m 2.0 W/m²,°C där kravet är 0,50 W/m²,°C. Huset, som det ser ut idag, uppfyller alltså inte BBRs krav på värmeisolering för nybyggnation. Se bilaga.

8.2.1 Kommentarer till resultat

Notera här att Isover Energi klassar byggnaden som eluppvärmd och därmed sänker kravet på energiförbrukning från 110 kWh/m²,år till 55 kWh/m²,år samt kravet på isolering från 0,50 W/m²,°C till 0,40 W/m²,°C.

9 Byggnaden förändras

Nu när det är konstaterat hur byggnaden ser ut ur energi- och isoleringssynpunkt är det dags att göra förändringar. Målet är att byggnaden ska hamna under BBRs krav på 110 kWh/m²,år med marginal samt att isoleringen ska anses godkänd i U_m -beräkningen.

9.1 Tak

Ovanvåningen är i dagsläget oinredd, men i de nya beräkningarna antas att utrymmet ska användas som bostad.

Taket består idag bara av takpannor, papp och spontade brädor liggandes på horisontella reglar och takstolar med ett c/c-avstånd på 1170 mm. Takstolarna har en tjocklek på 170 mm. Utrymmet mellan stolarna fylls upp med isolering. Två skivor isolering läggs vinkelrätt mot varandra för att minimera glipor. För att skydda glasullen från fukt som kommer inifrån samt hålla isoleringen på plats, fästes en plastfolie på utsidan av stolarna. På stolarna fästes därefter horisontella träreglar som ska hålla nästa lager isolermaterial på plats. En glespanel spikas upp för att gipsskivorna ska kunna fästas.

9.2 Vindsbjälklag

Vindsbjälklaget består av träbrädor som ligger på långa balkar med kutterspån mellan balkarna samt tretexskivor undertill. För att bättra på isoleringsegenskaperna i bjälklaget tas golvplankorna bort och spånet byts ut mot glasull samt tretexskivorna byts ut mot vanliga gipsskivor. Gipsskivorna är dessutom bättre ur brandsynpunkt.

9.3 Innerväggar

Alla innerväggar på bottenplan är uppbyggda av tegel och puts. Det bästa vore om man river ner dessa väggar och istället ersätter dem med isolerade träregelväggar. Väggarna hade då blivit varmare. Men eftersom väggarna bidrar till husets karaktär och då rumsytan minskar ytterligare om man tilläggsisolerar väggarna får de helt enkelt vara som de är nu.

9.4 Ytterväggar

Luftspalten i väggen fylls upp med materialet hydrofoberad Perlite (se avsnitt 9.4.1). På insidan finns fortfarande puts och underlagspapp och därpå monteras 45 mm vertikala träreglar i syll och hammarband som fästes i markbetongen samt i de tjocka balkarna i taket. Isolering med ett lambdavärde på 0,033 W/m, °C placeras mellan reglarna. Ännu ett lager 95 mm isolering sätts upp och därpå gipsskivor. Den nya väggen blir totalt 475 mm bred. På fasadens väggar på ovanvåningen sätts först plastfolie, sedan träreglar och mellanrummet mellan träreglarna fylls med isolering och därpå sätts gipsskivor. Eftersom gipsskivorna är det enda som läggs till ovanpå reglarna så innebär det att väggen blir 13 mm tjockare.

9.4.1 Perlite

Perlite är en vulkanisk bergart som torkas i 1500 grader. Under torkningen förångas det vatten som finns i mineralkornet och därmed bildas luftbubblor. Det är dessa luftbubblor som ger materialet en låg densitet. Kornen blir max 6 mm stora. Värmeisoleringsförmågan ligger i klass med mineralull på 0,042 W/m, °C.

Perlite avger ingen koldioxid och kräver inte mycket energi vid tillverkningen. Materialet ruttnar inte och är inte nedbrytbart. Mikroorganismer och svampar trivs inte på materialet och det avger heller ingen lukt eller fukt. Just hydrofoberad Perlite är dessutom kapillärbrytande och suger inte åt sig den fukt som hamnar i tegelväggen. Amerikanska tillverkare har gjort sättningsmätningar och kommit fram till att för en 6100 mm hög pelare av Perlite kom sättningen att bli mindre än 0,5%.

Rent praktiskt så fyller man upp kanalmuren efter att väggen har uppförts. Detta innebär att materialet fungerar utmärkt som tilläggsisolering då man inte behöver ta ner väggen.²⁵

²⁵ Tegelmäster



Bild 9.3 Perlite Tegelmäster

9.5 Golv

Eftersom golvet redan tidigare har fått en platta på mark så kan man inte göra mycket mer än att isolera det lilla utrymmet upp till träplankorna. Istället för kutterspån som finns där idag används isolermaterial med en värmeisoleringsförmåga på 0,033 W/m,K. På betongen stryks en ångspärr och därefter läggs hård isoleringen direkt på ångspärren. All fukt tvingas torka ut nedåt eller stanna kvar.

9.6 Fönster och dörrar

Som fönstren ser ut nu sitter de långt ut i väggen. Karmen vinklar utåt i rummet, inifrån sett, för att maximera ljusintaget. Den nya tjockleken på fasadväggen innebär att de redan djupa fönsterkarmarna blir ännu djupare. För att det inte ska bli mörkare i huset än det redan är så kommer vinkeln bli ännu större. Tegelväggen måste då sneddast en aning.

Fönstren kommer drevas med expanderbar drevning²⁶. Efter att ha placerat drevningen runt fönstret så expanderar den till maximalt 30 mm. Då får man en ordentlig värmeisolering samt att det runt fönstret blir luft- och vattentätt. Produkten är miljöklassad då den inte innehåller isocyanater (avges vid höga temperaturer, t.ex. vid brand. Kraftigt irriterande på slemhinnor²⁷) eller

²⁶ 3C

²⁷ Arbetsmiljöverket

bromerade flamskyddsmedel (svårnedbrytbara miljögifter som lagras i levande vävnad²⁸).

För att undvika fler köldbryggor används en självhäftande version av produkten. Karmskruven som håller fast fönstret kan sättas genom drevningen och drevningen kommer expandera runt skruven.

Fönstren i sig byts ut till fönster med ett U-värde på 0,9 W/m²K. För att bevara utseendet klistras spröjs på utsidan av dessa fönster. Huruvida detta tillåts är något som måste diskuteras med ansvarig i den kommun som byggnaden tillhör.

9.7 Ventilation

När huset tätas är det naturligt att ventilationen måste ökas för att luften ska kunna bytas ut ordentligt. Självdragsystemet behålls med ventiler i takhöjd, men ventilerna byts ut mot andra som kan regleras inifrån för att få den bästa ventilationen. Övrig ventilation, särskilt under sommartid, sker genom öppna fönster.

9.8 Dränering

Som tidigare nämnts så ligger hela byn på mark av moränlera. Detta material är väldigt fuktigt och för att skydda den nya isoleringen mot markfukt som tränger genom betongen i grunden så är det bäst att lägga ner en dränering runt huset som leder vattnet bort mot grävda diken som också är till för att leda bort regnvatten. Dränering skyddar inte konstruktionen mot fukt i ångfas och därför är ångspärr extra viktigt.

10 Nya indata

A_{temp} : Enligt definitionen är den temperaturreglerade arean den area som avses värmas upp till mer än 10°C. I nuläget räknas även hela ovanvåningen till denna yta eftersom ovanvåningen antas inredas och användas. Den nya ytan blir alltså 101 m².

Byggnadens
Energianvändning: Den köpta elenergin för byggnaden antas oförändrad eftersom man tidigare inte har använt mycket elektricitet för uppvärmning. Man vill fortsätta värma

²⁸ Folkhälsoguiden

byggnaden med vedeldning för grundens och ekonomins skull och byggnadens energianvändning uppgår alltså fortfarande till 14150 kWh/år.

Genomsnittlig
Värmeledningkoefficient

U_m :

Den genomsnittliga värmeledningkoefficienten är ett värde som anger krav på värmeisolering. U_m tas fram med hjälp av energiberäkningsprogrammet Isover Energi 3.

Dimensionerande
Vinterutetemperatur

DVUT:

DVUT tas för Lund och är $-11,6\text{ °C}$.

Hushållsenergi:

Hushållsenergin står för 25% av byggnadens totala energianvändning. 25% av 14150 ger 3537,5 kWh/år.

Fastighetsenergi:

Fastighetsenergin står för 75% av byggnadens totala energianvändning. 75% av 14150 ger 10612,5 kWh/år. Värmepumpen bidrar fortfarande med en tillförd effekt på 4,1 kWh/år.

Innetemperatur:

Nu när byggnaden är förändrad antas temperaturvärdet till 20 °C . Detta för att byggnaden är mer tät samtidigt som vedeldning fortfarande sker om än i mindre skala. Taket är nu isolerat och ovanvåningen helt uppvärmd. Det innebär att mindre värme försvinner uppåt och ut och istället stannar i huset.

10.1 Beräkningsformulär

I Isovers program finns en rubrik som heter ”Beräkning”. I formuläret man får upp skriver man bland annat in innetemperaturen och energianvändningen.

10.1.1 Ventilationsflöde

När byggnaden nu är mer tät ska man anta att kalldragen inte längre märks av. Istället för att luftomsättningen sätts till 1 l/s,m² kan man nu anta 0,35 l/s,m² där ”luften känns lagom torr och varm” enligt tabell 6.1.

10.1.2 Omräkning av vedeldning till energi

Eftersom byggnaden kommer hållas mer jämnvarm när klimatskalet är tätare så kommer troligen vedeldningen att minska något. Genom att titta på förhållandet mellan uppnådd energianvändning och BBRs krav på maximalt 110 kWh/m²,år så går det att räkna fram hur många kubikmeter ved som behövs.

$$15\text{m}^3 \cdot (110/607) = 2,7 \text{ m}^3$$

Det krävs alltså endast 2,7 m³ ved efter ombyggnaden. Omräknat till energi bli det $2,7 \text{ m}^3 \cdot 1645 \text{ kWh/m}^3 = 4441,5 \text{ kWh/år}$.

