

Energiberäkningar för passivhus

- fallstudier samt energiklassificering



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för byggvetenskaper/Byggnadskonstruktion

Examensarbete:
Hanna Bruce
Bogdana Delerin

© Copyright Hanna Bruce, Bogdana Delerin

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 2010

Sammanfattning

Energihushållning är ett aktuellt och expanderande område inom dagens byggbransch. Energikraven på byggnader har skärpts genom åren och intresset för energieffektiva byggnader har ökat. Passivhus är ett av de koncept som vuxit fram. Nya standarder för energi- och effektklassificering har tagits fram. Byggnader skall nu klassas utifrån hur mycket köpt energi de använder. Det kommer då att visa sig om de projekterade värdet för energianvändning verkligen är korrekt.

Arbetet belyser vilka anledningar som finns till skillnader i projekterat och verkligt värde för energianvändning. Syftet med arbetet är att genom egna beräkningar visa på indata som ger mer överensstämmande värde. Därutöver energiklassificeras byggnader efter beräknad energianvändning.

Av de passivhusprojekt som beskrivs har fördjupning med energiberäkning gjorts för två projekt. Denna fördjupning visar att det verkliga värdet ligger högre än det projekterade. Detta medför att hus som sägs vara passivhus i verkligheten inte klarar de energikrav som ställs på passivhus. Att de projekterade värdena är så missvisande tyder på svårigheter att göra rimliga antaganden för indata vid beräkningarna. Dock har vi genom egen, relevant, indata visat på att det går att komma närmare den verkliga energiförbrukningen om tid läggs på att välja indata med omsorg. Resultatets påverkan av variationer i indata har studerats för att få en uppfattning om beräkningarnas känslighet. Dessa visar att små skillnader i indata så som täthet, värmeåtervinningsgrad, ventilation och hushållsel ger stora skillnader medan små förändringar i de redan bra U-värdena inte ger lika stora utslag.

Titel: Energiberäkningar för passivhus
- fallstudier samt energiklassificering

Författare: Hanna Bruce
Bogdana Delerin

Institution och år: Institutionen för byggvetenskaper, 2010

Nyckelord: Passivhus, energiberäkning, energihushållning, energiklassificering, Isover 2, U-norm

Abstract

Energy conservation is a current and expanding area in the building industry of today. The energy demands on buildings have been tightened through the years and the interest for energy efficient buildings has increased.

Passive houses are one of the concepts that have emerged. New standards for energy and effect classification have been developed. Buildings are now going to be classified from how big the consumption of bought energy is. It then will become clear if the projected value for energy use is correct.

This report highlights which causes there are to differences in projected value and measured value of energy use. The aim of the report is to, by own calculations, show input data that gives a more concordant value. The buildings will be classified from the calculated value of energy use.

Of the passive house projects that are described in the report a deeper study, with own calculations, has been made for two projects. This study shows that the measured value is higher than the projected. This leads to that houses that are claimed to be passive houses in reality doesn't measure up to the demands on passive houses. That the projected value is so misleading suggests that it is hard to make reasonable assumptions for input data when calculating the energy use during the design process. We have, however, by own assumptions of relevant input data shown that it is possible to come closer to the measured value if time is spent on choosing data with concern. The impact on the result due to variations in input data has been studied so that an idea of the sensitivity of the calculations can be made. This studies shows that small variations in input data such as airtightness, heat recovery, ventilation and household electricity makes quite a big difference while small variations of the U-value, which is low, doesn't have a very big impact on the result.

Title: Energy calculations for passive houses
- case studies and energy classification

Authors: Hanna Bruce
Bogdana Delerin

Institution and year: The institution for building science, 2010.

Keywords: Passive house, energy calculation, energy conservation, energy classification, Isover 2, U-norm

Förord

Under vårterminen 2010 har vi genomfört ett examensarbete på 22,5 poäng som avslutande på ingenjörsprogrammet Byggt teknik med arkitektur. Arbetet behandlar energiberäkningar för passivhus, fallstudier samt energiklassning av energianvändning.

Energisnålt byggande har intresserat oss under hela utbildningens gång och under fördjupningskursen Energihushållning växte idén till arbetet fram med hjälp av Bertil Fredlund, Institutionen för byggvetenskaper, föreläsare under kursen.

Vi vill tacka Bertil, vår handledare, och vår examinator Lars Sentler för allt stöd och all hjälp vi har fått under arbetets gång.

För möjligheten att genomföra detta examensarbete vill vi även tacka Efem-arkitektkontoret, Erik Westholm, LB-hus, Aroseken Egna Hem, Thermofloc Skandinavien AB, Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB, Emrahus och AB Landskronahem för allt material som vi har fått.

Helsingborg 2010
Hanna Bruce
Bogdana Delerin

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemformulering	2
1.3 Syfte	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Metod	2
1.6 Definitioner	3
2 Litteratursammanfattning	5
2.1 Förändringar av energihushållningsregler från 1967 till idag	5
2.1.1 Svensk byggnorm 67	5
2.1.2 Svensk byggnorm 75	6
2.1.3 Svensk byggnorm 80	6
2.1.4 Nybyggnadsreglerna	7
2.1.5 BBR1	8
2.1.6 BBR 9	8
2.1.7 BBR 10	8
2.1.8 BBR 12	9
2.1.9 Energideklaration	9
2.1.10 BBR 16	9
2.2 Passivhus	11
2.2.1 Allmänt	11
2.2.2 Utformning och krav	12
2.3 Energiklassning av byggnader	15
2.3.1 Byggnadens effektbehov	16
2.3.2 Energianvändning	17
3 Beskrivning av projekt	19
3.1 Projekt 1- Villa Westholm	19
3.1.1 Allmänt	19
3.1.2 Konstruktion	19
3.1.3 Energi	22
3.1.3.1 U-värden	22
3.1.3.2 Installationer	22
3.1.3.3 Köldbryggor	22
3.1.3.4 Energiberäkning	22
3.1.3.5 Resultat för energiförbrukning	23
3.2 Projekt 2- Villa Vakteln	24
3.2.1 Allmänt	24
3.2.2 Konstruktion	24
3.2.3 Energi	26
3.2.3.1 U-värden	26

3.2.3.2	<i>Installationer</i>	26
3.2.3.3	<i>Köldbryggor</i>	27
3.2.3.4	<i>Energiberäkning</i>	27
3.2.3.5	<i>Resultat för energiförbrukning</i>	28
3.3	Projekt 3- Aroseken Egna Hem, Gäddeholm	30
3.3.1	Allmänt	30
3.3.2	Konstruktion	30
3.3.3	Energi	32
3.3.3.1	<i>U-värden</i>	32
3.3.3.2	<i>Installationer</i>	32
3.3.3.3	<i>Köldbryggor</i>	33
3.3.3.4	<i>Energiberäkning</i>	33
3.3.3.5	<i>Resultat för energiförbrukning</i>	34
3.4	Projekt 4 – Villa Thermo	36
3.4.1	Allmänt	36
3.4.2	Konstruktion	36
3.4.3	Energi	39
3.4.3.1	<i>U-värden</i>	39
3.4.3.2	<i>Installationer</i>	39
3.4.3.3	<i>Köldbryggor</i>	40
3.4.3.4	<i>Energiberäkning</i>	40
3.4.3.5	<i>Resultat för energiförbrukning</i>	42
3.5	Projekt 5- Villa Alba	43
3.5.1	Allmänt	43
3.5.2	Konstruktion	43
3.5.3	Energi	45
3.5.3.1	<i>U-värden</i>	45
3.5.3.2	<i>Installationer</i>	46
3.5.3.3	<i>Köldbryggor</i>	46
3.5.3.4	<i>Energiberäkning</i>	46
3.5.3.5	<i>Resultat för energiförbrukning</i>	47
3.6	Projekt 6- Villa Atrium	49
3.6.1	Allmänt	49
3.6.2	Konstruktion	49
3.6.3	Energi	52
3.6.3.1	<i>U-värden</i>	52
3.6.3.2	<i>Installationer</i>	52
3.6.3.3	<i>Köldbryggor</i>	52
3.6.3.4	<i>Energiberäkning</i>	52
3.6.3.5	<i>Resultat för energiförbrukning</i>	53
3.7	Projekt 7- Glumslöv	55
3.7.1	Allmänt	55
3.7.2	Konstruktion	55

3.7.3 Energi.....	59
3.7.3.1 U-värden.....	59
3.7.3.2 Installationer.....	59
3.7.3.3 Köldbryggor.....	60
3.7.3.4 Energiberäkning.....	60
3.7.3.5 Energiförbrukning.....	60
4 Beräkningar.....	62
4.1 Villa Westholm.....	62
4.1.1 Antaganden.....	62
4.1.2 Beräkningar och resultat, U-värden och köldbryggor.....	63
4.1.3 Verklig energianvändning.....	63
4.1.3.1 Uppmätta värden.....	63
4.1.3.2 Beräkning av specifik energianvändning, uppmätta värden.....	64
4.1.4 Energiberäkning.....	65
4.1.4.1 Indata.....	65
4.1.4.2 Beräkningar och resultat.....	66
4.2 Glumslöv.....	69
4.2.1 Antaganden.....	69
4.2.2 Beräkningar och resultat, U-värden och köldbryggor.....	70
4.2.3 Verklig energianvändning.....	71
4.2.3.1 Uppmätta värden.....	71
4.2.3.2 Beräkning specifik energianvändning.....	72
4.2.4 Energiberäkning.....	73
4.2.4.1 Indata.....	73
4.2.4.2 Beräkningar och resultat.....	74
5 Erhållet resultat- jämförelser.....	80
5.1 Villa Westholm.....	80
5.1.1 Jämförelse med BBR och FEBYs kravspecifikation.....	80
5.1.2 Jämförelse med projekterat värde.....	80
5.1.3 Jämförelse med verkligt värde.....	80
5.1.4 Energiklassning av byggnaden.....	80
5.2 Glumslöv.....	81
5.2.1 Jämförelse med BBR och FEBYs kravspecifikation.....	81
5.2.2 Jämförelse med projekterat värde.....	81
5.2.3 Jämförelse med verkligt värde.....	81
5.2.4 Energiklassning av byggnaden.....	81
6 Analys.....	83
7 Slutsatser.....	86
8 Diskussion.....	87
9 Referenser.....	89

9.1 Tryckta källor	89
9.2 Internet	91
9.3 Muntliga kontakter.....	95
Bilaga 1- Kontrollberäkningar av U-värden.....	97
Bilaga 2- Beräkning av köldbryggor	103
Bilaga 3- Energiberäkningar.....	110

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Energihushållning är ett aktuellt och expanderande område inom dagens byggbransch. Av den energi som årligen används i Sverige står byggsektorn för 39 %. (Energimyndigheten A, 2008) Ett växande intresse märks genom konferenser och utbildningar angående energihushållning och lågenergihus.

Konceptet passivhus kom till under 1990-talet i Tyskland för de byggnader som främst använder den energi som alstras i byggnaden för uppvärmning (Passivhuscentrum B, 2010). På detta sätt kan man lägga sig under de krav som ställs på energianvändning.

I dag finns flera organisationer som inriktat sig mot att jobba med, och sprida kunskap om, passivhus. Bland dessa kan nämnas Forum för energieffektiva byggnader, FEBY, samt Passivhuscentrum.

Normer och regler, för byggnader, har skärpts genom åren och kraven på energianvändning blir hårdare och hårdare. Vi har sett energideklarationer tas fram, som ett steg i att erhålla bättre överblick av byggnaders energianvändning och för att kunna föreslå åtgärder. Sedan 2007 har energispecialister kunnat certifiera sig. De fungerar som sakkunniga experter inom energiområdet, både vad gäller nya och gamla hus. Därutöver kan energiexperter, om de är ackrediterade av SWEDAC, utföra energideklarationer. (SWEDAC, 2010)

För tillfället är två nya svenska standarder rörande byggnaders energiprestanda, ft-SS-24300-1, *Effektklassning av värmebehov*, och ft-SS-24300-2, *Energiklassning av energianvändning*, ute på remiss för att kunna träda i kraft inom snar framtid. Dessa standarder skall ligga till grund för klassning av alla typer av byggnaders energianvändning.

Passivhus är ingen klassning av hur stor energianvändning är för ett hus utan, som tidigare nämnt, endast ett koncept. Det kommer därför att bli aktuellt att klassa även passivhus enligt den nya standarden. I samband med energiklassningen kommer således den verkliga energianvändningen att behöva fastställas då man inte kan utgå från det projekterade värdet.

1.2 Problemformulering

Då energiklassning skall göras av befintliga passivhus kommer det troligen visa sig att det projekterade värdet inte överensstämmer med det verkliga värdet. För att belysa hur mer exakta beräkningar skulle kunna ha gjorts kommer nedanstående frågor att besvaras

- Skiljer sig det projekterade värdet från det verkliga värdet, och i så fall vilka är anledningarna till detta?
- Hur kan antaganden göras rimligare för att erhålla mer överensstämmande resultat?
- Vilka resultat fås med de nya antagandena? Stämmer dessa bättre överens med det verkliga värdet?

1.3 Syfte

Arbetet syftar till att beskriva passivhusprojekt samt till att för några av dessa göra en fördjupning av projekterade energiberäkningar. Dessa kommer att jämföras med verklig energianvändning för att brister skall kunna diskuteras. Utifrån diskussionen kommer nya antaganden av indata göras och en ny, rimligare, energiberäkning kommer att utföras. Därtill kommer slutligen byggnaderna ges en energiklassning enligt den nya standarden.

1.4 Avgränsningar

Vi begränsar oss till en fördjupning av några av de olika projekten, eftersom energiberäkningen är ett stort område.

Vid energiberäkningen kommer det endast att tas hänsyn till de indata som krävs i Isover 2 och inte till övriga interna energikällor.

1.5 Metod

För att få en fördjupad kunskap inom området inhämtas information via böcker, webbplatser, artiklar samt rapporter. Kontakt med olika företag kommer att tas för att vi skall få tillgång till relevant och nödvändig data om de olika passivhusprojekten för att kunna göra beskrivningar, beräkningar och granskning.

Till energiberäkningarna kommer programmet Isover 2 att användas. För mer precisa uträkningar av köldbryggor kommer U-norm att användas.

För vägledning under arbetets gång kommer vi att vända oss till vår handledare och examinator.

1.6 Definitioner

A_{temp} - den golvarea i temperaturreglerade utrymmen som är avsedd att värmas till mer än 10° C och som är begränsad av klimatskärmens insida.

Boarea - invändig area i en bostad.

Boverkets Byggregler, BBR - Boverket är en myndighet för planering, byggande och boende. Byggreglerna handlar om tekniska egenskapskrav och är samhällets minimikrav på byggnader.

Dritt - köpt energi för hela byggnadens energianvändning.

Fastighetsel - den el som används till byggnadens behov där den energianvändande apparaten finns inom byggnaden. I denna ingår belysning i allmänna utrymmen, pumpar, fläktar och dylikt.

Forum för Energieffektiva Byggnader, FEBY - tar fram passande kravspecifikation för Passivhus och Minienergihus i Sverige.

FTX-system - från och tilluftsventilation med återvinning, kan tillföra stora mängder ventilationsluft och systemet fungerar oberoende av väderleken, dessutom är lösningen energieffektiv.

Hushållsel - i begreppet ingår el till apparater i hushållet så som vitvaror och hemelektronik.

Jordvärmeväxlare - en värmeväxlare som utnyttjar markens jämna temperatur året om.

Köldbryggor - konstruktionsdetalj där ett material med dålig värmeisolering bryter igenom ett material med bättre isolering.

Lambdavärde, λ - den värmemängd som per sekund passerar genom en kvadratmeter av ett material med en meters tjocklek då temperaturdifferensen är en grad, W/mK.

Luftläckageförluster - är den värme som krävs för att värma den luft som läcker in genom otätheter, men kan också vara den värme som följer med luft som läcker ut från huset.

Lufttäthet - ett mått på den önskade luftväxlingen i ett hus. Lufttätheten mäts med beprövade metoder för tryckprovning och klimatskalet kan termograferas för att lokalisera läckorna.

Parallelltak - ett mellanting mellan kallt och varmt tak.

Psi- värde, ψ - värmegenomgångskoefficient för linjär köldbrygga.

Solfångare - tar emot solstrålar och omvandlar energin i solinstrålningen till värme. Värmen transporteras från solfångare med hjälp av ett lämpligt medium.

Specifika energianvändningen - byggnadens energianvändning under ett normalt år, kWh/år, dividerat med A_{temp} , m^2 .

U-värde - Värmegenomgångskoefficient för en byggnadsdel, är den värmemängd som per tidsenhet passerar genom en ytenhet av väggen då skillnaden i lufttemperatur på ömse sidor om väggen är en grad, W/m^2K .

2 Litteratursammanfattning

2.1 Förändringar av energihushållningsregler från 1967 till idag

De områden vi har valt att studera utvecklingen av, vad gäller normer och krav, är värmeisolering och U-värden, lufttäthet, värmeeffektbehov samt energihushållning. Urvalet har gjorts med tanke på att dessa områden har en anknytning till hur passivhus konstrueras.

2.1.1 Svensk byggnorm 67

Statens planverk tog år 1967 fram *Svensk byggnorm 67, BABS 1967/SBN 67*, vilken trädde i kraft år 1968. Det blev den sista samlingen föreskrifter, råd och anvisningar som gjordes innan oljekrisen på 1970-talet.

I *BABS 1967* angavs krav på U-värden för olika byggnadsdelar. Dessa krav varierar för olika delar av Sverige, beroende på klimat, och mellan vilken konstruktion byggnadsdelen har. Landet är uppdelat i fyra klimatzoner.

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K	Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Yttervägg	0,40-0,80*	Golv på mark	0,40
Tak mot det fria, bärandestomme av stenmaterial	0,40	Golvbjälklag mot uteluftsventilerad kryppgrund	0,40
Tak mot det fria, bärande stomme av trä	0,35	Fönster	2,1 -2,7**

Tabell 1. Krav på U-värde för olika byggnadsdelar. Enligt Svensk byggnorm 67 (Statens planverk, 1967)

*Det minsta värdet är för lätt konstruktion, mindre än 100kg/m². Värdet tillåts vara högre för tyngre konstruktioner. 0,80 är gränsen för massiv tegelvägg.

**2,1 är kravet då fönsterarea är ≥ 60 % av väggarean, 2,7 då fönsterarean är mindre än 60 %.

(Statens planverk, 1967)

Fönster skulle ha U-värde enligt tabell ovan, samt vara minst tvåglasfönster. Dock hade många av de hus som byggdes bättre isoleringsförmåga än vad som krävdes. (Adamson & Hidemark, 1986)

Vad gäller beräkning av värmeeffektbehov behövdes ingen uträkning för transmissionsförluster på grund av köldbryggor göras. Istället gjordes procentuella påslag i olika fall, såsom för tak då vind saknas, för hörnrum och för väggar och fönster orienterade åt norr. Inga krav på lufttäthet eller värmeåtervinning ur frånluften gavs. (Statens planverk, 1967)

2.1.2 Svensk byggnorm 75

Efter oljekrisen 1973/1974 utarbetades *Svensk byggnorm 75*, *SBN 75*, som började gälla år 1977.

Kraven på U-värden skärptes betydligt. Dessa krav betydde att ungefär dubbelt så mycket värmeisolering behövdes.

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K	Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Yttervägg	0,25	Golvbjälklag mot utelufts-ventilerad kryppgrund	0,30
Tak mot det fria	0,17	Fönster	2,00
Golv på mark	0,30		

Tabell 2. Krav på U-värde för olika byggnadsdelar. Enligt Svensk byggnorm 75. (Statens planverk, 1976)

Fönster skulle vara treglasfönster (Adamson & Hidemark, 1986) och fönsterarean fick max uppgå till 15 % av yttre våningsytan med tillägg av 3 % av inre våningsytan. (Statens planverk, 1976)

Det var tillåtet att göra omfördelningsberäkningar, det vill säga att så länge de totala transmissionsförlusterna inte ökade tilläts man isolera en byggnadsdel sämre än kravet om detta kunde kompenseras av en annan byggnadsdel. (Statens planverk, 1976)

Vid beräkning av värmeeffektbehovet togs hänsyn till köldbryggor på så sätt att värmeförluster, enligt särskild publikation från planverket, lades till transmissionsförlusterna. Dessutom gjordes ett påslag på 15 % på transmissionsförluster genom tak.

Krav på lufttätethet för olika byggnadsdelar infördes. De uttrycks i luftomsättningar per timme vid 50 Pa tryckskillnad. (Statens planverk, 1976) Inga större förändringar av kravet har gjorts sedan *SBN 75*. De tätare husen tillsammans med ett inte bindande krav på fläktstyrd ventilation medförde otillräcklig luftkvalitet i en del småhus. (Elmroth, 2009)

Även värmeåtervinning introducerades som krav. Detta gällde dock endast större bostadshus och lokaler. (Statens Planverk, 1976)

2.1.3 Svensk byggnorm 80

Svensk byggnorm 80, *SBN 80*, trädde i kraft den 1:e januari 1982. (Boverket A, 2009)

Det gjordes inte någon åtstramning vad gäller krav på U-värden sedan *SBN 75*. Kravet på fönsterarean, inverkan av köldbryggor och krav på värmeåtervinning bibehölls likaledes. (Statens planverk, 1981)

Förbättring och förtydligande av tillvägagångssätt för omfördelningsberäkning genomfördes. (Elmroth, 2009)

2.1.4 Nybyggnadsreglerna

Den första samlingen *Nybyggnadsregler* av fyra, *NR1/bfs 1988:18*, trädde i kraft år 1989. Dessa är utgivna av Boverket, då Statens planverks författningssamling upphörde att gälla. (Boverket B, 2009)

I och med *Nybyggnadsreglerna* infördes ett nytt beräkningssätt vad gäller godkända U-värden. Istället för att ange krav på byggnadsdelars värmeisoleringsförmåga gavs nu krav på en genomsnittlig värmegenomgångskoefficient, U_m . U_m beräknas med nedanstående formel.

$$U_{m,krav} = 0,18 + 0,95 \frac{A_f}{A_{om}} \quad (\text{Bostäder}) \quad (2.1)$$

Där

A_f är fönsterarean, m^2

A_{om} är den sammanlagda arean för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmd inneluft, m^2

(Boverket, 1989)

Kraven på byggnadsdelars värmeisoleringsförmåga skärptes något jämfört med *SBN 80*. (Elmroth, 2009)

Köldbryggor beaktades, beräkningssätt redovisas i Boverkets rapport *Värmeisolering*.

Kravet på lufttäthet var fortfarande oförändrat sedan *SBN 75*.

Värmeåtervinningskravet utökades och kom med *NR 1* att gälla även småhus. Behovet av värmeenergi skulle minska med minst 50 % genom att med anordningar begränsa energiförlusterna vid drift av byggnadens installationer. Detta krav uppfylldes i småhus om en värmeväxlare med minst 60 % temperaturverkningsgrad eller en värmepump som kunde svara för byggnadens varmvatten, eller ge motsvarande minskning i energibehov, installerades.

Då något av ovanstående krav inte uppfylldes skulle beräkningar utföras som visade att värmeenergiebehovet inte var mer än för en referensbyggnad som uppfyllde kraven. U_m fick inte vara mer än 30 % högre än angivna krav. (Boverket, 1989)

De krav som tidigare begränsade fönsterarea ändrades. Därmed underlättades den arkitektoniska och konstruktionstekniska utformningen. (Elmroth, 2009)

2.1.5 BBR1

BBR 1 eller *BFS 1993:57* efterträdde *Nybyggnadsreglerna* och började gälla år 1994.

Ingen förändring gjordes vad gäller krav på värmeisolering.

Vad gäller kraven på lufttäthet övergick dessa till att anges i l/s m². Kravet sattes till 0,8 l/s m², det vill säga en marginell skärpning jämfört med tidigare bestämmelser. (Boverket, 1993)

Värmeåtervinningskravet förändrades något i och med *BBR 1*. Då värmeenergi behövs inte uppfyllas med i huvudsak fossila bränslen eller av el, helt eller delvis, kunde undantag göras från kravet. Detta innebar att om fjärrvärme producerades med över 51 % förnybara bränslen behövdes inte kraven på värmeåtervinning uppfyllas. (Elmroth, 2009)

2.1.6 BBR 9

Inte förrän i *BBR 9*, *BFS 2002:18*, gjordes några förändringar inom berörda områden. Kraven på U_m blir något hårdare.

$$U_{m,krav} = 0,16 + 0,81 \frac{A_f}{A_{om}} \quad (\text{Bostäder}) \quad (2.2)$$

(Boverket A, 2002)

2.1.7 BBR 10

I *BBR 10*, *BFS 2002:19*, infördes nya termer för beräkning av inverkan av köldbryggor på transmissionsförluster i formeln för beräkning av U_m .

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n U_{just,i} \times A_i + \sum_{k=1}^m l_k \times \psi_k + \sum_{j=1}^p X_j}{A_{om}} \quad (2.3)$$

Där

F_s är värmegenomgångskoefficienten för en byggnad, med hänsyn till köldbryggor, W/m²K

$U_{just,i}$ är värmegenomgångskoefficienten för en byggnadsdel, W/m²K

A_i är arean för byggnadsdelens yta mot uppvärmd inneluft, m²

l_k är den linjära köldbryggans längd mot uppvärmd inneluft, m

ψ_k är värmegenomgångskoefficient för en linjär köldbrygga, W/mK

X_j är värmegenomgångskoefficient för en punktformig köldbrygga, W/K

A_{om} är den sammanlagda arean för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmd inneluft, m²

F_s får inte vara större än det svar som fås ur ekvationen i 2.2.

(Boverket B, 2002)

2.1.8 BBR 12

I *BBR 12, BFS 2006:12*, gjordes en del ändringar vad gäller energihushållning. Två klimatzoner finns, söder och norr, och för dessa skiljer sig kraven. Krav infördes på högsta tillåtna specifika energianvändning.

Klimatzon	Specifik energianvändning (kWh/ m ² A _{temp}) Annan uppvärmningskälla än direktverkande el	Specifik energianvändning (kWh/ m ² A _{temp}) Direktverkande el
Söder	110	75
Norr	130	95

Tabell 3. Krav på specifik energianvändning för bostäder med direktverkande el samt annan uppvärmningskälla. Enligt BBR 12.(Boverket, 2006)

I kravet ingår inte hushållsel.

Då energi fås från i byggnaden installerade solceller och solfångare får denna dras ifrån den specifika energianvändningen.

Nytt krav infördes för tillåtet värde på U_m , som nu skulle vara mindre än 0,50 W/m²K för omslutande area. Beräkningsformeln är oförändrad. Ett allmänt råd infördes om att den specifika energianvändningen skulle kunna verifieras genom beräkningar, med säkerhetsmarginaler, och genom mätningar i färdig byggnad. För byggnader med en golvarea på mindre än 100m² behövde inte ovanstående krav uppfyllas, utan det fanns istället krav på U-värde för varje byggnadsdel. (Boverket, 2006)

Krav på lufttätet har helt tagits bort från kapitlet om energihushållning. Det förväntades dock att hänsyn togs till otätheter då energibehovet skulle beräknas. (Elmroth, 2009)

2.1.9 Energideklaration

2006 infördes en lag om energideklarationer efter ett EU-direktiv. Målet med energideklarationer är att minska energiförbrukningen och utsläpp av växthusgaser. Genom att visa på vilka faktorer som bidrar till energianvändning och vilka åtgärder som kan vidtas för att minska användningen skall energiförbrukningen minskas. Från och med 1:e januari 2009 skall alla småhus som säljs vara energideklarerade. Deklarationen är giltig i 10 år. (Boverket C, 2009)

2.1.10 BBR 16

Regeringen ändrar år 2008 i § 10 i *Byggnadsverksförordningen, BVF*. Denna förändring medförde högre krav på hushållning med elenergi för installationer och ventilation. Boverket gjorde därför ändringar i *BBR 16* jämfört med *BBR 12*. Oavsett typ av elvärme omfattas alla slags byggnader av de nya kraven.

Krav på högsta tillåtna eleffekt för uppvärmning infördes. För att få bättre anpassade energikrav till verkligheten infördes en tredje klimatzon. I den nya klimatzonindelningen är zon III den sydligaste och zon I den nordligaste. För exakt uppdelning se *BFS 2008:20*.

Klimatzon	Specifik energianvändning (kWh/ m ² A _{temp}) Annan uppvärmningskälla än direktverkande el	Specifik energianvändning (kWh/ m ² A _{temp}) Direktverkande el
I	150	95
II	130	75
III	110	55

Tabell 4. Bostäder med direktverkande el samt annan uppvärmningskälla. Enligt BBR 16.(Boverket, 2008)

Kravet på U_m är 0,50W/m²K för alla klimatzoner samt 0,40 W/m²K för alla zoner då direktverkande el används. (Boverket, 2008)

Från *BBR 12* togs kraven om lufttäthet bort men nya krav införs med *BBR 16*.

De nya kraven anger emellertid inga kvantitativa värden. (Elmroth, 2009)

2.2 Passivhus

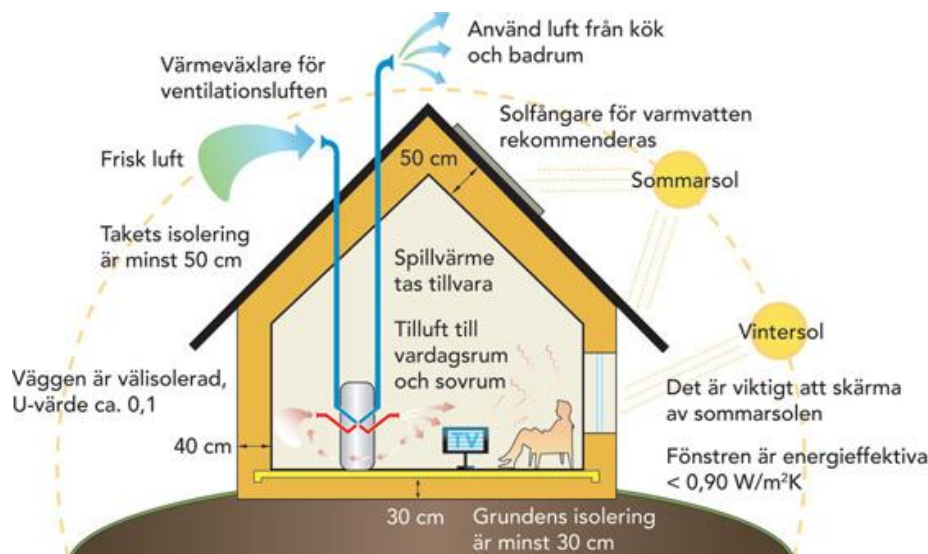
2.2.1 Allmänt

Fokus på miljön och vad vi måste göra för att minska vår påverkan på den är en stor fråga i dagens samhälle, inte minst inom byggsektorn som står för 39 % av energianvändningen i Sverige. Bebyggelsens energibehov måste minska och de fossila bränslena bytas ut mot förnybara. (Energimyndigheten A, 2008) Sverige satte år 2006 upp som mål att minska energianvändningen hos byggnader med 20 %, jämfört med 1995- års energianvändning, till år 2020 och med 50 % till år 2050. (Jansson, 2009)

För att minska energianvändningen i byggnader har olika koncept för lågenergihus vuxit fram. Ett av dessa koncept är passivhus som är ett sätt att bygga energieffektiva byggnader till en rimlig kostnad, i jämförelse med konventionella hus. Husen använder mindre än hälften av den energianvändning som *BBR* anger som krav. (Blomsterberg, 2009) Samtidigt uppgår byggkostnaden till mellan 0 -8% mer än för traditionella hus. Denna extra kostnad tjänas in på några år då energikostnaderna blir mindre.