10.1.3 Läckage

Normalvärdet för läckage är 0,15 oms/h enligt Isovers energiprogram och trots att detta inte är någon nybyggnation så antas detta värde för bostaden.

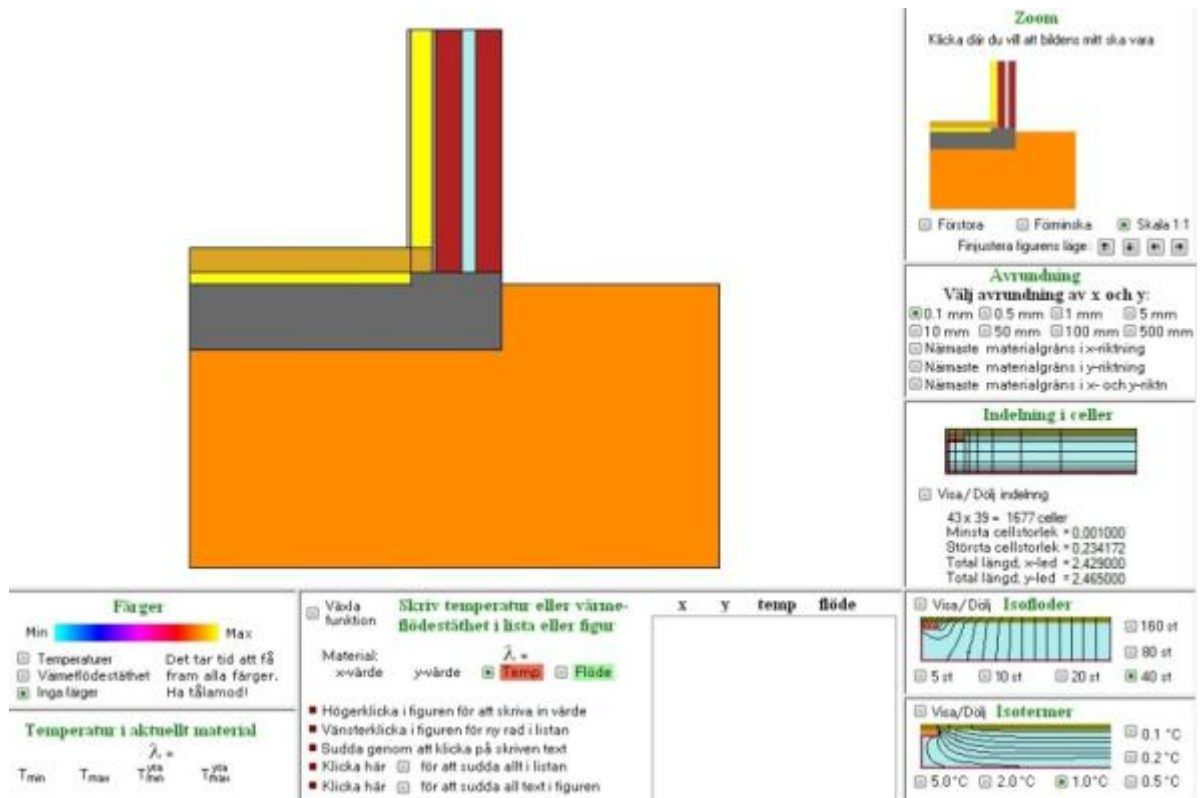
10.2 Köldbryggor efter ombyggnad

Alla de ”gamla” köldbryggorna finns kvar, men de är något förändrade och minimerade.

10.2.1 UNorm

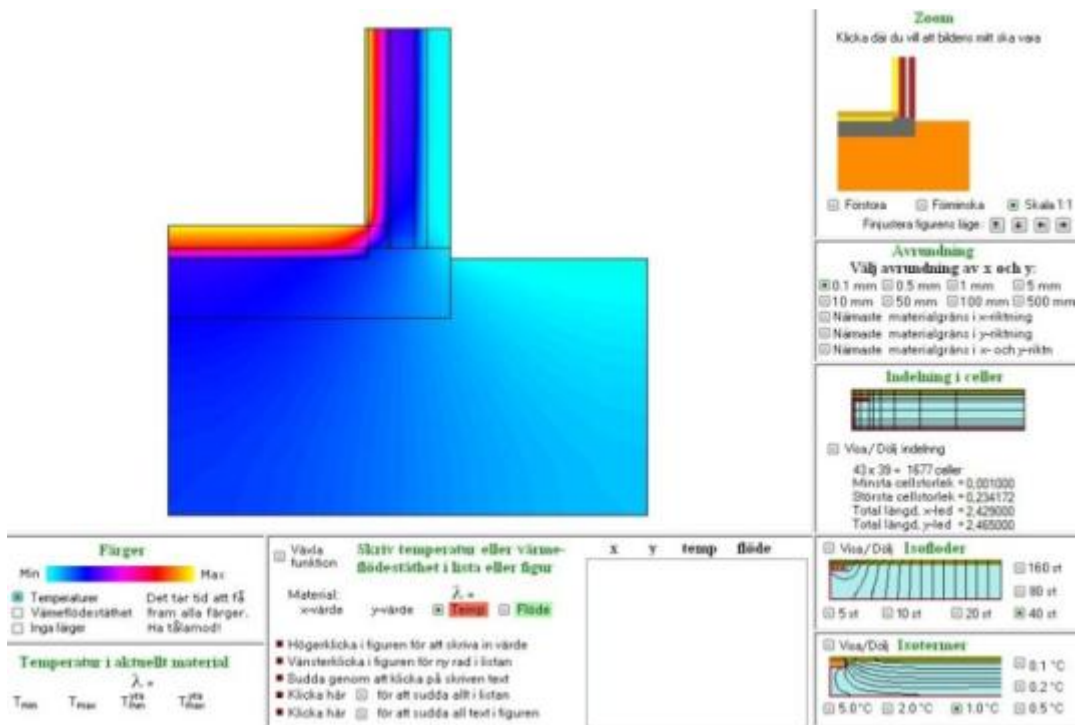
Precis som tidigare ritades köldbryggorna i programmet UNorm. I det här fallet ritades de upp med de nya konstruktionerna

10.2.1.1 Golv-yttervägg



Figur 10.1 Konstruktion

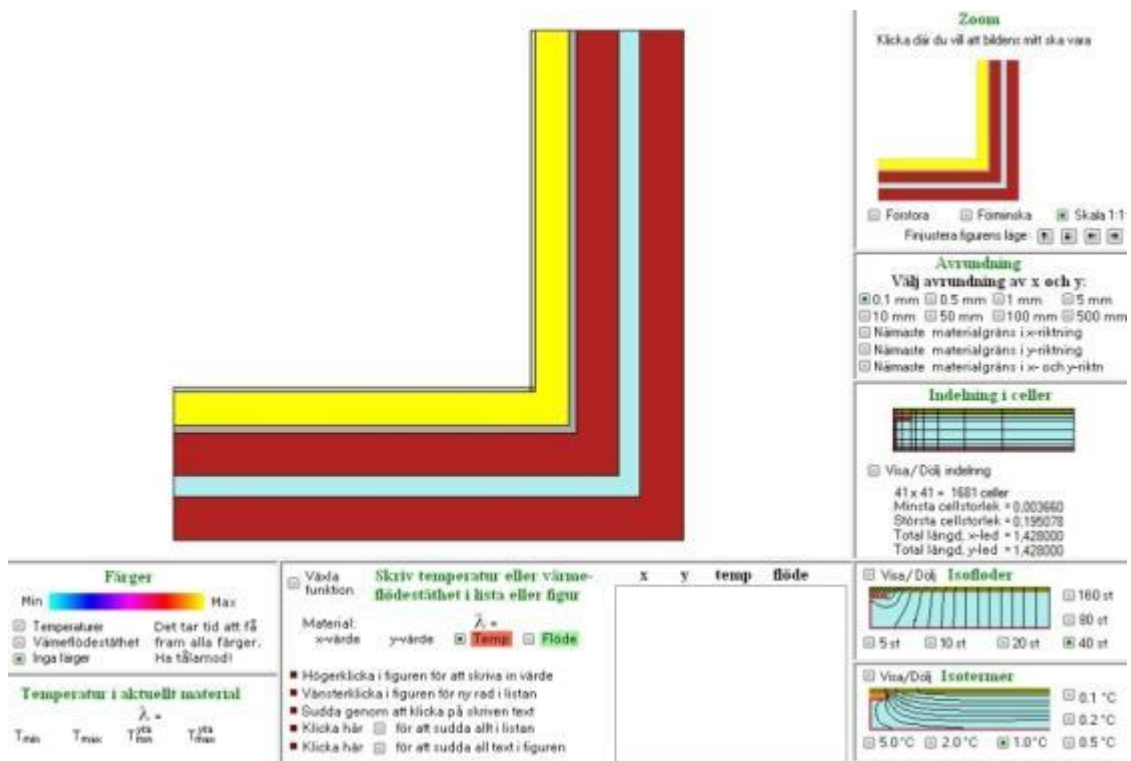
Hörnet i den här konstruktionen har inte förändrats mycket mer än att det har tillkommit mer isolering. Psi-värde 0,09 W/m°C läggs in i Isovers energiberäkningsprogram.