Konceptet passivhus växte fram under början av 1990-talet.(Passivhuscentrum B, 2010) Bo Adamson, professor vid Lunds Tekniska Högskola, tillsammans med Dr. Wolfgang Feist, från Tyskland, tog fram och utvecklade konceptet. Det första passivhuset byggdes år 1990-1991 i Darmstadt, Tyskland. (Jansson, 2009) I Sverige uppfördes det första passivhuset i Lindås år 2001, i form av radhus.

2.2.2 Utformning och krav



Figur 1. Principiell utformning och uppvärmningssätt av passivhus. (Passivhuscentrum A, 2010)

I passivhus erhålls ett behagligt inomhusklimat utan att ett separat uppvärmningssystem behöver användas. (Passivhaus Institut, 2010) Den värme som alstras i byggnaden blir kvar genom ett välisolerat och tätt klimatskal. (Passivhaus Institut, 2010) Passivhuscentrum anger att väggar, tak och golv skall ha ett U-värde på ca $0,10 \text{ W/m}^2, \text{ K}$. (Passivhuscentrum A, 2010) De interna värmekällorna, så som hushållsapparater och personer, tillsammans med solinstrålning är i princip tillräcklig för att få en behaglig inomhustemperatur. Den värme som krävs skall kunna distribueras genom hygienluftsflödet. Dock är det inget tvång på att just denna typ av värmesystem behöver användas. (Forum för energieffektiva byggnader [FEBY], 2009) Skulle mer värme behövas på vintern kan man använda ett separat värmesystem, till exempel ett värmebatteri. (Passivhaus Institut, 2010) Oftast används ett FTX- system med värmeåtervinning för att få trivsam kvalitet på inomhusluften, samt för att minska energianvändningen för uppvärmning. En värmeåtervinning på minst 80 % behövs. (Blomsterberg, 2009). Dock anger Passivhuscentrum att värmeåtervinningen skall vara minst 85 %. (Passivhuscentrum A, 2010)

Fönster och dörrar med låga U-värden hjälper till att minska värmeförlusterna genom klimatskalet. Genom att orientera huset rätt kan mesta möjliga solinstrålning utnyttjas för uppvärmning. För att undvika övertemperaturer inomhus skyddas fönster med hjälp av solskydd, till exempel markiser, taksprång och solskyddsglas. (Passivhaus Institut, 2010) Fönsterarean skall vara cirka 15 % av golvarean. (Blomsterberg, 2009)

Ytterligare sätt att minimera energiförbrukningen är genom noggrann planering och utförande av olika detaljer så att köldbryggorna minskar. En annan energikälla som går att åtgärda är varmvattenberedningen. Genom att använda solfångare kan energibesparing göras. Genom att använda energieffektiva vitvaror och lågenergilampor kan ytterligare besparing erhållas. (Passivhaus Institut, 2010)

Forum för energieffektiva byggnader, FEBY, har utarbetat *Kravspecifikation för Passivhus*. Denna specifikation utgår från tyska passivhuskrav. FEBYs krav hjälper till att kvalitetssäkra betydelsen av passivhuskonceptet. Två begrepp används i marknadskommunikation:

- Projekterad för passivhus enligt FEBY
- Verifierat passivhus enligt FEBY

Då huset benämns verifierat passivhus måste underlag som bevisar att byggnaden klarar kraven i drift. (FEBY, 2009)

Nedan finns en sammanställning av de krav som anges på passivhus i FEBYs kravspecifikation.

Effektkrav för bostäder och lokaler	Klimatzon: III(södra Sverige) II(mellersta Sverige) I(norra Sverige)	$P_{max}=10 \text{ W/m}^2$ $P_{max}=11 \text{ W/m}^2$ $P_{max}=12 \text{ W/m}^2$
Effektkrav för mindre bostäder (<200m ²)	Klimatzon: III(södra Sverige) II(mellersta Sverige) I(norra Sverige)	$P_{max}=12 \text{ W/m}^2$ $P_{max}=13 \text{ W/m}^2$ $P_{max}=14 \text{ W/m}^2$
Årlig köpt energi exkl. hushållsel, elvärt	Klimatzon: III(södra Sverige) II(mellersta Sverige) I(norra Sverige)	30kWh/m ² år 32kWh/m ² år 34kWh/m ² år
Årlig köpt energi exkl. hushållsel, icke elvärt	Klimatzon: III(södra Sverige) II(mellersta Sverige) I(norra Sverige)	50kWh/m ² år 54kWh/m ² år 58kWh/m ² år
Ljud från ventilationssystem	Skall klara minst ljudklass B i sovrum, enligt SS 02 52 67 och i undervisningsrum klara minst ljudklass B, enligt SS 02 52 68.	
Termisk komfort	Tillufttemperatur efter eftervärmare ska uppgå till högst 52 grader i respektive tilluftsdon när tilluftssystemet används som värmebärare.	
Luftläckning	Får vara maximalt 0,30 l/s m ² vid en tryckdifferens på 50 Pa, enligt SS-EN 13829.	
Fönster och glaspartier	U-värdet ska vara högst 0,90 W/m ² K.	

Tabell 5. Sammanställning av FEBYs kravspecifikation på Passivhus. (FEBY, 2009)

2.3 Energiklassning av byggnader

Energifrågan är en viktig miljöfråga inom bygg- och fastighetssektorn. En energiklassning av byggnader medför förhoppningsvis en minskning av energiförbrukningen.

EU beslutade 2002 om ett direktiv, *EPBD*, *Energy Performance of Buildings Directive*, som kräver att länderna skärper sina byggregler och inför energiklassningssystem. (European Commission, 2010)

Avsikten med införandet av den nya svenska standarden är att bestämma en klar energiklassning av byggnader som passar ihop med införande av direktivet i svensk lagstiftning. Redan idag kräver direktivet att alla typer av byggnader energideklareras. Byggnader kommer att få en märkning från A till G för de fyra olika klassningsområden som behandlas i de nya standarderna. A-klassade byggnader är byggnader med hög prestanda och de som klassas med G har låg prestanda. Byggnader som byggs enligt dagens byggregler får klassning C. (Wahlström, 2009) De fyra klassningsområdena är:

- *Byggnadens effektbehov. (ft-SS-24300-1)*
- *Energianvändning. (ft-SS-24300-2)*
- *Miljö. (ft-SS-24300-3)*
- *Hushålls- eller verksamhetsenergi. (ft-SS-24300-4)*





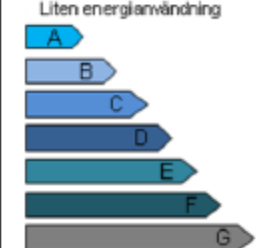

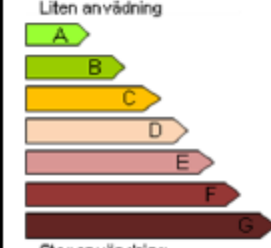

Endast de två första standarderna kommer att behandlas i denna rapport.

Klassning av projekt kommer enbart göras med hänsyn till energianvändning då tiden inte räcker till att behandla båda klassningssystemen.

Energiklassning av byggnader är frivillig men i framtiden kan standarden, eller delar av den, komma att lagstadgas.

Alla byggnader som uppfyller samhällets inomhusmiljökrav kan klassas.

Klassning av befintliga byggnader har en giltighetstid på 10 år. För byggnader som mindre än 24 månader gamla görs en preliminär klassning. (Swedish Standards Institute [SIS] A, 2009) Under tiden vi skrivit detta arbete har förändring skett i standarderna för effekt- och energiklassning, detta efter att de har varit ute på remiss. Till en början fanns ytterligare en klass, A⁺, vilken låg över klassen A.

Energiklassning för byggnad	Energiklassning enligt ft-SS-24300 för uppmätt byggnad			
	Prestanda på byggnadens effektbehov	Beräknat Uppmätt <input type="checkbox"/> effekt- behov	Miljöprestanda med avseende på energiresursanvändning och växthuseffektpåverkan	Uppmätt energi
	Litet effektbehov  Stort effektbehov		Liten miljöpåverkan  Stort miljöpåverkan	
	Prestanda på byggnadens användning av köpt energi	Uppmätt energi	Prestanda på användning av hushålls- eller verksamhetsenergi	Uppmätt el
Liten energianvändning  Stor energianvändning		Liten användning  Stor användning		
Byggnadskategori: Bostad, Byggt år 1994, ombyggt år 2007 Klimatzon norr, Tempererad area: 130 m ²				
Effektbehov Effektbehov: 60 W/m ² Energianvändning Köpt energi: 112 kWh/m ² , år Varav: fjärrvärme: 75 kWh/m ² , år olja: 5 kWh/m ² , år el: 32 kWh/m ² , år		Användning av energiresurser Viktad energi: 121 kWh/m ² , år Påverkan på växthuseffekten CO ₂ -emissioner: 13 kg CO ₂ -ekv./m ² , år Kontrakterad el: miljömärkt med avtal i 3 år Hushållsenergi: 24 kWh/m ² , år		
Bobyggaregatan 9, 230 00 Bostad Energiklassad den 21 februari 2008 baserat på BBR 2009 Klassning giltig till den 21 februari 2018 Utfärdat av: Anna Andersson, Certifieringsbyrå				

Figur 2. Exempel på certifikat med fyra energiklassningar (Wahlström, 2009)

2.3.1 Byggnadens effektbehov

Effektbehovet som krävs för uppvärmning av byggnaden ger en beskrivning av prestanda på byggnadens klimatskärm och värmeåtervinning. Effektbehovet bestäms med hjälp av mätningar eller beräkningar av effektbehovet vid lägsta utetemperatur, P_{DVUT} . Klassningen utifrån effektbehov redovisas i tabellen nedan. (SIS A, 2009)

EP_{effektbehov} (klass)	Klimatzon I P_{DVUT} (W/m² A_{temp})	Klimatzon II P_{DVUT} (W/m² A_{temp})	Klimatzon III P_{DVUT} (W/m² A_{temp})
A	P _{DVUT} ≤ 20	P _{DVUT} ≤ 18	P _{DVUT} ≤ 16
B	20 < P _{DVUT} ≤ 31	18 < P _{DVUT} ≤ 28	16 < P _{DVUT} ≤ 25
C	31 < P _{DVUT} ≤ 41	28 < P _{DVUT} ≤ 37	25 < P _{DVUT} ≤ 33
D	41 < P _{DVUT} ≤ 51	37 < P _{DVUT} ≤ 46	33 < P _{DVUT} ≤ 41
E	51 < P _{DVUT} ≤ 61	46 < P _{DVUT} ≤ 55	41 < P _{DVUT} ≤ 49
F	61 < P _{DVUT} ≤ 72	55 < P _{DVUT} ≤ 65	49 < P _{DVUT} ≤ 57
G	72 < P _{DVUT}	65 < P _{DVUT}	57 < P _{DVUT}

**Tabell 6. Begränsningsvärde för klassning av effektbehov
(SIS A, 2009)**

2.3.2 Energianvändning

Energianvändningen i en byggnad, den köpta energin, definieras som den energi som åtgår till byggnadens tekniska system så som uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten samt byggnadens fastighetsenergi under ett normalår. Energianvändningen får reduceras med energi från källorna sol, vind och vatten om dessa är placerade på byggnaden eller inom fastigheten. Energiåtgången bestäms med hjälp av beräkningar eller uppmätta värden. Byggnadens energiprestanda ger en beskrivning av hur stor energianvändningen är samt ger en uppfattning om kostnader för byggnadens drift. Den specifika energianvändningen, E_{eanv} , fås genom att dividera energianvändningen med A_{temp} . (SIS B, 2009)

EP_{eanv} (klass)	EP_{eanv}, kWh/m² A_{temp}, år
A	≤0,50*E _{BSE}
B	≤0,75*E _{BSE}
C	≤1,00*E _{BSE}
D	≤1,25*E _{BSE}
E	≤1,50*E _{BSE}
F	≤1,75*E _{BSE}
G	>1,75*E _{BSE}

**Tabell 7. Begränsningsvärde för klassning av energianvändning
(SIS B, 2009)**

Klimatzon	I	II	III
Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme	150	130	110
Bostäder med elvärme	95	75	55

Tabell 8. E_{BSE} , kWh/m²A_{temp}, år, för bostäder uppvärmda med elvärme respektive på annat sätt i olika klimatzoner (SIS B, 2009)

3 Beskrivning av projekt

3.1 Projekt 1- Villa Westholm



Bild 1. Villa Westholm
(Efem arkitektkontor, 2009)

3.1.1 Allmänt

År 2007 stod *Villa Westholm* klar i Falun. Samma år tilldelades det hemkommunens miljöpris. Villan är byggd i privat regi efter ritningar av efem- arkitektkontor ab och konstruktionsritningar av ELU konsult AB. (Efem arkitektkontor, 2009)

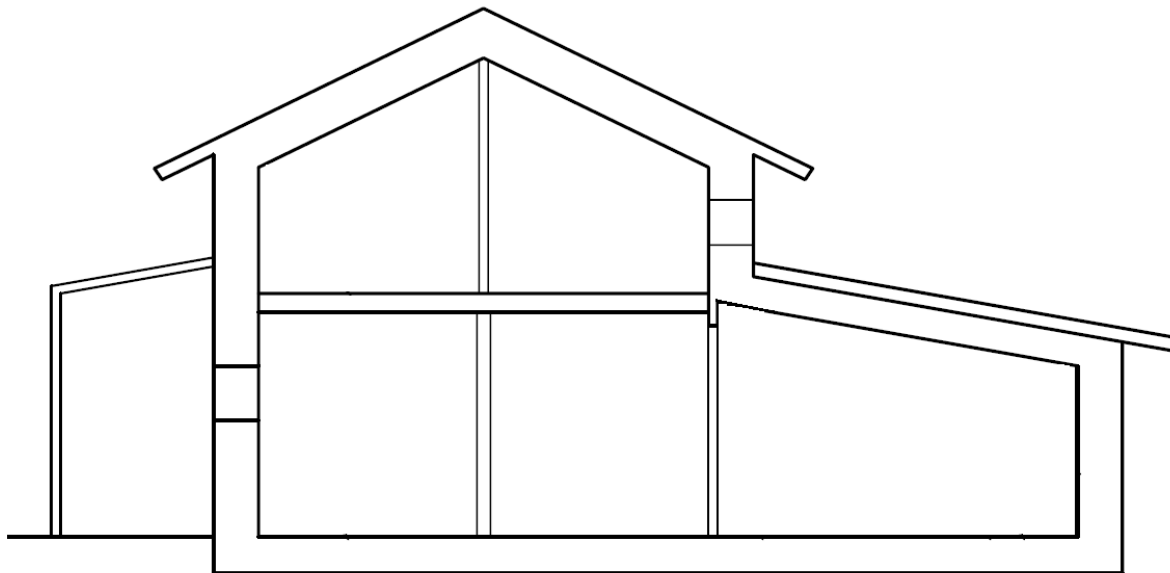
Huset är en 1 ½ -plans villa och har en bostadsyta på 145m². (Västerviks kommun, 2007)

3.1.2 Konstruktion

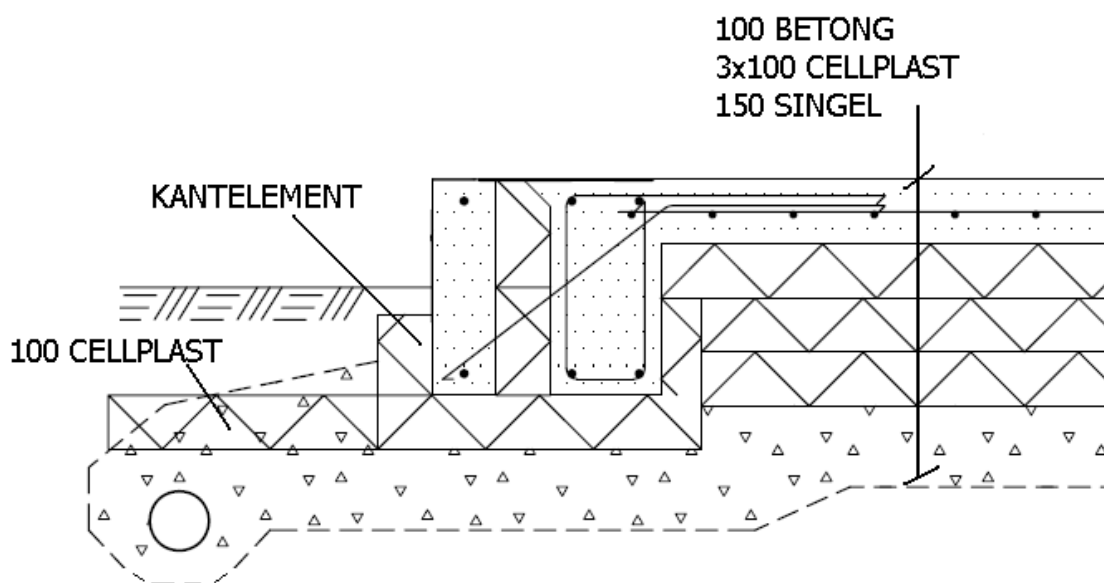
Grundkonstruktionen är platta på mark med 300 mm underliggande cellplast. Huset har en träregelstomme med träpanelfasad. Ytterväggarna är välisolerade med 400 mm värmeisolering av cellplast och mineralull. Isoleringskikten är gjorda med 80 mm cellplast ytterst, sedan 170 mm mineralull och där innanför 80mm cellplast och 70 mm mineralull. Stående träreglar finns i båda mineralullsskikten.

Fönster är placerade långt ut i fasadlivet precis innanför luftspalten bakom panelen.

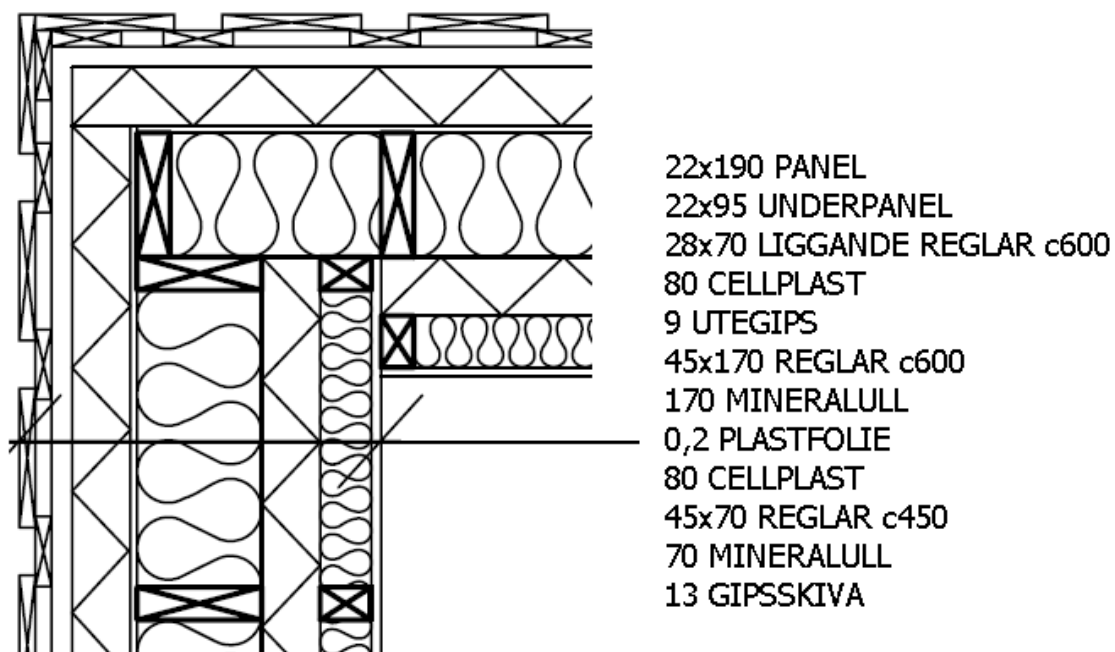
Taket är ett parallelltak utformat med lättbalkar, det vill säga flänsarna är i konstruktionsvirke och livet i konstruktionsboard. Ytskiktet är av taktegel och av takvegetation på de tak som är över de husdelar som inte är i 1 ½ -plan. Isoleringen består av 450 mm lösull och 45 mm mineralull. Därtill finns 30 mm cellplast direkt under ströläkten. (Efem arkitektkontor A, 2006)



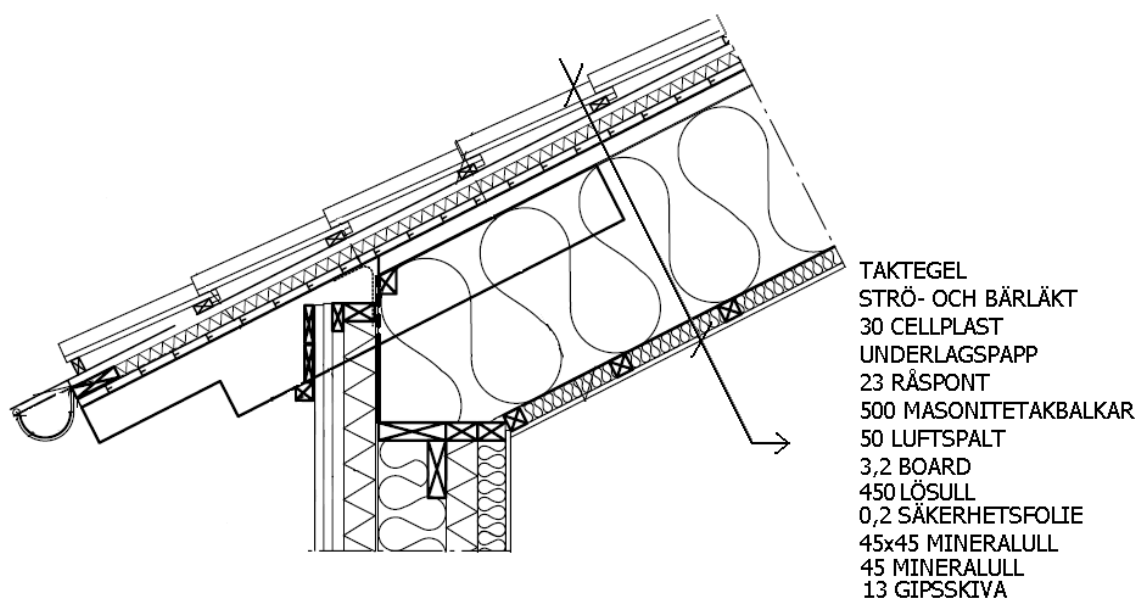
Figur 3. Sektion genom huset. Till höger syns en av de lägre delarna av huset, med takvegetation
(Efem arkitektkontor A, 2006)



Figur 4. Grundkonstruktionen med kantbalk. Notera den genomgående cellplasten i kantbalken (Efem arkitektkontor A, 2006)



**Figur 5. Vägghörn som illustrerar ytterväggens uppbyggnad
(Efem arkitektkontor A, 2006)**



**Figur 6. Yttertakets uppbyggnad samt anslutning yttervägg- tak
(Efem arkitektkontor A, 2006)**

3.1.3 Energi

3.1.3.1 U-värden

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Grund	0,090
Yttervägg	0,100
Tak	0,080
Fönster	0,850
Fönsterdörr	0,900

**Tabell 9. U-värden för Villa Westholm
(Efem arkitektkontor B, 2010)**

3.1.3.2 Installationer

Ventilationssystemet är utfört med mekanisk ventilation försett med värmeåtervinning. Behovet av varmvatten tillgodoses till hälften med solfångare. (Passivhuscentrum C, 2010)

3.1.3.3 Köldbryggor

Kantbalken har en genomgående cellplastisolering på 100 mm som hjälper till att minska värmeflödet. Väggreglarna skiljs åt med en cellplastskiva vilket gör att det inte finns genomgående trä i ytterväggen, förutom vid fönster. Cellplastisolering finns nerdragna mellan mineralullskikten vilket bryter köldbryggan vid syllen. Vid mellanbjälklaget hjälper den yttersta cellplastskivan till att minska köldbryggan. (Efem arkitektkontor A, 2010)

3.1.3.4 Energiberäkning

Energisimulering är gjord av Lunds Tekniska Högskola. Denna var det dock inte möjligt att få tillgång till då informationen inte önskades spridas. Vi har fått en del indata av Helena Westholm, efem- arkitektkontor.

Indata	Värde
Klimatzon	Norr
A _{Temp}	145m ²
Fönsterandel (inkl. dörr)	18,9%
Innetemperatur	20°C
U-värde	Se avsnitt 3.1.3.1
Antal personer	2
Solfångare	Ja

**Tabell 10. Indata i projekterande energiberäkning
(Efem arkitektkontor B, 2006)**

3.1.3.5 Resultat för energiförbrukning

Då huset ligger i Falun och tillhör klimatzon II är det denna klimatzons gränsvärden som skall beaktas.

För att minska energianvändningen för uppvärmning av vatten har solfångare installerats. Dessa klarar att värma hälften av varmvattnet.

Braskamin finns i huset för att minska uppvärmningsbehovet under vintern.

Den totala energiförbrukningen uppgår till 67 kWh/m², år. (Västerviks kommun, 2007)

Utdata	Värde
Varmvattenenergi	10 kWh/m ² varav 7 kWh/m ² fås från solfångare
Driftel	7 kWh/m ²
Hushållsel	20 kWh/m ²
Värme till rum, ventilation	30 kWh/m ²
Total energianvändning, inkl. hushållsel	67 kWh/m ² år

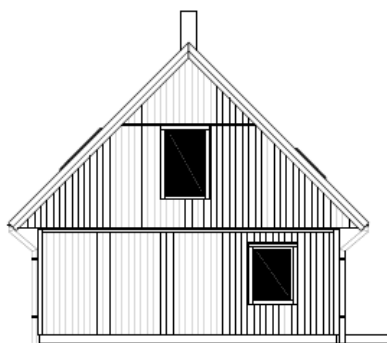
**Tabell 11. Utdata energiberäkning
(Västerviks kommun, 2007)**

Enligt Passivhuscentrum blev resultatet av den energiberäkning som gjordes av Lunds Tekniska Högskola 13W/m².

3.2 Projekt 2- Villa Vakteln



Bild 2. Ursprungshuset *Vakteln* från LB-hus (LB-hus, 2010)



Figur 7. *Villa Vakteln* i Åhus. Med träpanel och med ändring av fönster i gavelfasad (LB-hus, 2009)

3.2.1 Allmänt

LB-hus *Villa Vakteln* i Åhus, utanför Kristianstad, är byggt som ett av företagets standardhus, *Vakteln*. Vissa ändringar har gjorts, bland annat har ytskikt bytts ut och antalet fönster reviderats. Husets 151 m² är fördelade på två plan. (LB-hus, 2009)

Det hus vi studerat i Åhus är byggt år 2009. (Passivhuscentrum C, 2010)

Enligt LB-hus uppfyller ursprungshuset passivhusstandard. (LB-hus, 2010)

Dock ligger *Villa Vakteln* ännu lägre i energiförbrukning.

Konstruktionsritningar är gjorda av Bengt Iveborg byggteknik.

3.2.2 Konstruktion

Husets grundkonstruktion är platta på mark med underliggande isolering.

Plattan är 100 mm tjock och cellplasten, EPS, har en total tjocklek på 300 mm.

Vid kantbalken finns ett färdigt L-element samt en cellplastskiva på 100 mm med högre hållfasthet än cellplasten under plattan.