Figur 10.2 Temperatur

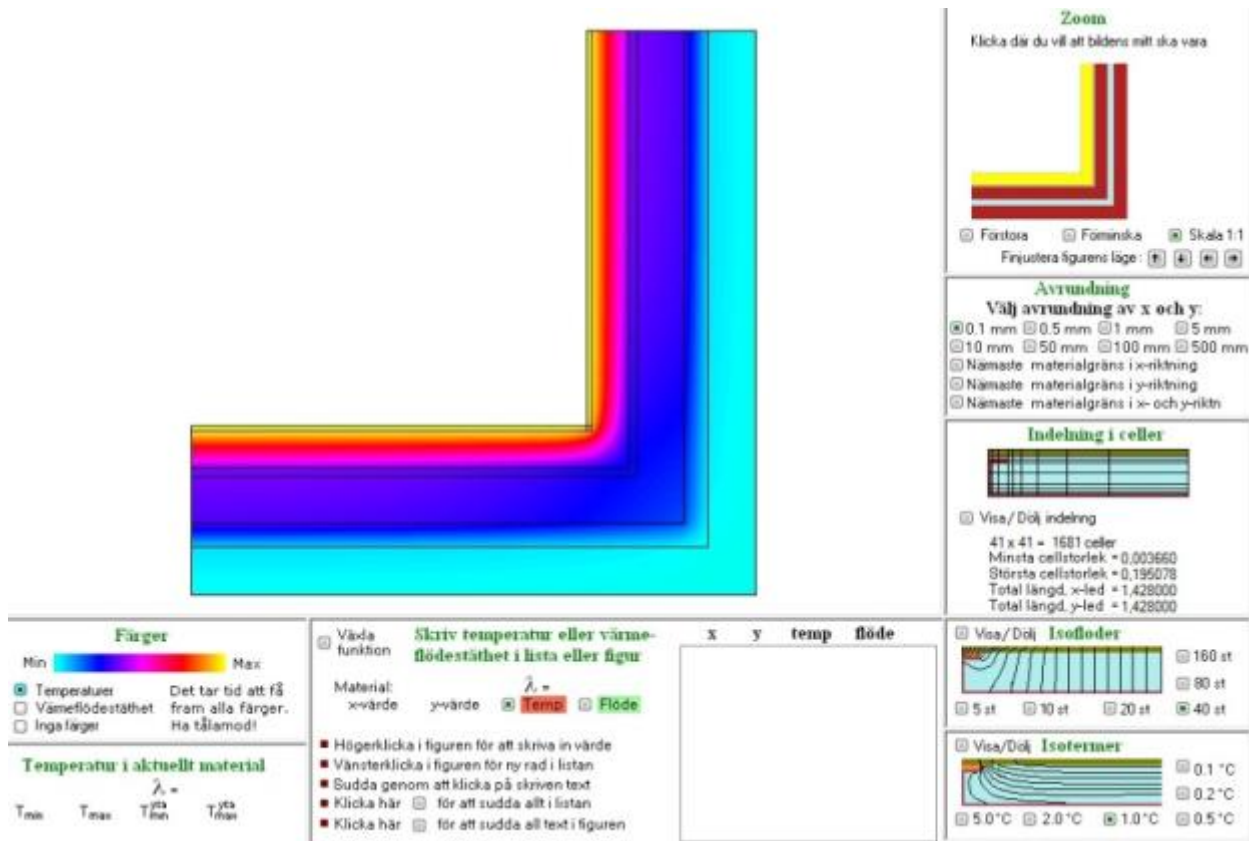
Väggen har ett bättre värmegenomgångsmotstånd och det syns på temperaturfördelningen om man jämför med den motsvarande bilden för väggen innan förändringen. Väggen är mycket varmare på insidan. Dock kan man tydligt se att temperaturen snabbt sjunker. Tegelväggen värms alltså inte upp av värmen inifrån.

10.2.1.2 Hörn i yttervägg



Figur 10.3 Konstruktion

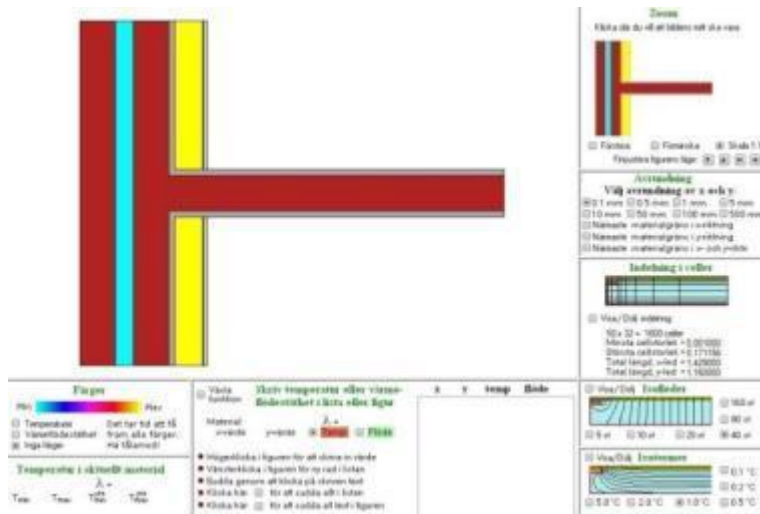
Ytterväggen, sedd uppifrån, har fått ett nytt isolerskikt samt luftspalten fylld med Perlite. Psi-värde 0,04 W/m°C



Figur 10.4 Temperatur

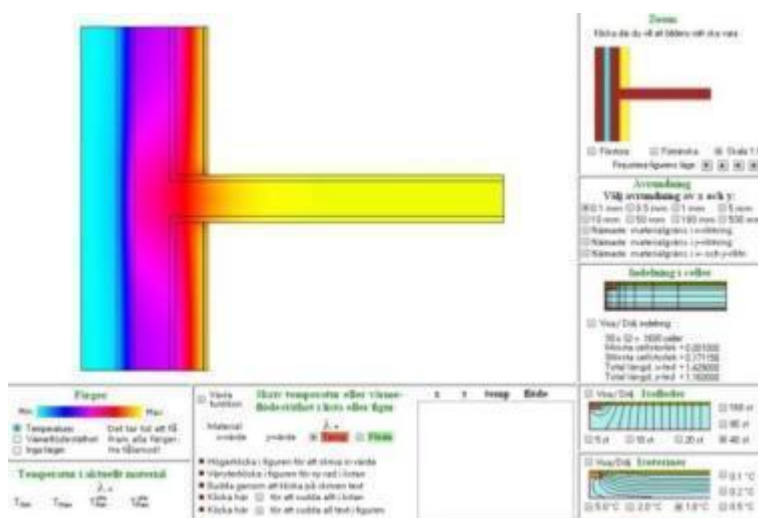
Även här ser man tydligt att väggen är varm inne och betydligt kallare på teglet.

10.2.1.3 Innervägg-yttervägg



Figur 10.5 Konstruktion

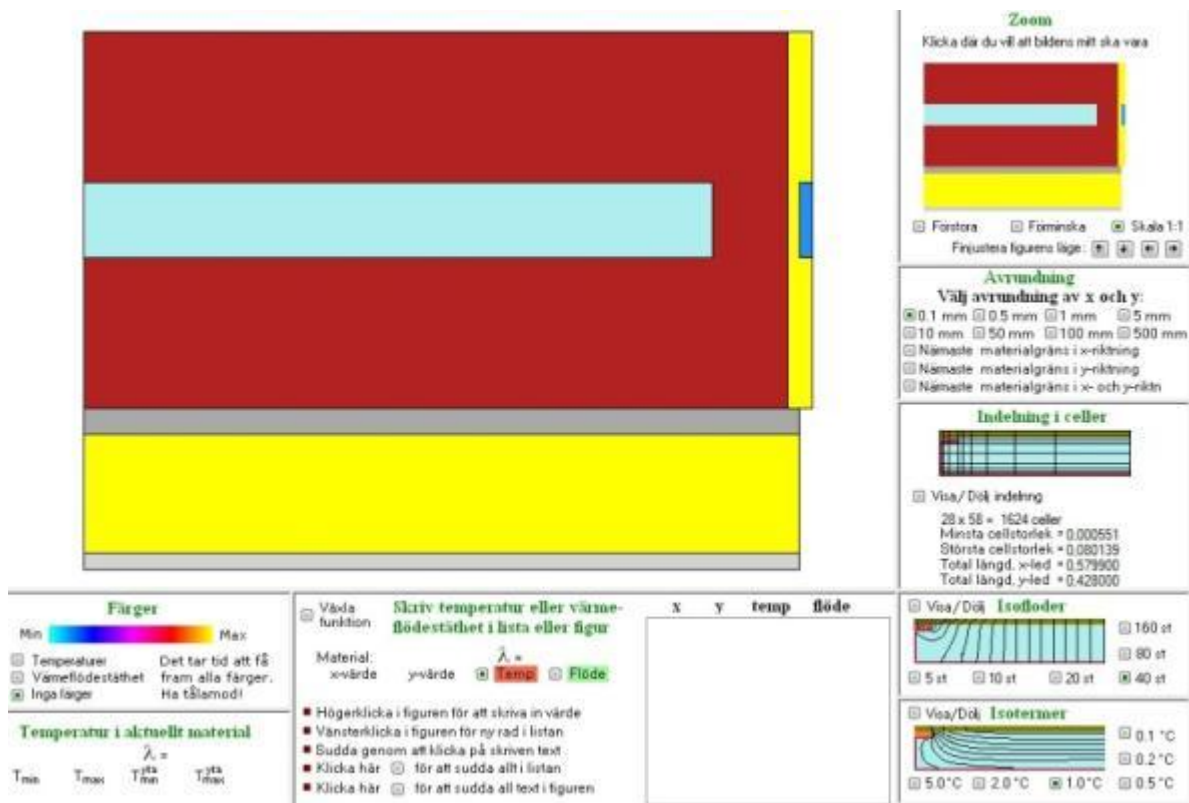
Innerväggen har inte förändrats utan består fortfarande bara av tegel och puts. Detta för att inte behöva minska ytan i rummen ytterligare. Psi-värde 0,13 W/m°C.



Figur 10.6 Temperatur

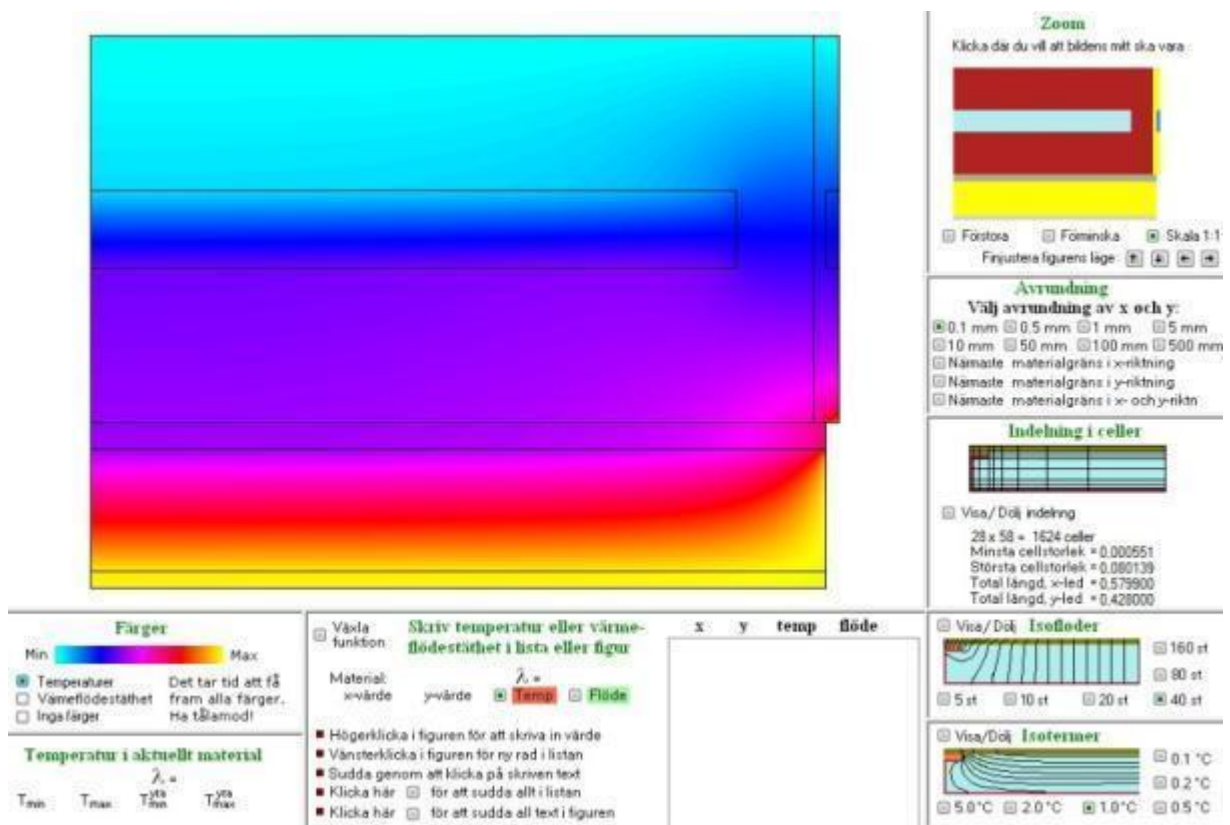
Innerväggen påverkas lätt av innetemperaturen och håller 20 °C enligt indatan i programmet. Man kan se att temperaturen sjunker ju längre ut i yttväggen man kommer.

10.2.1.4 Fönster och dörrar



Figur 10.7 Konstruktion

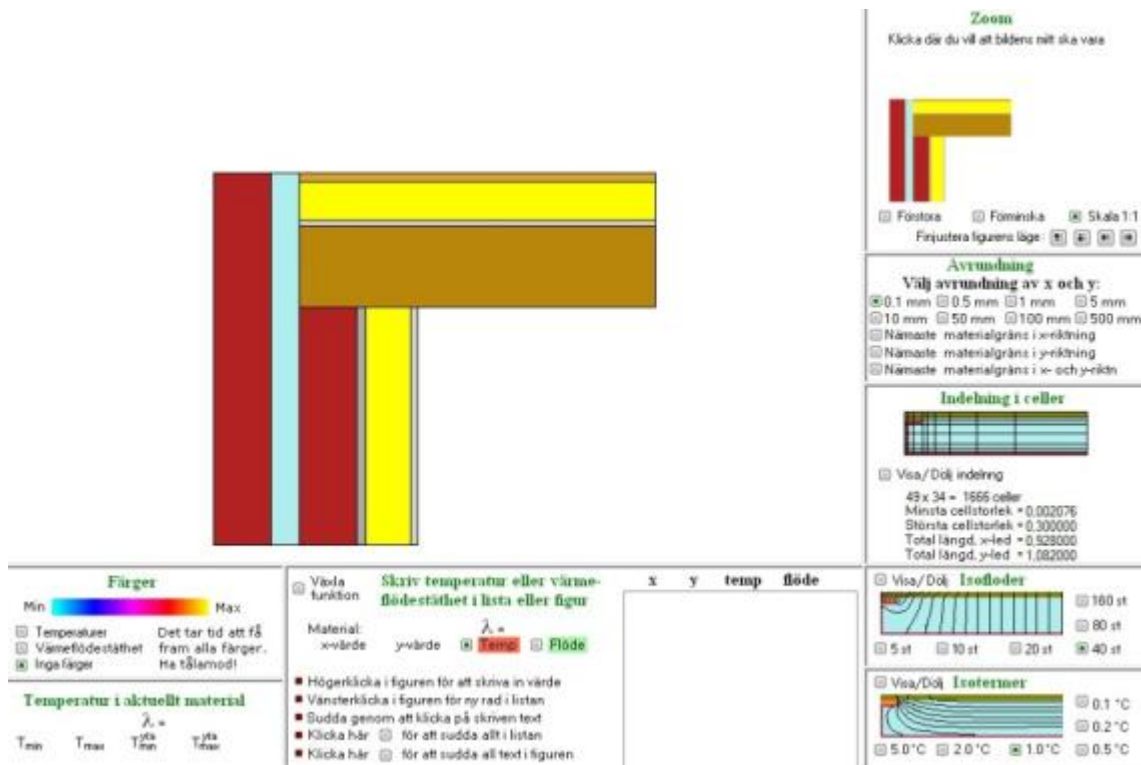
Det som har ändrats är att fönstret har fått en bättre drevning. Psi-värde 0,09 W/m°C.



Figur 10.8 Temperatur

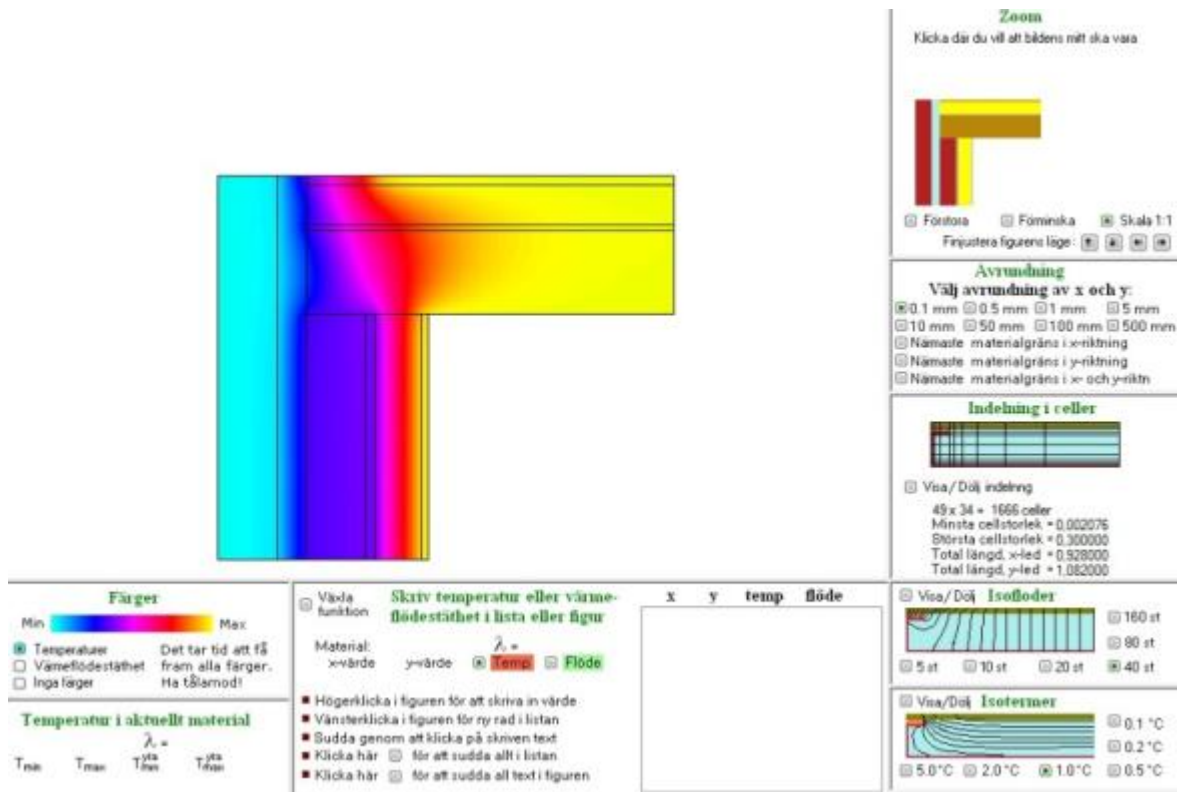
Temperaturen minskar stadigt genom väggen, men är ändå lite högre runt infästningen än tidigare.