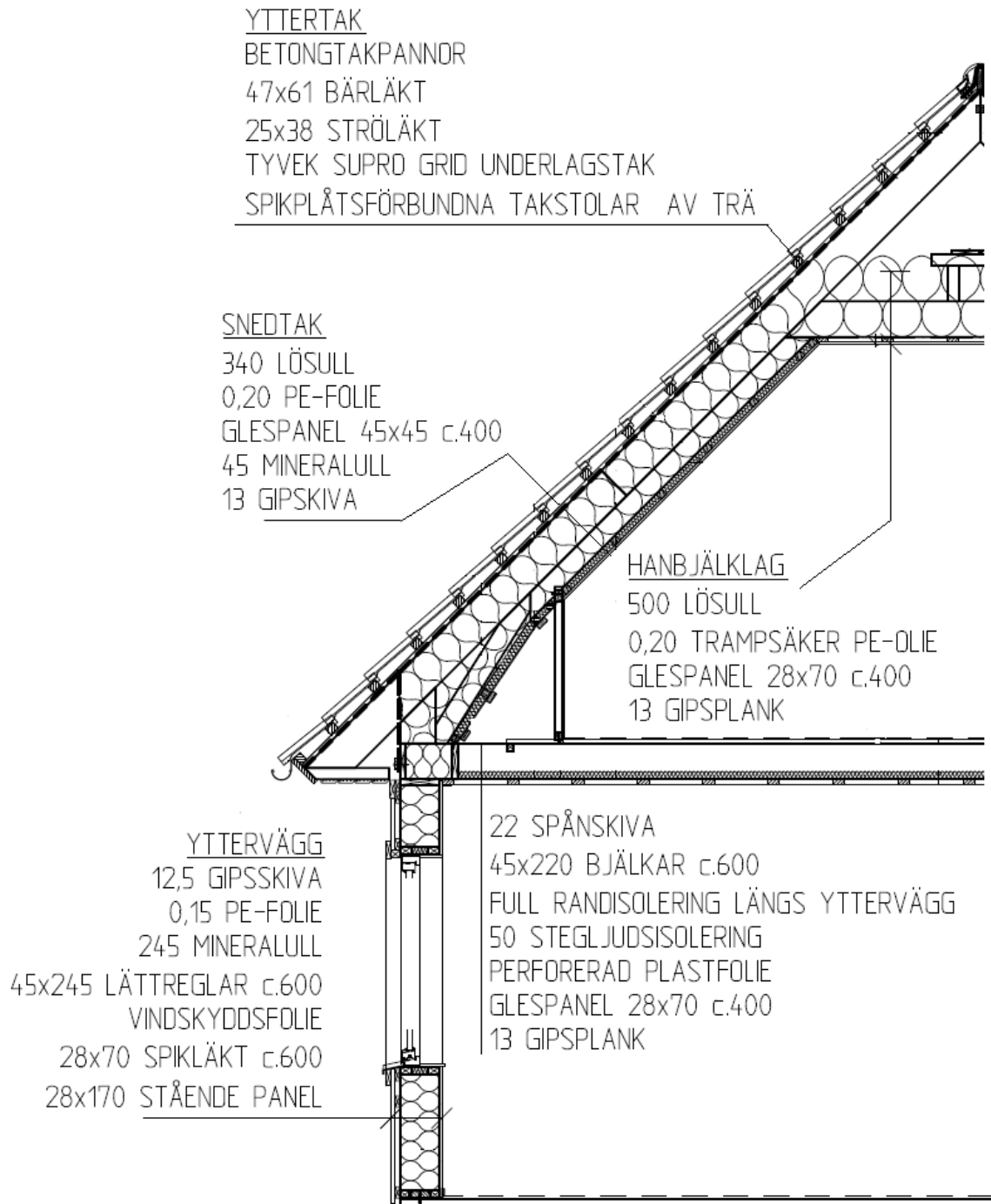
Husets ytterväggar och mellanbjälklag består av förtillverkade element.

Ytterväggarna har träregelstomme av lättreglar med 245 mm tjock mineralull monterad emellan och med fasadbeklädnad av stående panel.

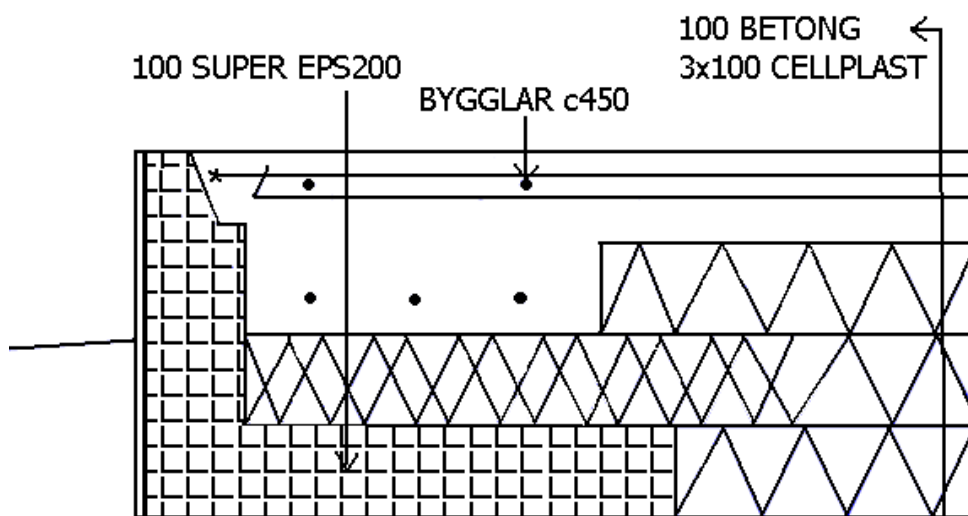
Fönster är energieffektiva treglasfönster.

Taket är ett sadeltak med betongpannor. Under ströläkten finns ett vind- och vattentättskikt av Tyvek Supro grid, en diffusionsöppen duk. (Profile, 2010) (LB-hus, 2009)

Det är gjort som ett varmt tak, med kallt tak högst upp i nocken. De varma delarna av taket, snedtaken, har en isolering av 340mm lösull medan det kalla taket har 500mm lösull som isolering. (LB-hus, 2009)



Figur 8. Sektion genom huset. Material i ytterväggar, yttertak samt mellanbjälklag samt anslutning yttervägg- tak och fönster i yttervägg redovisas (LB-hus, 2009)



**Figur 9. Grundkonstruktion
(LB-hus A, 2009)**

3.2.3 Energi

3.2.3.1 U-värden

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Grund, platta på mark	0,091
Yttervägg	0,176
Tak	0,152
Fönster	0,900

**Tabell 12. U-värden Villa Vakteln
(Skanska Teknik, 2008)**

3.2.3.2 Installationer

Ventilationssystemet är utfört med FTX- system med en verkningsgrad på 80 %. Till varmvattenberedning finns installerade högeffektiva solfångare, Intelli-heat 24/58x1800.(Skanska Teknik, 2008) Det är vakuumrörsfångare som ger mer effekt än de traditionella solfångarna vid låg solinstrålning.(Sol och Energiteknik, 2010)

3.2.3.3 Köldbryggor

Vid syllen uppstår en köldbrygga då här är genomgående trä. I väggens ytterkanter finns liggande träreglar och mellan dessa finns en platsmonterad styrregel. Syllisolering finns under träet. Vid långsideshörn har tätats med skumplastmatta mellan syll och bottenregel för att minska köldbrygga i hörn. Likadant görs vid dörröppningar.

Värmeförlusterna genom plattan minskas genom att kantbalken isoleras med L-element samt en cellplastskiva mellan betong och L-element.

Värmeförlusterna genom ytterväggarna är små på grund av att lättreglar används. Isoleringen mellan träflänsarna hjälper till att drastiskt minska värmeförlusterna genom väggen. Mellan dubbla lättreglar finns det tätningslister. Lättreglar används även vid fönster- och dörranslutningar och fungerar köldbryggebrytande på samma sätt här.

Köldbrygga uppstår vid anslutning mellanbjälklag – yttervägg då isolering saknas på utsidan av reglarna i mellanbjälklaget.

Takduken av Tyvek är diffusionsöppen och kräver därför inga öppningar vid takfot och taknock vilket gör taket energieffektivare. (Profile, 2010)

3.2.3.4 Energiberäkning

Två energiberäkningar har gjorts för huset. En som säkerställer att FEBYs krav på passivhus uppfylls och en som säkerställer att kraven i *BBR* uppfylls. I de två olika beräkningarna skiljer sig indata vad gäller internlasten åt.

Beräkningarna har utförts i programmet VIP+. Detta program från StruSoft arbetar med två beräkningsmodeller; värmelagring i byggnadsstommen samt beräkning av luftflöden läckage och ventilationssystem. (StruSoft, 2010)

Avgiven och tillförd energi redovisas sedan månad för månad.

Först redovisas allmän indata för båda beräkningarna, därefter redovisas övrig indata, först för beräkningen för säkerställande av FEBYs krav och sist för beräkningen för säkerställande av *BBR*s krav.

Allmän Indata	Värde
Klimatzon	Söder
A_{temp}	177 m ²
Köldbryggornas andel av klimatskalets förluster	15 %
Fönsterandel (inkl. dörr)	10,7%
Läckageflöde	0,30 l/s m ²
Värmeväxlarens återvinningsgrad	80 %
U-värde	Se avsnitt 3.2.3.1
Solfångare	2,28m ²

Tabell 13. Indata i projekterande energiberäkning (Skanska Teknik, 2008)

Påslaget med 15 % av förluster genom klimatskalet är gjort då fullständiga konstruktionsritningar har saknats i skedet när beräkningarna utfördes. I övrigt kan man utläsa av antagandet av varmvattenförbrukningen att antalet boende är satt till fyra personer.

Gällande indata för internlaster då FEBYs kravspecifikation för passivhus används redovisas nedan.

Internlaster/Driftfall	Värde
Verksamhetsenergi/Hushållsel	3,0 W/m ²
Personvärme	1,0
Tappvarmvatten	321,5 W
Inomhustemperatur	20°

Tabell 14. Indata beräkning enligt FEBYs kravspecifikation (Skanska Teknik, 2008)

Värdet för varmvatten motsvarar användningen för fyra personer med resurseffektiva blandare, enligt FEBY.

Nedan indata enligt Boverkets publikation *Indata för energiberäkningar i småhus och kontor*.

Internlaster/Driftfall	Värde
Verksamhetsenergi/Hushållsel	3,09 W/m ²
Personvärme	1,05
Tappvarmvatten	286,9 W
Inomhustemperatur	21°

Tabell 15. Indata beräkning enligt BBRs krav (Skanska Teknik, 2008)

3.2.3.5 Resultat för energiförbrukning

Huset ligger i klimatzon III, söder, och därför skall denna klimatzons krav på energianvändning uppfyllas.

Solfångare finns som tillgodoser behovet av uppvärmning av varmvatten med cirka 55 %.

Energibehovet beräknas uppgå till 29 kWh/m², år då beräkningarna görs enligt FEBYs kravspecifikation.

Utdata	Värde
Varmvattenenergi	15,92 kWh/m ² varav 8,19 kWh/m ² fås från solfångare
Driftel	2,11 kWh/m ²
Hushållsel	26,28 kWh/m ²
Värme till rum, ventilation och tappvarmvatten	26,74 kWh/m ²
Total energianvändning, exkl. hushållsel	28,86 kWh/m ² år

**Tabell 16. Utdata energiberäkning enligt FEBY
(Skanska Teknik, 2008)**

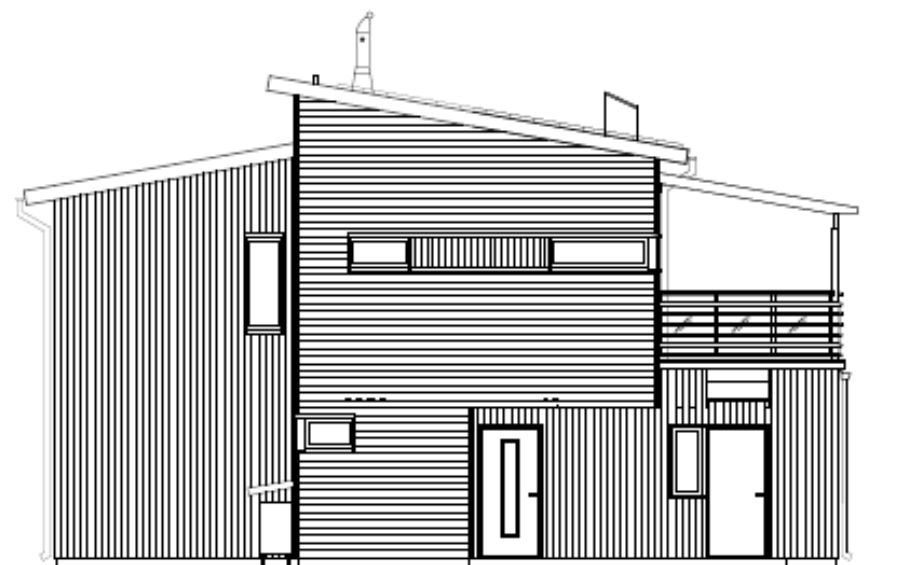
Energibehovet är beräknat till 34 kWh/m², år då beräkningen utförs enligt *BBR*.

De olika värdena fås genom att indata skiljer sig vid de två olika beräkningsfallen.

Utdata	Värde
Varmvattenenergi	14,20 kWh/m ² varav 7,67 kWh/m ² fås från solfångare
Driftel	2,19 kWh/m ²
Hushållsel	27,07 kWh/m ²
Värme till rum, ventilation och tappvarmvatten	32,13 kWh/m ²
Total energianvändning, exkl. hushållsel	34 kWh/m ² år

**Tabell 17. Utdata energiberäkning enligt BBR
(Skanska Teknik, 2008)**

3.3 Projekt 3- Aroseken Egna Hem, Gäddeholm



Figur 10. Aroseken Egna Hem, Västerås
(PEAB AB, 2009)

3.3.1 Allmänt

Aroseken Egna Hem har i Gäddeholm, Västerås, påbörjat byggandet av några av de 27 planerade friliggande enfamiljshusen. De har en bostadsyta på 151m² fördelade på två våningar. Villorna uppförs i samarbete med Peab och Mark Södergren & Flink, efter Ronny Sundqvists ritningar. Den bärande träregelstommen och konstruktionsritningarna kommer från Per Stavström Byggprojektering AB/Derome. (Passivhuscentrum C, 2010)

3.3.2 Konstruktion

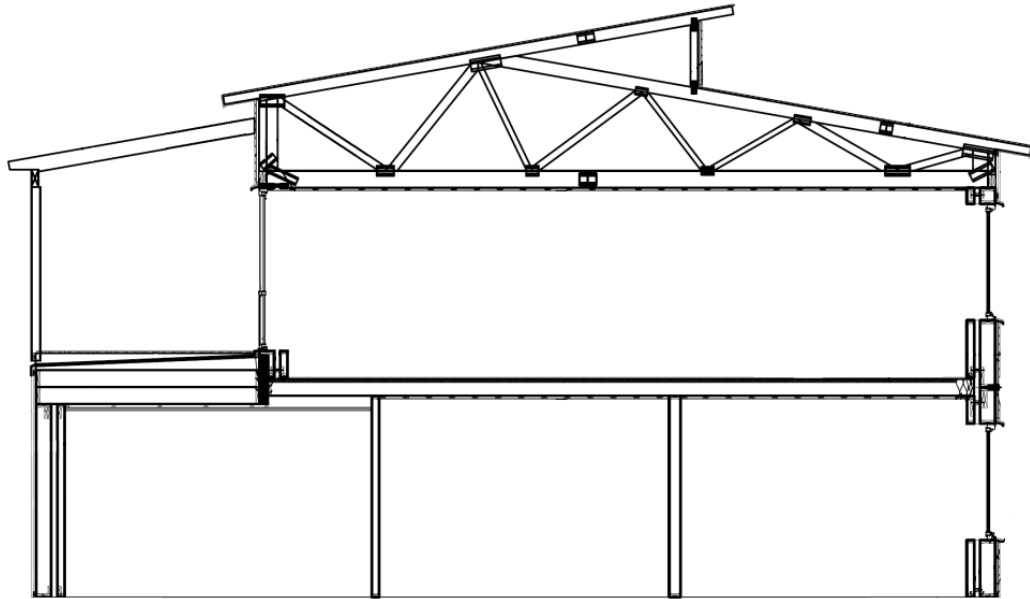
Grundkonstruktion är platta på mark med L-element samt underliggande isolering av 280 mm cellplast.

Byggnadsstommen är av trä med både stående- och liggande träpanelfasad. Ytterväggarna är välisolerade med två skikt mineralull, skilda åt av ett skikt av cellplast. Den yttersta delen av väggen har 195 mm och den innersta 95 mm mineralull medan cellplasten är 80 mm tjock.