10.2.1.5 Vindsbjälklag



Figur 10.9 Konstruktion

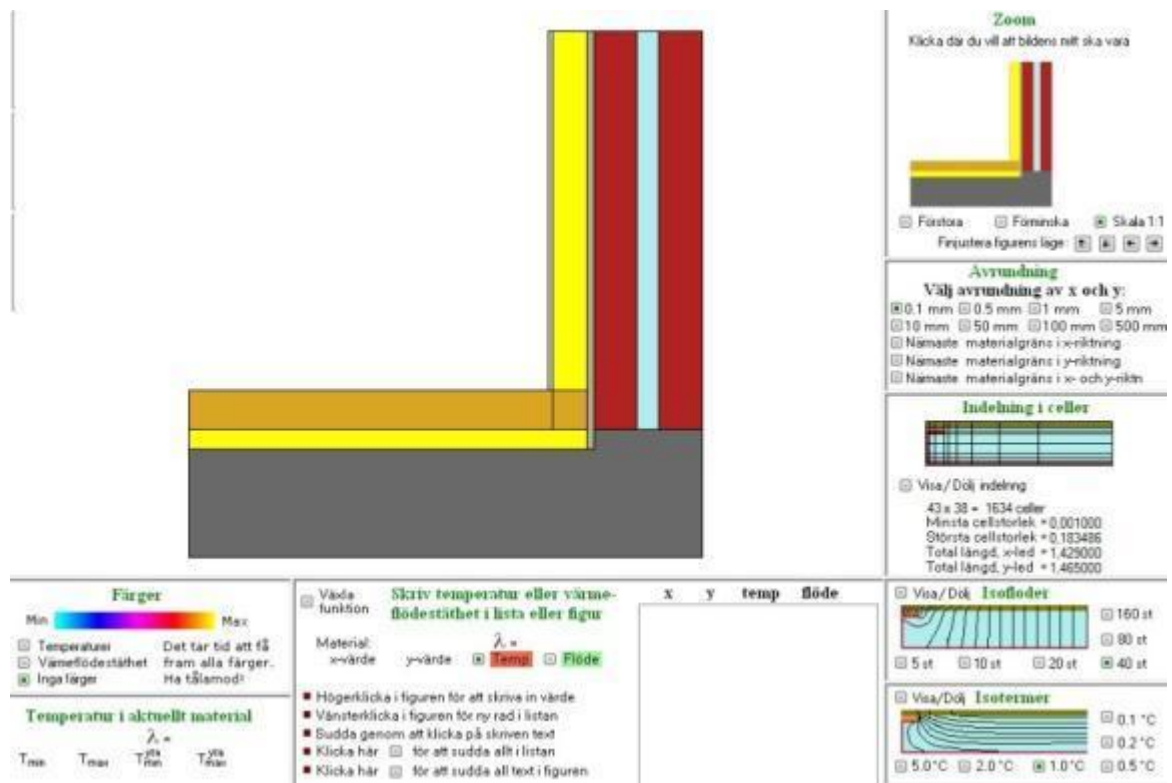
Vindsbjälklaget har fyllts med bättre isolering samt fått en gipsskiva istället för tretexskivan. Psi-värde 0,04 W/m°C.



Figur 10.10 Temperatur

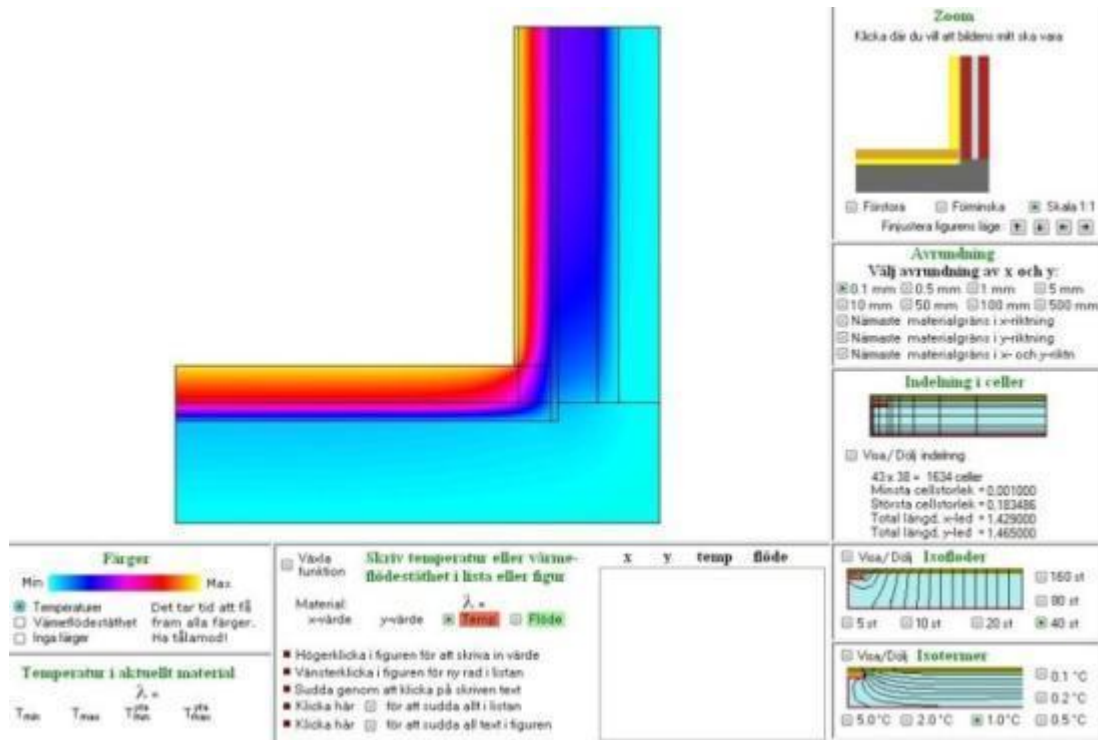
Vindsbjälklaget är varmt medan det i anslutning till fasadväggen blir kallare.

10.2.1.6 Golv



Figur 10.11 Konstruktion

Golvet har här fått en ny isolering som ska hindra värmen inifrån från att ta sig ut genom betongen. Psi-värde 0,09 W/m°C.



Figur 10.12 Temperatur

Hela golvet håller en hög temperatur tills man kommer ner till betongskiktet. Då sjunker temperaturen kraftigt.

11 Resultat av energiberäkning för byggnaden efter förändring

11.1 Energiberäkning

Resultatet av den nya energiberäkningen kom att bli 127 kWh/m²,år. Det är 15 % högre än BBRs krav på energianvändning.

11.2 U_m-beräkning

BBRs krav på värmeisolering är 0,50 W/m²,°C. Resultatet av den nya beräkningen visar att byggnaden nu ligger på 0,2 W/m²,°C vilket är godkänt enligt kravet.

11.2.1 Kommentarer till resultaten

Notera även här att Isover Energi klassar byggnaden som eluppvärmd och därmed sänker kravet på energiförbrukning från 110 kWh/m²,år till 55 kWh/m²,år samt kravet på isolering från 0,50 W/m²,°C till 0,40 W/m²,°C.

12 Alternativa lösningar

12.1 Isolering

Ett alternativ till att lägga isoleringen mellan reglarna är att inte använda några regler alls. Då elimineras reglarna som köldbrygga. Istället kan hård isolering limmas direkt på putsen och då är det viktigt att se till så att putsen håller. Det gör man genom att knacka lite lätt på den med ett finger och om putsen låter ihålig kan det antas att den har släppt från tegelväggen.

Genom att använda ett speciellt lim som klickas ut på väggen hålls isoleringen väl på plats. Gipsskivorna limmas sedan direkt på isoleringen, på samma sätt som isoleringen limmades på putsen.

12.1.1 Tegelkontroll

Om det är så att putsen har lossnat från teglet och måste tas ner för att göras om kan man passa på att kontrollera tegelkvaliteten för att se så det inte är på grund av dålig kvalitet som putsen lossnar.

Det finns ett väldigt enkelt sätt att göra det här på. En tegelsten plockas ner från en plats i väggen där den inte absolut behövs. Stenen kokas sedan i ungefär 10 minuter varpå den läggs i frysen i ca ett dygn. Om stenen inte har sprängts när den plockas fram kan man anta att kvaliteten är helt okej. Den här undersökningen visar om det finns risk för frostsprängning i teglet. Det är bra att testa om det är så att luftspalten ska fyllas igen som för huset i den här studien.

12.2 Uppvärmning

Det är inte i varje gammal skånelänga som vedeldning används som uppvärmning. Alternativ som elektrisk uppvärmning kanske inte är kostnadseffektivt, men då finns även alternativ som bergvärme och värmepump med värmefaktor 3.

För att kunna använda vedeldning som enda värmekälla kan en ackumulatortank vara en idé. Den lagrar värmen från vedeldningen så att eldning under natten inte är nödvändig. Dessutom kan den användas för att värma upp vattnet.

12.2.1 Värmefaktor²⁹

Värmefaktorn, eller COP, är ett begrepp som visar förhållandet mellan den tillförda energin och energin som värmepumpen ger tillbaka. Värmefaktor 3 innebär att värmepumpen ger tillbaka tre gånger så mycket energi som tillförts. Värmefaktorn stiger dessutom med utomhustemperaturen.

²⁹ Daikin 2

13 Slutsats

Syftet med rapporten har varit att, på ett effektivt sätt, göra byggnaden mer energieffektiv och framförallt att förhindra den ojämna temperaturen som finns i byggnaden idag.

Med resultat från Isovers energiberäkningsprogram blir den dragna slutsatsen att gamla byggnader i den här stilen kräver ett större ingrepp för att uppfylla BBR 18s krav på energianvändning och värmeisolering för nybyggnation.

Något att fundera över är dock vad som kan hända med teglet om man praktiskt taget fyller upp luftspalten med ett så tätt material som Perlite. Återförsäljarna själva säger att materialet är till för ändamålet, men det kan finnas en risk att bruket i den inre tegelväggen tar skada om fukten inte kan torka ut. Bruket kan deformeras och orsaka sättningar i väggen. Det krävs alltså att den inre tegelmuren är helt torr när man utför den här åtgärden. Det är något som krävs att titta närmare på innan man väljer en sån här lösning. Andra material som EPS-kulor (cellplast-kulor) eller LECA-kulor kanske hade varit bättre ur just den synpunkten. De innehåller mer hålrum som fukten kan torka ut genom.

Perlite ska å andra sidan lagra värme väldigt bra och på det sättet hålla den inre tegelmuren varm och torr.

Den yttre tegelmuren värms även den upp av Perliten, men frågan är om det är tillräckligt och om teglet riskerar att få frostsador.

Som tilläggsisolering på insidan av ytterväggarna föreslås den alternativa lösningen där värmeisoleringen limmas direkt på putsen. Energiberäkningarna gjordes med träreglar och det naturliga borde vara att resultatet blir ännu bättre utan dessa regler som köldbrygga.

Den ekonomiska aspekten har inte tagits upp, men genom att använda vanliga, relativt billiga isolermaterial som lösull, glasull och plastfolie så kommer man väldigt långt i arbetet. Det dyrare materialet Perlite som dessutom kräver specialkunskaper att använda, kan med fördel bytas ut mot billigare och säkert nästan precis lika bra material.

14 Referenser

Litteratur

Dahlblom Mats, Warfvinge Catarina (2010), *Projektering av installationer i byggnader*

Elmarsson Bengt, Nevander Lars-Erik (2008) *Fukthandbok- praktik och teori*

Torgny, Ove (1984), *Skånelängor- Att förstå och bevara ett kulturarv*

Artiklar

Ohlén, Björn (2005), *Gamla fönster kan bli bättre än nya*, Byggnadskultur 1/2005

Boverket (2009), *Boverket, Boverkets byggregler, BBR, avsnitt 9*

Elektroniska källor

Miljömål, *Energianvändning m.m. i byggnader (2020/2050)*

<http://www.miljomal.se/15-God-bebyggd-miljo/Delmal/Energianvandning-m-m-i-byggnader-20202050/>

2011-05-20

BBR 18 (BFS 2011:6), *9 Energihushållning*

<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/BBR%2018/9%20Energihushallning%20-%20BBR%2018.pdf>

2011-05-20

Europa, *Handlingsplan för energieffektivitet (2007-2012)*

http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/l27064_sv.htm

2011-05-23

Energimyndigheten, *Bra att veta ytterdörrar*

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Ytterdorrar/?tab=3>

2011-05-20

Daikin, *Standar –väggmodell FTXL*

<http://www.daikin.se/product/for-your-home/ftxl/default.jsp>

2011-01-16

BBR 18 (BFS 2011:6)-2, *6 Hygien, hälsa och miljö*

<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/BBR%2018/6%20Hygien%20halsa%20miljo%20-%20BBR%2018.pdf>

2011-05-20

Flooré, *Dimensionering*

<http://www.floore.se/pdf/23dimensionering.pdf>

2011-04-11

Stöde Energi, *Är det dyrt eller billigt med ved?*

http://www.stodeenergi.se/products/dyrt_billigt.htm

2011-04-11

Frico, *Effektberäkning*

<http://www.frico.se/swe/effektberakning/effekt.php>

2011-04-11

Tegelmäster, *Perlite som murverksisolering*

<http://www.tegelmaster.se/page3503.aspx>

2011-04-23

3C, *CC-fönsterdrev självhäfta*

<http://3c.nu/produkter/cc-fonsterdrev-sh.html>

2011-04-23

Arbetsmiljöverket, *Vad är isocyanater?*

http://www.av.se/teman/isocyanater/vad_isocyanater/

2011-04-25

Folkhälsoguiden, *Bromerade flamskyddsmedel*

<http://www.folkhalsoguiden.se/upload/Arbetsliv/Arbetsliv%20-%20infomaterial/Bromerade%20flamskyddsmedel.pdf>

2011-04-25

Daikin 2, *Värmefaktor & Effekt*

http://www.daikin.se/varmepumpar/varmefaktor_o_effekt.jsp

2011-05-09

Intervju

Persson bornfeldt Ingrid, Miljöinspektör, Söderåsens Miljöförbund

2011-03-22

Lillienberg Olsson Eva, Intendent, Gyllenstiernska Krapperupsstiftelsen

2012-01-11

Lönnqvist Göran, Stadsarkitekt, Chef Plan-och byggkontoret Klippan

2011-02-01

Engström Ronald, Husägare

2011-02-01

Bilder

Figur 1, Torgny, Ove (1984), *Skånelängor- Att förstå och bevara ett kulturarv*

Figur 2, Elmarsson Bengt, Nevander Lars-Erik (2008), *Fukthandbok- praktik och teori*

15 Bilagor

Resultat från energiberäkning

2012-03-20 19:37

Objekt: Bjersgård före 2012
Utförd av: Studielicens, Byggteknik LTH Campus Helsingborg
Beräkning enligt BBR 2008. Supplement februari 2009.

Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län
Atemp bostad: 81,1 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 607 kWh/m².år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 55 kWh/m².år

BBR rekommenderar att använda säkerhetsmarginaler så att kraven på specifik energianvändning verkligen uppfylls när byggnaden tagits i bruk.

Summa installerad eleffekt för uppvärmning: 6,0 kW
BBR:s maximalt tillåtna installerad eleffekt för uppvärmning: 4,5 kW (innehåller ett tillägg om Atemp är större än 130 m² och/eller q är större än 0,35)

BBR klassar byggnaden som eluppvärmd.

Klaras kraven?

Beräkningen uppfyller ej kraven i BBR eftersom 'Summa installerad eleffekt för uppvärmning' överstiger den maximalt tillåtna effekten.

Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

Förluster

Trans	Transmissionsförluster
Vent	Ventilation och luftläckage
Vatten	Vattenförluster - antas vara lika med energi till varmvattenuppvärmning

Tillskott

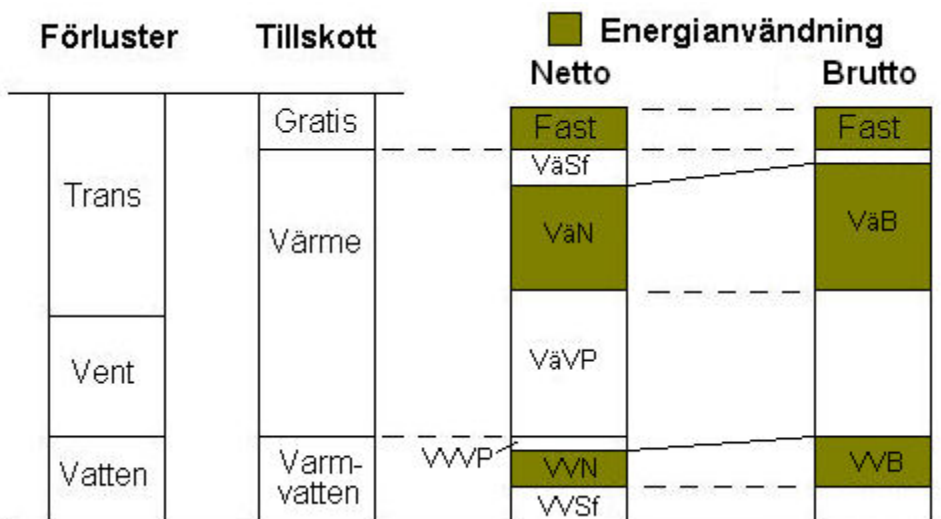
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VäSf	Energi från solfångare till värme
VVSf	Energi från solfångare till varmvatten
VäVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVä	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVV	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VäN	Värme Netto = Värme - VäSf - VäVP
VVN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSf - VVVP
VäB	Värme Brutto = VäN / nVä
VVB	Varmvatten Brutto = VVN / nVV

Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m² uppvärmd golvarea. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VäB + VVB	Kyla
Jan	8932	1247	170	989	9190	170	901	9363	0
Feb	8335	1164	153	973	8526	153	814	8278	0
Mar	7839	1095	170	1200	7734	170	901	6842	0
Apr	5954	831	164	1437	5348	164	872	3078	0
Maj	3460	483	170	1380	2563	170	901	0	0
Jun	1878	262	164	1042	1098	164	872	0	0
Jul	1044	146	170	688	502	170	901	0	0
Aug	1246	174	170	781	639	170	901	0	0
Sep	2550	356	164	1080	1826	164	872	146	0
Okt	4818	673	170	1127	4364	170	901	3493	0
Nov	6532	912	164	1031	6413	164	872	6069	0
Dec	8385	1171	170	982	8574	170	901	8753	0
Totalt	60973	8514	2000	12710	56777	2000	10612	38652	0

Indata

	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,4	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	18	0
Infiltration inkl. fönstervädring, oms/h	0,4	0
Ventilationsflöde, l/s per m ²	0,7	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärmd)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	0	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	3541,6	0
Fastighetsenergi, kWh/år	10612,5	0
Antal personer, genomsnitt, st	2	0
Årsvärmefaktor	3,4	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	30	0
Installerad el-effekt för drift av värmepump, kW	3	0
Verkningsgrad Värme, %	75	0
Verkningsgrad Varmvatten, %	100	0
Installerad el-effekt för uppvärmning, kW	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	4675	0
Solfångare för värme, kWh/år	20000	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	2000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	3	0
Komfortkyla, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyla, övrigt, kWh	0	0

Klimatdata

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Utetemperatur (°C)	0,0	-0,6	2,2	5,6	11,1	14,4	16,7	16,1	12,8	8,3	4,4	1,1
Globalstrålning (kWh/m ²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m²: 81,1

Volym, m³: 194,64

Yta	Area, m ²	U, W/m ² , °C	Orientering, °
Gavel OV Väst	6,4	0,36	270
Fönster Gavel Väst	1,6	2,56	
Gavel OV Öst	7,0	0,37	90
Fönster Stora	1,0	2,56	
Grund-Golv	81,0	0,19	
Tak Norr	65,5	3,37	
Tak Syd	65,5	3,37	
Yttervägg Gavel Väst	11,9	1,20	270
Fönster	2,0	2,56	
Yttervägg Gavel Öst	13,9	1,39	90
Yttervägg Norr	32,4	1,20	0
Fönster Stora	3,0	2,56	
Fönster Små	0,6	2,56	

Bakdörr	3,0	2,00	
Yttervägg Söder	30,7	1,20	180
Fönster Stora	4,0	2,56	
Entrédörr	2,1	2,00	
Gammal entrédörr	2,2	2,00	