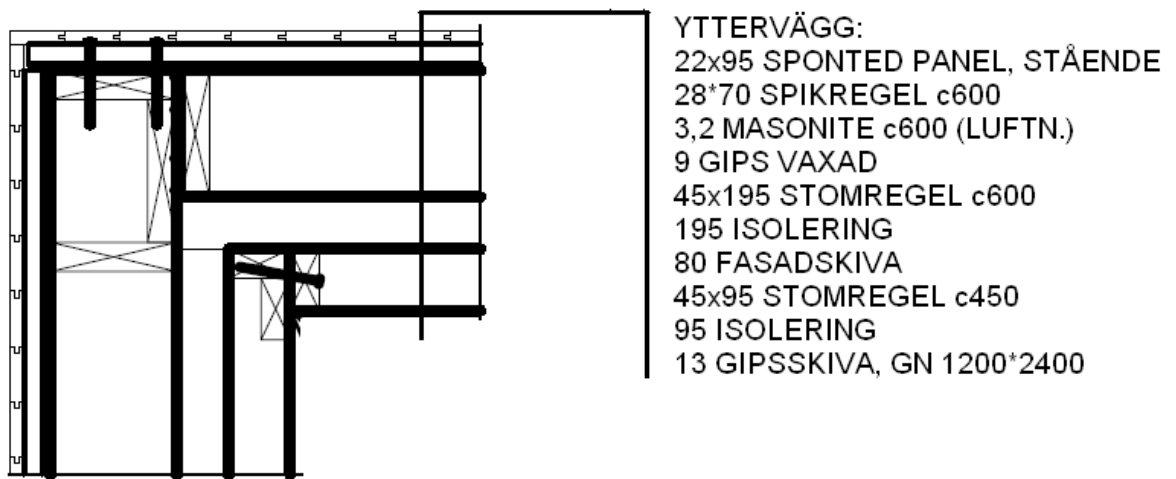
Då huset är i tvåvåningar är den bärande stommen i ytterväggarna delade i två delar, på längden, för att inte få för lång knäcklängd. Delningen är vid mellanbjälklaget.

Fönster är av lågenergityp med treglas isolerrutor.

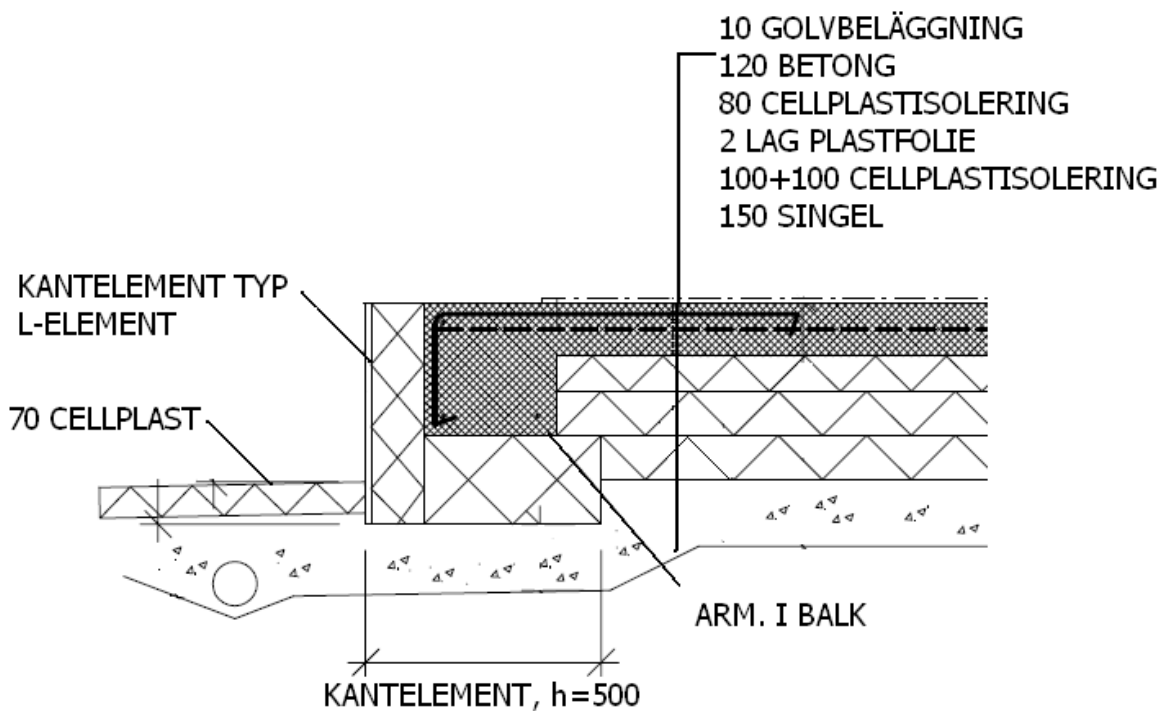
Taket är utformat som två pulpettak som överlappar varandra. Takstommen är av fackverkstakstolar med 500 mm isolering av lösull. Taktäckning är gummiduk med underliggande takpapp. (Aroseken Egna Hem A, 2009) (PEAB AB, 2009)



**Figur 11. Sektion genom huset. Här syns det brutna parallelltaket
(PEAB AB, 2009)**



**Figur 12. Hörn yttervägg. Material i yttervägg redovisas, dock saknas de skraffering i ritningen
(PEAB AB, 2009)**



**Figur 13. Grundkonstruktion
(PEAB AB, 2009)**

3.3.3 Energi

3.3.3.1 U-värden

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Grund	0,117
Yttervägg	0,100
Tak	0,080
Fönster, fasta	0,750
Fönster, öppningsbara	0,900
Dörr	1,000

**Tabell 18. U-värden Aroseken Egna Hem
(Aroseken Egna Hem B, 2009)**

3.3.3.2 Installationer

Ventilationssystemet är utfört med mekanisk ventilation, FTX- system, försett med värmeåtervinning med en verkningsgrad på 80 %. Behovet av varmvatten till hushåll och radiatorsystem tillgodoses med en uteluftsvärmepump. (Aroseken Egna Hem B, 2009)

3.3.3.3 Köldbryggor

Lösningen med L-element som kantbalkisolering och den underliggande isoleringen ger en välisolerad grund. Eftersom denna konstruktion släpper ut väldigt lite värme så finns det 600 mm utkragade tjälisolering som skyddar byggnaden från tjällyftning.

De två skikten av mineralull har syll av trä. Cellplasten går enda ner till sylltätningen och bryter köldbryggan vid syllen. Endast en del av det yttersta skiktets syll ligger in över kantbalkens betong. Detta medför mindre värmeförluster än om hela syllen skulle legat på betongen. Det går att lägga syllen så pass långt ut som man gjort då regelverken i båda mineralullsskikten är bärande.

Mellanbjälklaget är indraget fram till cellplasten i ytterväggen som då bryter köldbryggan.

Limträbalken som bär lasten från takterrassen isoleras på utsidan av underliggande rums takbjälklag. Det gör att köldbryggan här minskar. Köldbryggor uppstår vid utkanten av bjälklaget till takterrassen samt vid vindsbjälklagsanslutningen till ytterväggar. Dessa ställen saknar utanpåliggande isolering på trädelar.

3.3.3.4 Energiberäkning

Programmet Energihuskalkyl har använts vid energiberäkningen för villan. Det är ett program för att kunna beräkna effekt och energikrav för lågenergihus. (Energihuskalkyl, 2010) I beräkningens första del beräknas effektbehovet för värme och i den senare delen beräknas ett schablonvärde för energianvändningen.

Indata	Värde
Klimatzon	Söder
A_{Temp}	151m ²
Byggnadstyp	Halvlätt
Köldbryggornas andel av klimatskalets förluster	20 %
Fönsterandel (inkl. dörr)	15,1%
Läckageflöde	0,35 l/s m ²
Värmeväxlarens återvinningsgrad	80 %
Innetemperatur	20°C
U-värde	Se avsnitt 3.3.3.1

Tabell 19. Allmän indata energiberäkning samt indata beräkning effektbehov (Aroseken Egna Hem B, 2009)

Antaget värde för läckageflöde är $0,351/s\ m^2$, vilket skiljer sig från FEBYs krav för att få benämna huset passivhus. Dock kan det vara så att läckageflödet, då det mäts, kommer under gränsen och huset därför klarar kravet.

Innetemperaturen är satt till $20^{\circ}C$ vid beräkning av effektbehov för uppvärmning då denna temperatur bedöms vara acceptabel vid dimensionerande utetemperatur. Denna temperatur är låst i programmet och inte kan ändras.

Nedan redovisas de indata som ändrats, i förhållande till beräkningen för effektbehov, och ytterligare indata som gäller för beräkningen av schablonvärde för energianvändningen. Som krav för energianvändningen är ”Lokala krav” angivet. I programmet anges hushållselsanvändningen bli lägre än för genomsnittsvärden för Sverige, då krav på eleffektiva installationer finns.

Indata	Värde
Innetemperatur	$22^{\circ}C$
Antal personer	3,7
Varmvatten	$42,4\ m^3/\text{år}$

**Tabell 20. Indata beräkning energianvändning
(Aroseken Egna Hem B, 2009)**

Vid beräkning av energibehov är innetemperaturen satt till $22^{\circ}C$ då detta anses vara det genomsnittliga värdet. Även temperatur är låst i programmet och går inte att ändra.

Varmvattenförbrukningen är ett schablonvärde baserat på antal boende och effektiva varmvattenarmaturer.

3.3.3.5 Resultat för energiförbrukning

Villaområdet som Aroseken bygger ligger i klimatzon III, söder, och därför skall denna klimatzons krav på energianvändning uppfyllas.

Uppvärmningsbehovet under vintern minskas med hjälp av vardagsrummets braskamin. (PEAB AB, 2009)

Först redovisas resultat från effektbehovsberäkningen för värme och sedan resultatet från energiberäkningen.

Utdata Effektbehov- värme	Värde
Specifikt värmeeffektbehov	17,3 W/m ²
Effektbehov ventilation	874W

**Tabell 21. Utdata beräkning effektbehov
(Aroseken Egna Hem B, 2009)**

Värmetillskottet- internlasten - är beräknad till 604W.

Enligt energiberäkningen beräknas energiprestandavärdet till 38 kWh/m²A_{temp}.

Av detta är all energi elenergi.

Utdata Energianvändning	Värde
Varmvattenenergi	21,3 kWh/m ² år
Driftel	14 kWh/m ² år
Hushållsel	19,5 kWh/m ² år
Värme, netto	41,1 kWh/m ² A _{Temp}
Beräknat energiprestandavärde	38 kWh/m ² A _{Temp}
Andel elenergi av beräknat energiprestandavärde	38 kWh/m ² A _{Temp}

**Tabell 22. Utdata beräkning energiåtgång
(Aroseken Egna Hem B, 2009)**

3.4 Projekt 4 – Villa Thermo



**Bild 4. Villa Thermo av Thermofloc
(Kristianstads kommun, 2008)**

3.4.1 Allmänt

Villa Thermo i Åhus, ritad av Sven-Åke Jarl, är från 2009. (Passivcentrum C, 2010) Denna enplansvilla har en boyta på 182 m².

Konstruktionshandlingar är gjorda av MVB AB, Ronny Retz. (Thermofloc Scandinavia AB, 2009)

3.4.2 Konstruktion

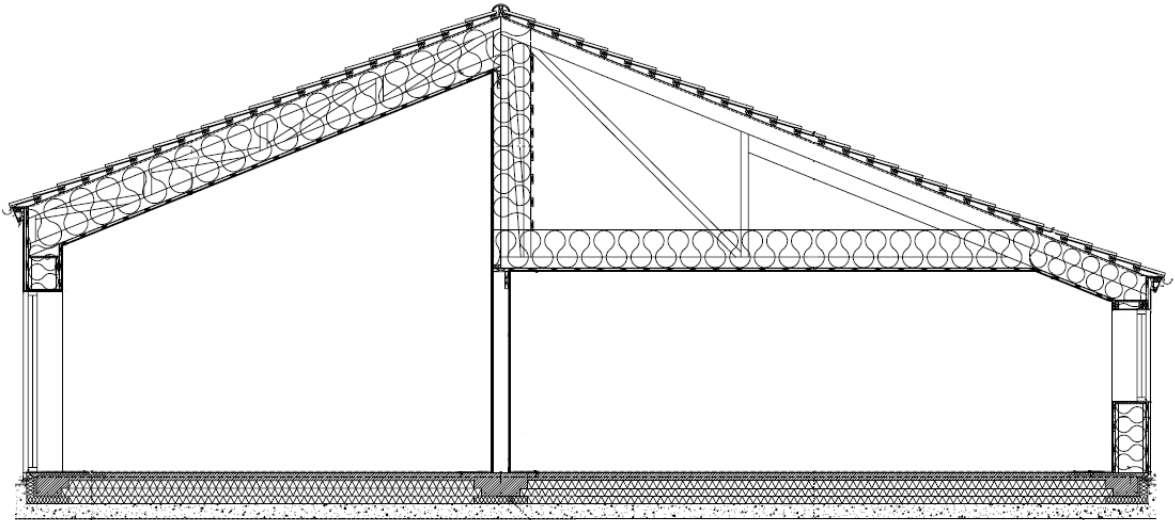
Grunden är platta på mark med 300 mm underliggande isolering av cellplast. Kantbalken är isolerad med L-element.

Ytterväggarna har en bärande stomme av lättreglar. Isoleringen, från Thermofloc, i väggarna är 400 mm tjock och är monterad mellan lättreglar. Ytskiktet utgörs av fibercementskivor, Cimberit, i ljus- och mörkgrå färg. Taket är ett låglutande sadeltak. I husets västra del, där kök och vardagsrum finns, är taket öppet upp inock, och taket är därför utformat som ett varmt tak. Isoleringstjockleken är 580 mm.

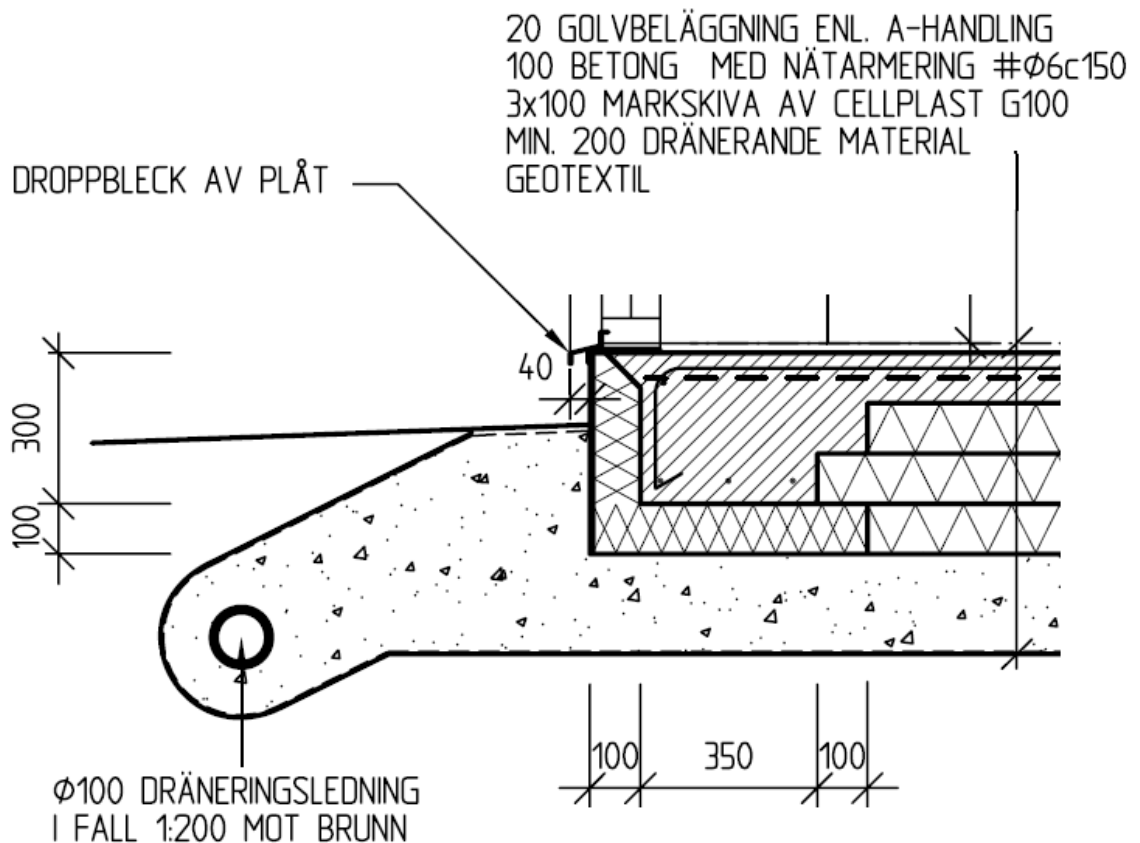
I den östra delen, där sovrummen och allrum är placerade, är innertaket horisontellt på en höjd av 2600 mm. Denna del av taket är gjort som ett kallt tak. Här har vindsbjälklaget 500 mm isolering. Isoleringen i hela taket, både det varma och det kalla är Thermofloc sprutisolering.

Taket är gjort konstruerat med Thermofloc takduk under bärläkten. Denna har 20 mm nedhäng mellan takbalkarna. Duken är vind- och regntät samt diffusionsöppen. (Thermofloc Scandinavia AB, 2010) Taket har litet

taksprång i väst och öst. I söder, där de stora glaspartierna finns, är dock takutsprånget större. (Thermofloc Scandinavia AB, 2009)



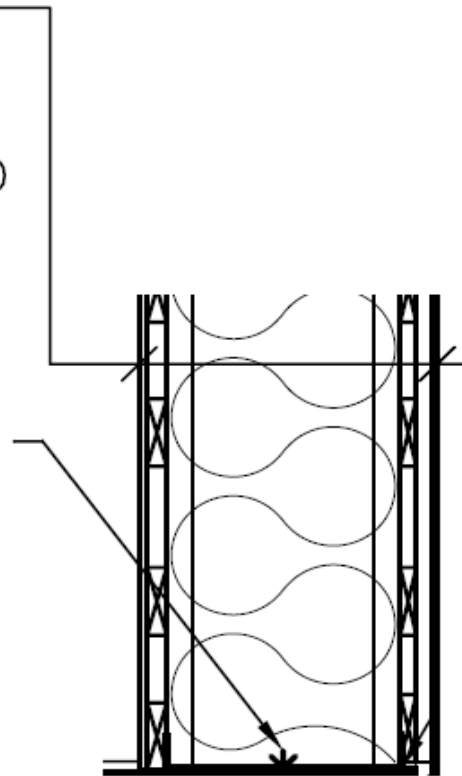
Figur 14. Sektion genom huset. Till vänster syns den varma delen av taket och till höger den kalla delen
(Thermofloc Scandinavia AB, 2009)



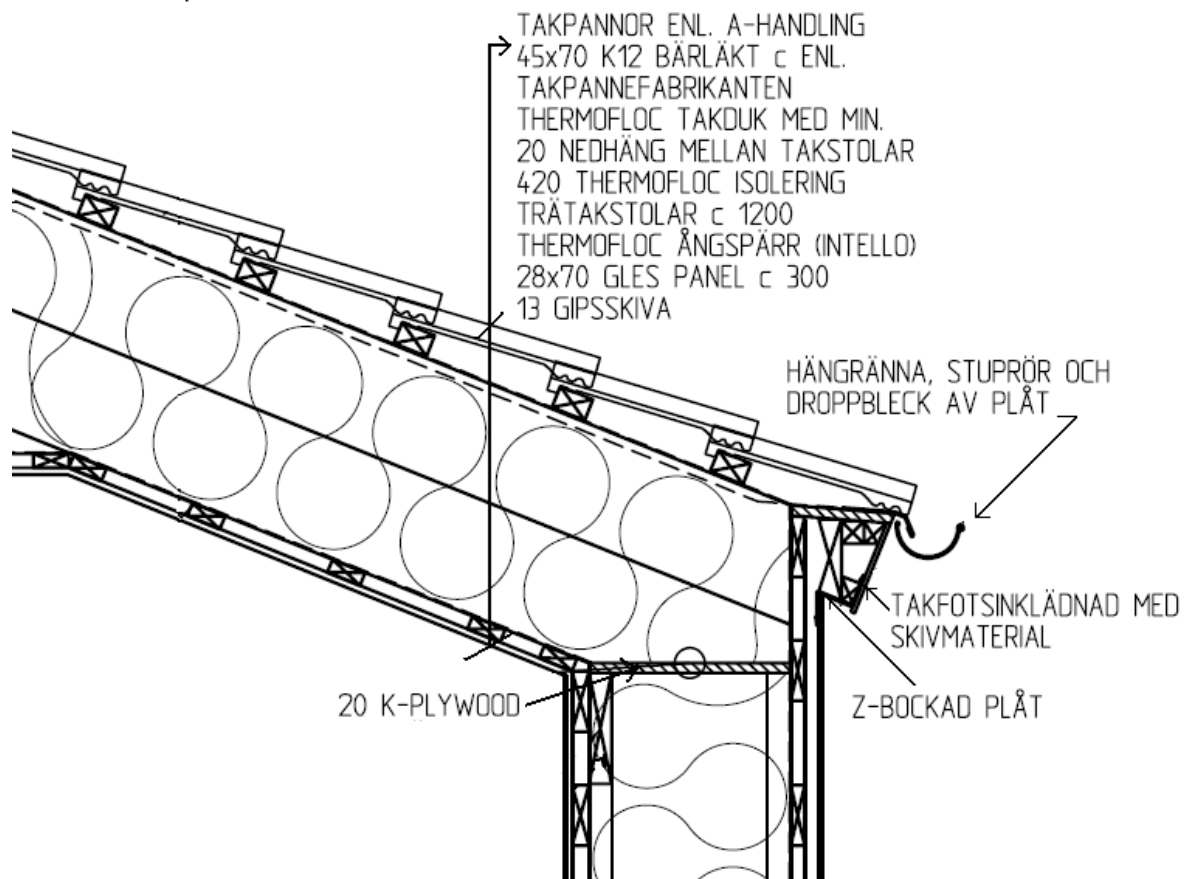
Figur 15. Grundkonstruktion
(Thermofloc Scandinavia AB, 2009)

13 GIPSSKIVA
34x120 HOR LÄKT c 300
THERMOFLOC ÅNGSPÄRR (INTELLO)
400 THERMOFLOC ISOLERING MELLAN
400 LÄTTREGLAR TYP SWELITE c 600
THERMOFLOC VÄGGDUK
28x120 HOR LÄKT c 300
28x120 VERT. LÄKT c ENL. SKIVLEV.
8 FASADSKIVA ENL. A-HANDLING

400x60 PREFABR PLÅTSYLL
1+1 S-LIST SYLLISOLERING +
GRUNDPAPP UNDER SYLL



Figur 16. Yttervägg samt syll
(Thermofloc Scandinavia AB, 2009)



**Figur 17. Yttervägg samt anslutning yttervägg- tak
(Thermofloc Scandinavia AB, 2009)**

3.4.3 Energi

3.4.3.1 U-värden

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Grund, platta på mark	0,095
Yttervägg	0,095
Kallt tak	0,075
Varmt tak	0,066
Fönster	0,900
Dörr	0,850

**Tabell 23. U-värden Villa Thermo
(Thermofloc Scandinavia AB, 2009)**

3.4.3.2 Installationer

Ett FTX- system finns installerat. Detta har en verkningsgrad på 85 %. Solpaneler som minskar energiåtgången för uppvärmning av tappvarmvatten finns. Dessa minskar den årliga energiåtgången för uppvärmning av vatten med 60 %. (Control Engineering Sweden AB, 2009)

3.4.3.3 Köldbryggor

L- elementet vid grundplattans kantbalk minskar värmeförlusterna genom kantbalken.

Syllen är gjord av plåt och har underliggande syllisolering. Plåten är tunn och därför blir köldbryggan vid syllen inte så bred. Väggarna är gjorda med lättreglar i ytter- och innerkant, detta minskar köldbryggan då det inte finns något genomgående trä i ytterväggarna. Endast hammarband och avvaxlingar vid fönster, av K-plywood, är genomgående i isoleringsskiktet. Dessa är dock endast 20 mm tjocka.

3.4.3.4 Energiberäkning

Tre separata energiberäkningar är genomförda för huset, en under projekteringen, sedan två av obetalda konsulter som gjort beräkningar av eget intresse. Här redovisas den beräkning som gjordes under projekteringen samt en av de senare.

Beräkningarna är gjorda enligt beräkningsnormen ISO 13790. Indata är baserade på de riktlinjer som ges i FEBYs kravspecifikation. Beräkningen är gjord i programmet VIP+.

VIP+ beräknar, utifrån mätbara delflöden, energianvändningen med två modeller, modell för värmelagring i stommen, samt modell för beräkning av luftflöde genom ventilations och läckage. (StruSoft, 2010)

Indata	Värde
Klimatzon	Söder
A_{Temp}	182m ²
Fönsterandel (inkl. dörr)	22,1%
Läckageflöde	0,30 l/s m ²
Värmeväxlarens återvinningsgrad	85 %
Innetemperatur	20°C
U-värde	Se avsnitt 3.3.3.1
Intern värmetillskott	4W/m ²
Solfångare	Ja

Tabell 24. Indata energiberäkning, enligt FEBYs kravspecifikation (Control Engineering Sweden AB, 2009)

Antalet personer har satts till fyra, eftersom huset är större än 120m². Denna gräns, på 120m², anges inte i FEBY men då riktlinjerna i kravspecifikationen används hamnar personantalet ändå på fyra.

Den andra beräkningen, som gjorts utanför projekteringen, är gjord i programmet Energihuskalkyl. Det är ett program för att kunna beräkna effekt och energikrav för lågenergihus.(Energihuskalkyl, 2010) I beräkningens första

del beräknas effektbehovet för värme och i den senare delen beräknas ett schablonvärde för energianvändningen.

Följande indata för beräkning av effektbehov för värme.

Indata	Värde
Klimatzon	Söder
A_{Temp}	182m ²
Byggnadstyp	Halvlätt
Köldbryggornas andel av klimatskalets förluster	9 %
Fönsterandel (inkl. dörr)	22,1%
Läckageflöde	0,2 l/s m ²
Värmeväxlarens återvinningsgrad	85 %
Innetemperatur	20°C
U-värde	Se avsnitt 3.3.3.1
Solfångare	Ja

**Tabell 25. Indata beräkning effektbehov
(Control Engineering Sweden AB, 2009)**

Innetemperaturen är satt till 20°C vid beräkning av effektbehov för uppvärmning då denna temperatur bedöms vara acceptabel vid dimensionerande utetemperatur. Denna temperatur är låst i programmet och kan inte ändras.

Nedan redovisas de indata som ändrats, i förhållande till beräkningen för effektbehov, och ytterligare indata som gäller för beräkningen av schablonvärde för energianvändningen. Som krav för energianvändningen är ”Passivhus syd” angivet. I programmet anges hushållselsanvändningen bli lägre än för genomsnittsvärden för Sverige, då krav på eleffektiva installationer finns.

Indata	Värde
Innetemperatur	22°C
Antal personer	4,4
Varmvatten	51,1 m ³ /år

**Tabell 26. Indata beräkning energianvändning
(Control Engineering Sweden AB, 2009)**

Vid beräkning av energibehov är innetemperaturen satt till 22°C då detta anses vara det genomsnittliga värdet. Även temperatur är låst i programmet och går inte att ändra.

Varmvattenförbrukningen är ett schablonvärde baserat på antal boende och effektiva varmvattenarmaturer.

3.4.3.5 Resultat för energiförbrukning

Huset ligger i klimatzon III, söder, och klimatprofilen är angiven till Lund och SMHIs värden för denna zon har använts för beräkning av energiåtgången för uppvärmning.

Solpaneler är installerade. Dessa står för 60 % av den energi som åtgår för uppvärmning av varmvatten.

Den totala energianvändningen uppgår till 25,7 kWh/m², år. Med poster enligt tabell nedan.

Utdata	Värde
Uppvärmning	17,96 kWh/m ² år
Varmvatten	7,74 kWh/m ² år
Total energianvändning, exkl. hushållsel	25,69 kWh/m ² år

Tabell 27. Utdata energiberäkning enligt FEBYs kravspecifikation (Control Engineering Sweden AB, 2009)

Resultatet av den andra energiberäkningen redovisas nedan.

Utdata Effektbehov - värme	Värde
Specifikt värmeeffektbehov	14,1 W/m ²
Effektbehov ventilation	536 W

Tabell 28. Utdata beräkning effektbehov (Control Engineering Sweden AB, 2009)

Värmetillskott, internlast, är beräknad till 728W.

Enligt energiberäkningen beräknas energiprestandavärdet till 24 kWh/m² A_{Temp}.

Utdata Energianvändning	Värde
Varmvattenenergi	19,3 kWh/m ²
Driftel	3,6 kWh/m ²
Hushållsel	17,8 kWh/m ²
Värme, netto	26,8 kWh/m ² A _{Temp}
Beräknat energiprestandavärde	24 kWh/m ² A _{Temp}
Andel elenergi av beräknat energiprestandavärde	24 kWh/m ² A _{Temp}

Tabell 29. Utdata beräkning energianvändning (Control Engineering Sweden AB, 2009)

3.5 Projekt 5- Villa Alba



Figur 18. Villa Alba, Åhus
(Kristianstads kommun, 2009)

3.5.1 Allmänt

Detta passivhus i Åhus, utanför Kristianstad, är ritat och konstruerat av Kreativa Hus Arkitekter. Det stod färdigt i september år 2009.

Huset har en boarea på 130 m². Kök, matplats samt vardagsrum är gjort med öppen planlösning. (Kreativa Hus Arkitekter/CTEN AB A, 2009)

3.5.2 Konstruktion

Huset är uppbyggt med hjälp av olika isolerande block från CTEN. Dessa består av EPS cellplast med ursparningar för gjutning av betong. (CTEN, 2010)

Husets grund är platta på mark. Betongen har en tjocklek på 100 mm och har försetts med 4*100 mm underliggande EPS cellplast. Kantbalken utgörs av kantelement från CTEN. Blocken i sig är isolerande och därför finns ingen utanpåliggande isolering på kantbalken. Blocken är 500 mm höga och 500 mm breda de översta 300 millimetrarna och 600 mm breda de understa 200 millimetrarna.

Ytterväggarna är också de uppbyggda av CTEN- block. Här finns dessutom betongpelare som hjälper till att bära konstruktionen. Ytterväggen har en isoleringstjocklek på 500 mm. Ytskiktet består av fiberputs.