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Golv-yttervägg	41,00	0,26
Fasadhörn	9,60	0,11
Yttervägg-Innervägg	19,20	0,31
Fönster	9,60	0,12
Dörrar	2,70	0,12
Vindsbjälklag	41,00	0,19
Golv	41,00	0,56

Resultat från Um-beräkning

2012-03-20 19:37

Objekt: Bjersgård före 2012, Bostad - Utomhus
 Utförd av: Studielicens, Byggteknik LTH Campus Helsingborg

Sammanfattning

$U_m = (\text{Summa } U \cdot A + \text{Summa } \Psi \cdot L) / A_{om} = 2,00 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$

$U_m \text{ krav} = 0,40 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$

Byggnaden uppfyller ej kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m ² , °C)	A (m ²)	U*A
1. Tak Norr	3,37	65,5	220,41
2. Tak Syd	3,37	65,5	220,41
3. Gavel OV Väst	0,36	6,4	2,33
4. Fönster Gavel Väst	2,56	1,6	4,10
5. Gavel OV Öst	0,37	7,0	2,61
6. Fönster Stora	2,56	1,0	2,56
7. Yttervägg Gavel Öst	1,39	13,9	19,31
8. Yttervägg Gavel Väst	1,21	11,9	14,34
9. Fönster	2,56	2,0	5,09
9. Fönster	2,56	0,0	0,03
10. Yttervägg Söder	1,21	30,7	36,99
11. Fönster Stora	2,56	4,0	10,21
11. Fönster Stora	2,56	0,0	0,03
12. Entrédörr	2,00	2,1	4,20
13. Gammal entrédörr	2,00	2,2	4,40
14. Yttervägg Norr	1,21	32,4	39,04
15. Fönster Stora	2,56	3,0	7,68
16. Fönster Små	2,56	0,6	1,51
16. Fönster Små	2,56	0,0	0,03
17. Bakdörr	2,00	3,0	6,00
18. Grund-Golv	0,19	81,0	15,71
Aom & Summa U*A		333,80	616,98

Köldbrygga	Psi (W/m, °C)	L (m)	Psi*L
Golv-yttervägg	0,26	41,00	10,66
Fasadhörn	0,11	9,60	1,06
Yttervägg-Innervägg	0,31	19,20	5,95
Fönster	0,12	9,60	1,15



Dörrar	0,12	2,70	0,32
Vindsbjälklag	0,19	41,00	7,79
Golv	0,56	41,00	22,96
Längd köldbrygga & Summa Psi*L		164,10	49,89

Använda konstruktioner

Typ 1.

Gavel OV Väst

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Tretex	12	0,05		
Isover UNI-skiva 36	95	0,036	10	0,14
Lockpanel	29	0,14		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,13 m²,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W

dU": 0,01 W/m²,°C

U-värde: 0,364 W/m²,°C

Typ 2.

Gavel OV Öst

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Tretex	12	0,05		
Isover UNI-skiva 36	95	0,036	10	0,14
Lockpanel	29	0,14		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,13 m²,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W

dU": 0,01 W/m²,°C

U-värde: 0,373 W/m²,°C

Typ 3.

Grund-Golv

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,17 m²,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W

U-värde: 0,194 W/m²,°C

Typ 4.

Tak

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Ströläkt	22	0,14		
Underlagspapp	1			
Takpannor	25			

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,10 m²,°C/W
 Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W
 U-värde: 3,365 W/m²,°C

Typ 5.

Yttervägg Gavel Väst

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Tretex	12	0,05		
Underlagspapp	1			
Puts	20	1		
Tegel	120	0,6		
Luftspalt, svagt ventile	60			
Tegel	120	0,6		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,13 m²,°C/W
 Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W
 U-värde: 1,205 W/m²,°C

Typ 6.

Yttervägg Gavel Öst

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Tretex	12	0,05		
Underlagspapp	1			
Puts	20	1		
Tegel	120	0,6		
Luftspalt, väl ventilerad	60			
Tegel	120	0,6		
Puts	5	1		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,13 m²,°C/W
 Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W
 U-värde: 1,389 W/m²,°C

Använda fönstertyper

Typ 7.

Fönster 113*54

U-värde: 2,560 W/m²,K

Typ 8.

Fönster 117*85

U-värde: 2,560 W/m²,K

Typ 9.

Fönster Gavel Väst

U-värde: 2,560 W/m²,K

Använda dörrtyper

Typ 10.

Bakdörr

U-värde: 2,000 W/m²,K

Typ 11.

Entrédörr

U-värde: 2,000 W/m²,K

Typ 12.

Gammal Entrédörr

U-värde: 2,000 W/m²,K

Byggnadsytor - Bostad

Yta 1.

Tak Norr

Konstruktion: Tak

Orientering: 0°

Nettoarea: 65,5 m²

Yta 2.

Tak Syd

Konstruktion: Tak

Orientering: 180°

Nettoarea: 65,5 m²

Yta 3.

Gavel OV Väst

Konstruktion: Gavel OV Väst

Orientering: 270°

Nettoarea: 6,4 m²

Yta 4.

Fönster Gavel Väst

Konstruktion: Fönster Gavel Väst

Orientering: 270°

Nettoarea: 1,6 m²

Yta 5.

Gavel OV Öst

Konstruktion: Gavel OV Öst

Orientering: 90°

Nettoarea: 7,0 m²

Yta 6.

Fönster Stora

Konstruktion: Fönster 117*85

Orientering: 90°

Nettoarea: 1,0 m²

Yta 7.

Yttervägg Gavel Öst

Konstruktion: Yttervägg Gavel Öst

Orientering: 90°

Nettoarea: 13,9 m²

Yta 8.

Yttervägg Gavel Väst

Konstruktion: Yttervägg Gavel Väst

Orientering: 270°

Nettoarea: 11,9 m²

Yta 9.

Fönster

Konstruktion: Fönster 117*85

Orientering: 270°

Nettoarea: 2,0 m²

Yta 10.

Yttervägg Söder

Konstruktion: Yttervägg Gavel Väst

Orientering: 180°

Nettoarea: 30,7 m²

Yta 11.

Fönster Stora

Konstruktion: Fönster 117*85

Orientering: 180°

Nettoarea: 4,0 m²

Yta 12.

Entrédörr

Konstruktion: Entrédörr

Orientering: 180°

Nettoarea: 2,1 m²

Yta 13.

Gammal entrédörr

Konstruktion: Gammal Entrédörr

Orientering: 180°

Nettoarea: 2,2 m²

Yta 14.

Yttervägg Norr

Konstruktion: Yttervägg Gavel Väst

Orientering: 0°

Nettoarea: 32,4 m²

Yta 15.

Fönster Stora

Konstruktion: Fönster 117*85

Orientering: 0°

Nettoarea: 3,0 m²

Yta 16.

Fönster Små

Konstruktion: Fönster 113*54

Orientering: 0°

Nettoarea: 0,6 m²

Yta 17.

Bakdörr

Konstruktion: Bakdörr

Orientering: 0°

Nettoarea: 3,0 m²

Yta 18.

Grund-Golv

Konstruktion: Grund-Golv

Orientering: 0°

Nettoarea: 81,0 m²

Resultat från energiberäkning

2012-03-21 19:55

Objekt: Bjersgård 3:10 Efter 3
Utförd av: Studielicens, Byggteknik LTH Campus Helsingborg
Beräkning enligt BBR 2008. Supplement februari 2009.

Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län
Atemp bostad: 101,0 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 127 kWh/m².år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 55 kWh/m².år

BBR rekommenderar att använda säkerhetsmarginaler så att kraven på specifik energianvändning verkligen uppfylls när byggnaden tagits i bruk.

Summa installerad eleffekt för uppvärmning: 9,0 kW
BBR:s maximalt tillåtna installerad eleffekt för uppvärmning: 4,5 kW (innehåller ett tillägg om Atemp är större än 130 m² och/eller q är större än 0,35)

BBR klassar byggnaden som eluppvärmd.

Klaras kraven?

Beräkningen uppfyller ej kraven i BBR eftersom 'Summa installerad eleffekt för uppvärmning' överstiger den maximalt tillåtna effekten.

Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

Förluster

Trans	Transmissionsförluster
Vent	Ventilation och luftläckage
Vatten	Vattenförluster - antas vara lika med energi till varmvattenuppvärmning

Tillskott

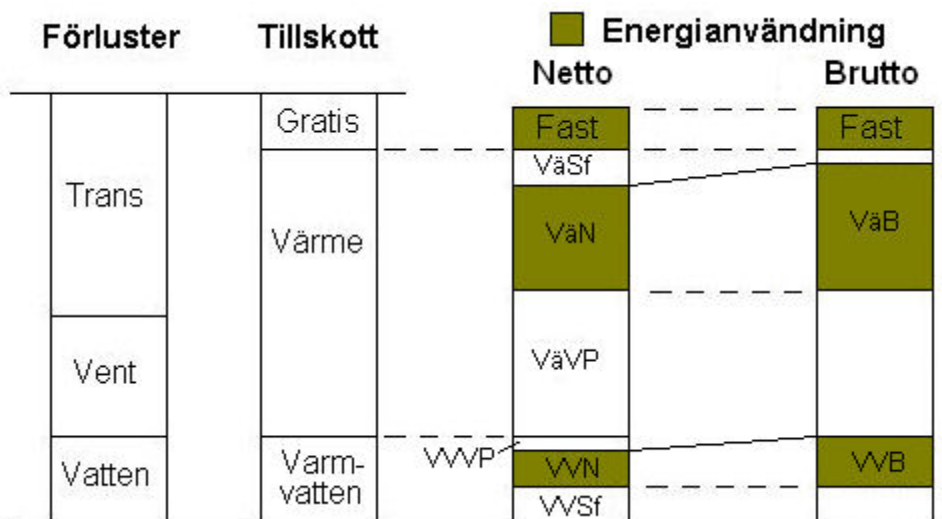
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VaSf	Energi från solfångare till värme
VVSf	Energi från solfångare till varmvatten
VäVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVä	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVV	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VaN	Värme Netto = Värme - VaSf - VäVP
VVN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSf - VVVP
VäB	Värme Brutto = VaN / nVä
VVB	Varmvatten Brutto = VVN / nVV

Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m² uppvärmd golvarea. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VäB + VVB	Kyla
Jan	1123	884	170	1004	1003	170	902	1139	0
Feb	1042	820	153	972	890	153	814	936	0
Mar	1011	795	170	1148	658	170	902	576	0
Apr	810	638	164	1183	265	164	873	164	0
Maj	557	438	170	913	82	170	902	170	0
Jun	377	297	164	655	19	164	873	164	0
Jul	279	219	170	491	7	170	902	170	0
Aug	305	240	170	538	7	170	902	170	0
Sep	455	358	164	777	36	164	873	164	0
Okt	699	550	170	1011	238	170	902	177	0
Nov	870	684	164	1019	535	164	873	574	0
Dec	1067	840	170	997	910	170	902	1048	0
Totalt	8595	6763	2000	10708	4650	2000	10617	2219	0

Indata

	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,4	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	22	0
Infiltration inkl. fönstervädning, oms/h	0,15	0
Ventilationsflöde, l/s per m ²	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärmd)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	0	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	3537,5	0
Fastighetsenergi, kWh/år	10616,6	0
Antal personer, genomsnitt, st	2	0
Årsvärmefaktor	3,4	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	30	0
Installerad el-effekt för drift av värmepump, kW	6	0
Verkningsgrad Värme, %	75	0
Verkningsgrad Varmvatten, %	100	0
Installerad el-effekt för uppvärmning, kW	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Solfångare för värme, kWh/år	4441,5	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	2000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	3	0
Komfortkyla, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyla, övrigt, kWh	0	0

Klimatdata

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Utetemperatur (°C)	0,0	-0,6	2,2	5,6	11,1	14,4	16,7	16,1	12,8	8,3	4,4	1,1
Globalstrålning (kWh/m ²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m²: 101,0

Volym, m³: 242,40

Yta	Area, m ²	U, W/m ² , °C	Orientering, °
Fasad N	25,7	0,18	0
Fönster (1170*850)	3,0	0,90	
Fönster (1130*540)	0,6	0,90	
Dubbel dörr Norr	3,1	0,90	
Fasad S	24,1	0,18	180
Fönster (117*85)	4,0	0,90	
Dubbel dörr Syd	2,2	0,90	
Enkeldörr Syd	2,1	0,90	
Fasad V	9,9	0,18	270
Fönster (117*85)	2,0	0,90	
Fasad Ö	13,9	0,18	90
Gavel ov Väst	5,4	0,14	270
Fönster (775*980)	1,6	0,90	

Gavel ov Öst	6,0	0,14	90
Fönster (117*85)	1,0	0,90	
Grund	81,1	0,17	
Tak N	65,5	0,10	
Tak S	65,5	0,10	

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Fönster	9,60	0,07
Dörrar	2,70	0,07
Hörn yttervägg	9,60	0,03
yttre-innervägg	19,20	0,10
Mellanbjälklag	40,00	0,03
Golv	40,00	0,07
Golv-yttervägg	40,00	0,07

Resultat från Um-beräkning

2012-03-21 19:47

Objekt: Bjersgård 3:10 Efter 3, Bostad - Utomhus
 Utförd av: Studielicens, Byggt teknik LTH Campus Helsingborg

Sammanfattning

$U_m = (\text{Summa } U \cdot A + \text{Summa } \Psi \cdot L) / A_{om} = 0,22 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$

$U_m \text{ krav} = 0,40 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$

Byggnaden uppfyller kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m ² , °C)	A (m ²)	U*A
1. Tak S	0,10	65,5	6,29
2. Tak N	0,10	65,5	6,29
3. Fasad N	0,18	25,7	4,63
4. Fönster (1170*850)	0,90	3,0	2,70
5. Fönster (1130*540)	0,90	0,6	0,54
6. Dubbeldörr Norr	0,90	3,1	2,79
7. Fasad S	0,18	24,1	4,34
8. Fönster (117*85)	0,90	4,0	3,60
9. Dubbeldörr Syd	0,90	2,2	1,98
10. Enkeldörr Syd	0,90	2,1	1,89
11. Fasad Ö	0,18	13,9	2,50
12. Fasad V	0,18	9,9	1,78
13. Fönster (117*85)	0,90	2,0	1,80
14. Gavel ov Öst	0,14	6,0	0,82
15. Fönster (117*85)	0,90	1,0	0,90
16. Gavel ov Väst	0,14	5,4	0,73
17. Fönster (775*980)	0,90	1,6	1,44
18. Grund	0,17	81,1	13,79
Aom & Summa U*A		316,70	58,80

Köldbrygga	Ψ (W/m, °C)	L (m)	Ψ*L
Fönster	0,07	9,60	0,67
Dörrar	0,07	2,70	0,19
Hörn yttervägg	0,03	9,60	0,29
yttre-innervägg	0,10	19,20	1,92
Mellanbjälklag	0,03	40,00	1,20
Golv	0,07	40,00	2,80
Golv-yttervägg	0,07	40,00	2,80



Längd köldbrygga & Summa Psi*L

161,10

9,87

Använda konstruktioner

Typ 1.

Fasad

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Isover UNI-skiva 33	95	0,033	10	0,14
Isover UNI-skiva 33	45	0,033	10	0,14
Isover Plastfolie	1			
Underlagspapp	1			
Puts	20	1		
Tegel	120	0,6		
Perlite	60	0,042		
Tegel	120	0,6		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,13 m²,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W

U-värde: 0,180 W/m²,°C

Typ 2.

Grund

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,17 m²,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W

U-värde: 0,170 W/m²,°C

Typ 3.

S204, Snedtak med Isover Vario Duplex, skivor

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Isover UNI-skiva 36	45	0,036	10	0,14
Isover Vario Duplex	1			
Isover Bjälklagsskiva 3	170	0,036	5	0,14
Isover Bjälklagsskiva 3	195	0,036	5	0,14
Trä	22	0,14		
Underlagspapp	1			
Takpannor	20			

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,10 m²,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W

U-värde: 0,096 W/m²,°C

Typ 4.

Y202, Träregelstomme, träpanel

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Isover UNI-skiva 33	95	0,033	12	0,14
Isover Plastfolie	1			
Isover UNI-skiva 33	195	0,033	12	0,14
Gipsbaserad komposit	13	0,25		
Luftspalt, svagt ventile	28			
Lockpanel	22	0,14		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,13 m²,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse:0,04 m²,°C/W

U-värde: 0,136 W/m²,°C

Använda fönstertyper

Typ 5.

Fönster (1130*540)

U-värde: 0,900 W/m²,K

Typ 6.

Fönster (1170*850)

U-värde: 0,900 W/m²,K

Typ 7.

Fönster (775*980)

U-värde: 0,900 W/m²,K

Använda dörrtyper

Typ 8.

Dubbeldörr Norr

U-värde: 0,900 W/m²,K



Typ 9.

Dubbeldörr Syd

U-värde: 0,900 W/m²,K

Typ 10.

Enkeldörr Syd

U-värde: 0,900 W/m²,K

Byggnadsytor - Bostad

Yta 1.

Tak S

Konstruktion: S204, Snedtak med Isover Vario Duplex, skivor

Orientering: 180°

Nettoarea: 65,5 m²

Yta 2.

Tak N

Konstruktion: S204, Snedtak med Isover Vario Duplex, skivor

Orientering: 0°

Nettoarea: 65,5 m²

Yta 3.

Fasad N

Konstruktion: Fasad

Orientering: 0°

Nettoarea: 25,7 m²

Yta 4.

Fönster (1170*850)

Konstruktion: Fönster (1170*850)

Orientering: 0°

Nettoarea: 3,0 m²

Yta 5.

Fönster (1130*540)

Konstruktion: Fönster (1130*540)

Orientering: 0°

Nettoarea: 0,6 m²

Yta 6.

Dubbeldörr Norr

Konstruktion: Dubbeldörr Norr

Orientering: 0°

Nettoarea: 3,1 m²

Yta 7.

Fasad S

Konstruktion: Fasad

Orientering: 180°

Nettoarea: 24,1 m²

Yta 8.

Fönster (117*85)

Konstruktion: Fönster (1170*850)

Orientering: 180°

Nettoarea: 4,0 m²

Yta 9.

Dubbeldörr Syd

Konstruktion: Dubbeldörr Syd

Orientering: 180°

Nettoarea: 2,2 m²

Yta 10.

Enkeldörr Syd

Konstruktion: Enkeldörr Syd

Orientering: 180°

Nettoarea: 2,1 m²

Yta 11.

Fasad Ö

Konstruktion: Fasad
Orientering: 90°
Nettoarea: 13,9 m²

Yta 12.

Fasad V

Konstruktion: Fasad
Orientering: 270°
Nettoarea: 9,9 m²

Yta 13.

Fönster (117*85)

Konstruktion: Fönster (1170*850)
Orientering: 270°
Nettoarea: 2,0 m²

Yta 14.

Gavel ov Öst

Konstruktion: Y202, Träregelstomme, träpanel
Orientering: 90°
Nettoarea: 6,0 m²

Yta 15.

Fönster (117*85)

Konstruktion: Fönster (1170*850)
Orientering: 90°
Nettoarea: 1,0 m²

Yta 16.

Gavel ov Väst

Konstruktion: Y202, Träregelstomme, träpanel
Orientering: 270°
Nettoarea: 5,4 m²

Yta 17.

Fönster (775*980)

Konstruktion: Fönster (775*980)

Orientering: 270°

Nettoarea: 1,6 m²

Yta 18.

Grund

Konstruktion: Grund

Orientering: 0°

Nettoarea: 81,1 m²