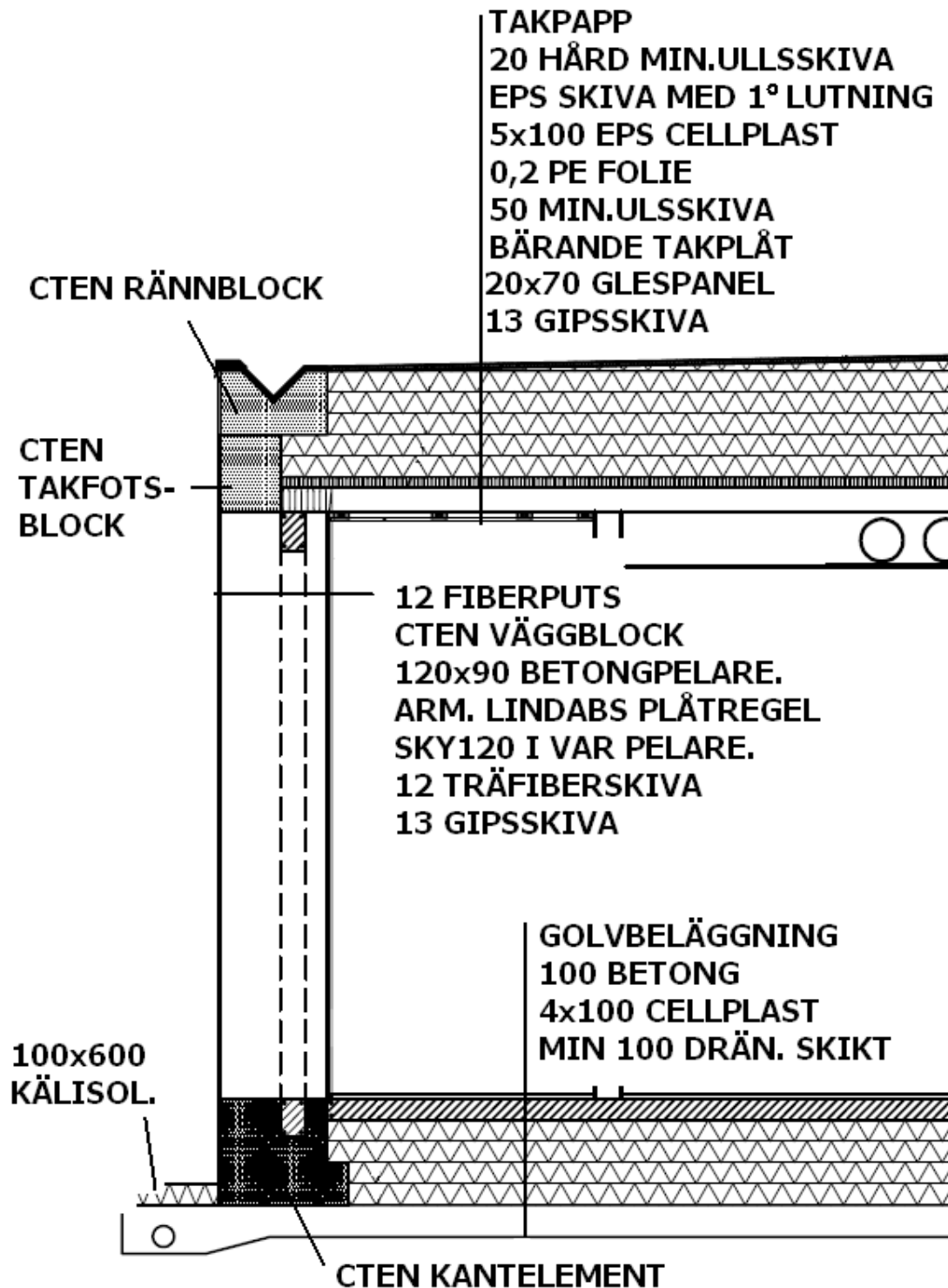
Vid takfoten finns takfotsblock från CTEN och ovanpå dessa rännblock med urgröning för takränna.

Huset har ett varmt, mycket låglutande tak. Det är försett med 20 mm tjock mineralullskiva under takpappen, 5*100 mm cellplast, samt 50 mm

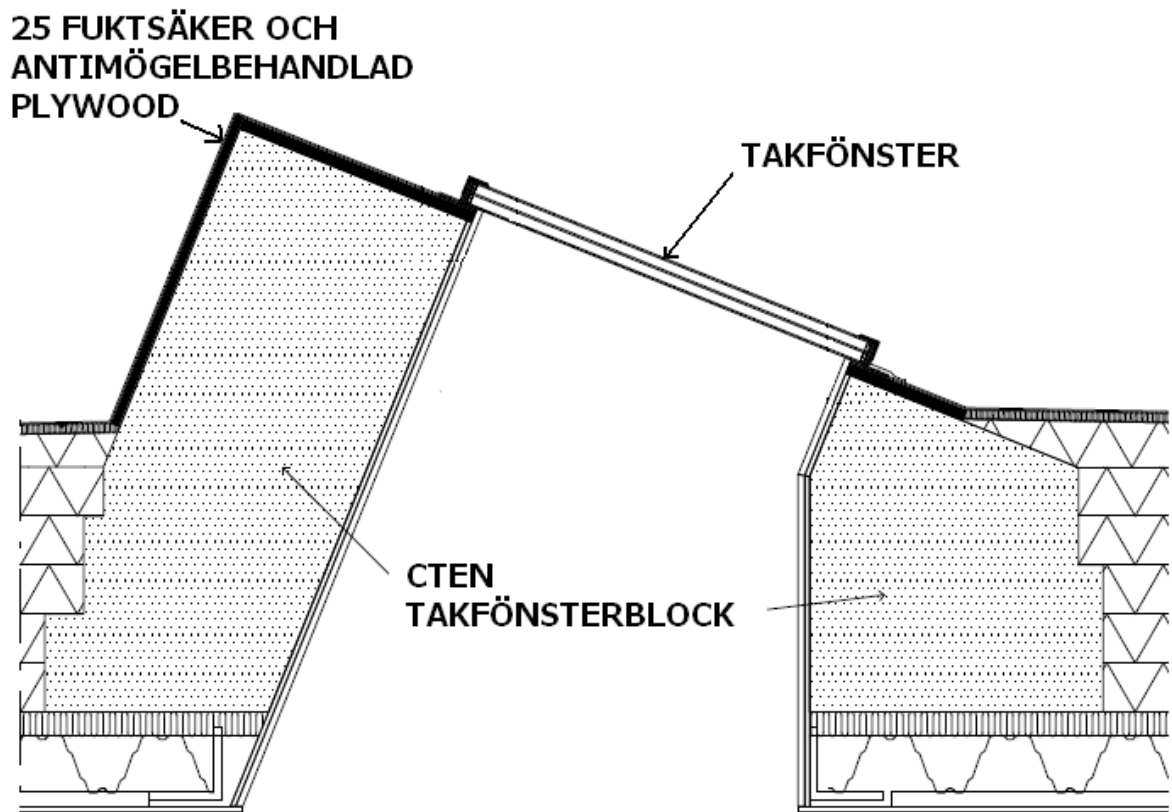
mineralullsskiva innanför dessa skikt. Under isoleringen finns det bärande skiktet av plåt.

Små pulpeter för takfönster sticker upp från taket.

Fönstren i huset är av två typer av energieffektiva fönster, karmlösa och öppningsbara. (Kreativa Hus Arkitekter/CTEN AB A, 2009)



Figur 19. Sektion genom huset. Yttervägg, tak och grund redovisas, samt anslutningar (Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB A, 2009)



Figur 20. Konstruktion anslutning takfönster- tak
(Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB A, 2009)

3.5.3 Energi

3.5.3.1 U-värden

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Grund	0,0711
Yttervägg	0,0817
Tak	0,0721
Fönster, fasta	0,600
Fönster, öppningsbara	0,900
Dörr, ytter	0,900
Dörr, med fönster	1,000

Tabell 30. U-värden Villa Alba
(Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB B, 2009)

3.5.3.2 Installationer

Ventilationen består av ett FTX- system med 84 % värmeåtervinningsgrad. Jordvärmewäxlare bidrar till uppvärmningsbehovet av tilluften med 10 % värmeåtervinningsgrad. Denna värmer luften innan den förs vidare för ytterligare uppvärmning i luftvärmewäxlaren.

Solfångare finns som tillgodoser behovet av uppvärmning av tappvarmvatten med 50 %. (Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB B, 2009)

3.5.3.3 Köldbryggor

Värmeförlusterna via plattan minskar genom att plattan är försedd med kantelement .

Då väggblocken är isolerande finns inga större köldbryggor i väggen.

Takfotsblock och takfönsterblock används vid takfoten respektive takfönster vilket gör att köldbryggor bryts effektivt.

Den största köldbryggan uppstår vid inner- och ytterhörn.

3.5.3.4 Energiberäkning

Vid energiberäkningen av villan har programmet Energihuskalkyl använts.

Det är ett program för att kunna beräkna effekt och energikrav för lågenergihus.(Energihus - kalkyl, 2010) I första del beräknas effektbehovet för värme och i den andra delen beräknas ett schablonvärde för energianvändningen.

Indata	Värde
Klimatzon	Söder
A _{Temp}	130m ²
Byggnadstyp	Halvlätt
Köldbryggornas andel av klimatskalets förluster	7 %
Fönsterandel (inkl. dörr)	21,2%
Läckageflöde	0,30 l/s m ²
Värmewäxlarens återvinningsgrad	84 %
Jordvärmewäxlarens återvinningsgrad	10 %
Innetemperatur	20°C
U-värde	Se avsnitt 3.5.3.1
Solfångare	Ja

Tabell 31. Allmän indata samt indata beräkning effektbehov (Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB B, 2009)

Innetemperaturen är satt till 20°C vid beräkning av effektbehov för uppvärmning då denna temperatur bedöms vara acceptabel vid

dimensionerande utetemperatur. Denna temperatur är låst i programmet och kan inte ändras.

Nedan redovisas de indata som ändrats, i förhållande till beräkningen för effektbehov, och ytterligare indata som gäller för beräkningen av schablonvärde för energianvändningen. Som krav för energianvändningen är ”Passivhus Syd” angivet. I programmet anges hushållselsanvändningen bli lägre än för genomsnittsvärden för Sverige, då krav på eleffektiva installationer finns.

Indata	Värde
Innetemperatur	22°C
Antal personer	3,2
Varmvatten	45,7m ³ /år

**Tabell 32. Indata beräkning energianvändning
(Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB B, 2009)**

Vid beräkning av energibehov är innetemperaturen satt till 22°C då detta anses vara det genomsnittliga värdet. Även temperatur är låst i programmet och går inte att ändra.

Varmvattenförbrukningen är ett schablonvärde baserat på antal boende och icke effektiva varmvattenarmaturer.

3.5.3.5 Resultat för energiförbrukning

Villa Alba ligger i klimatzon söder och därför skall denna klimatzons krav på energianvändning uppfyllas.

Först redovisas resultat från effektbehovsberäkningen för värme och sedan resultatet från energiberäkningen.

Utdata Effektbehov- värme	Värde
Specifikt värmeeffektbehov	10,8 W/m ²
Effektbehov ventilation	559W

**Tabell 33. Utdata beräkning effektbehov
(Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB B, 2009)**

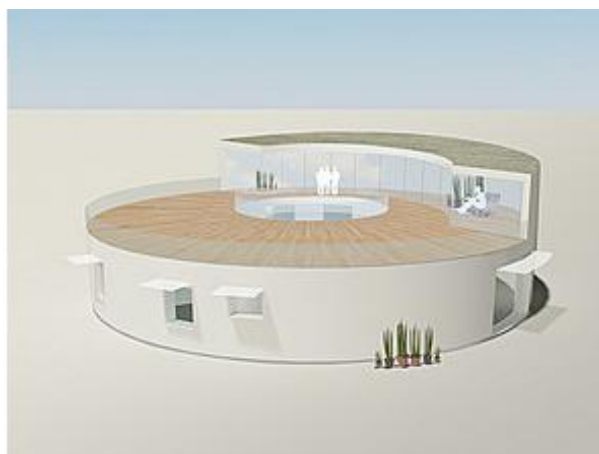
Värmetillskottet och internlasten är beräknad till 520W.

Enligt energiberäkningen beräknas energiprestandavärdet till 47,1 kWh/m²A_{temp}.

Utdata Energianvändning	Värde
Varmvattenenergi	26,1 kWh/m ²
Driftel	6,1 kWh/m ²
Hushållsel	9,8 kWh/m ²
Värme, netto	21,1 kWh/m ²
Beräknat energiprestandavärde	47,1 kWh/m ² A _{temp}
Andel elenergi av beräknat energiprestandavärde	6,1 kWh/m ² A _{temp}

**Tabell 34. Utdata beräkning energianvändning
(Kreativa Hus Arkitekter/ CTEN AB B, 2009)**

3.6 Projekt 6- Villa Atrium



**Bild 5 och Figur 21. Villa Atrium, Borlänge
(Passivhuscentrum C, 2010)**

3.6.1 Allmänt

Denna ovanliga villa, *Villa Atrium*, med rund form och takterrass byggs i Borlänge, efter ritningar av Kjellgren & Kaminsky.

Konstruktionshandlingarna är gjorda av Hadi Mir på Emrahus. Husets boarea är 156 m². (Emrahus A, 2009)

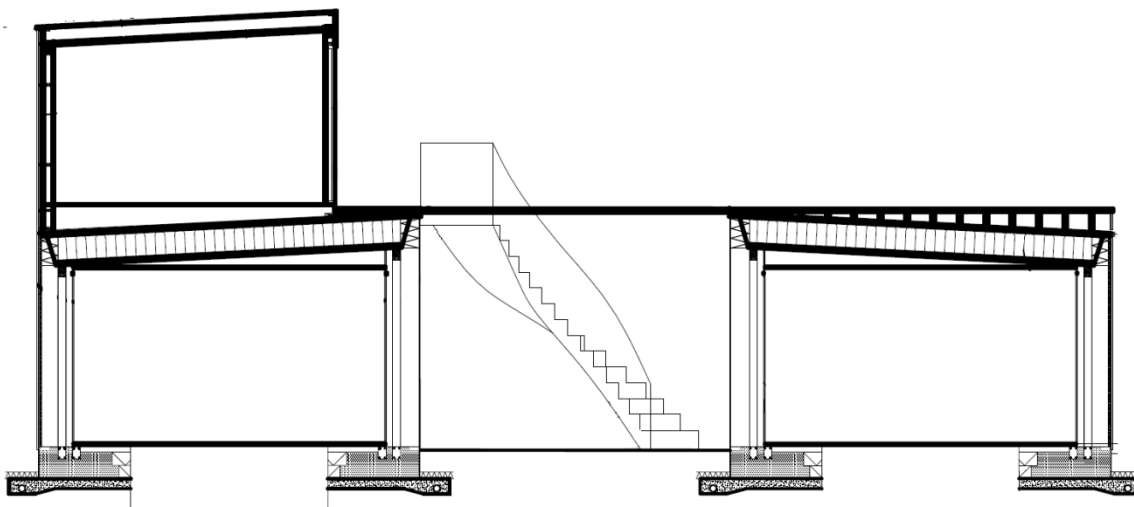
3.6.2 Konstruktion

Byggnadsstomme utgörs av CTEN- standardblock, specialblock och fönsterblock som är bärande, stabiliserande och isolerande.

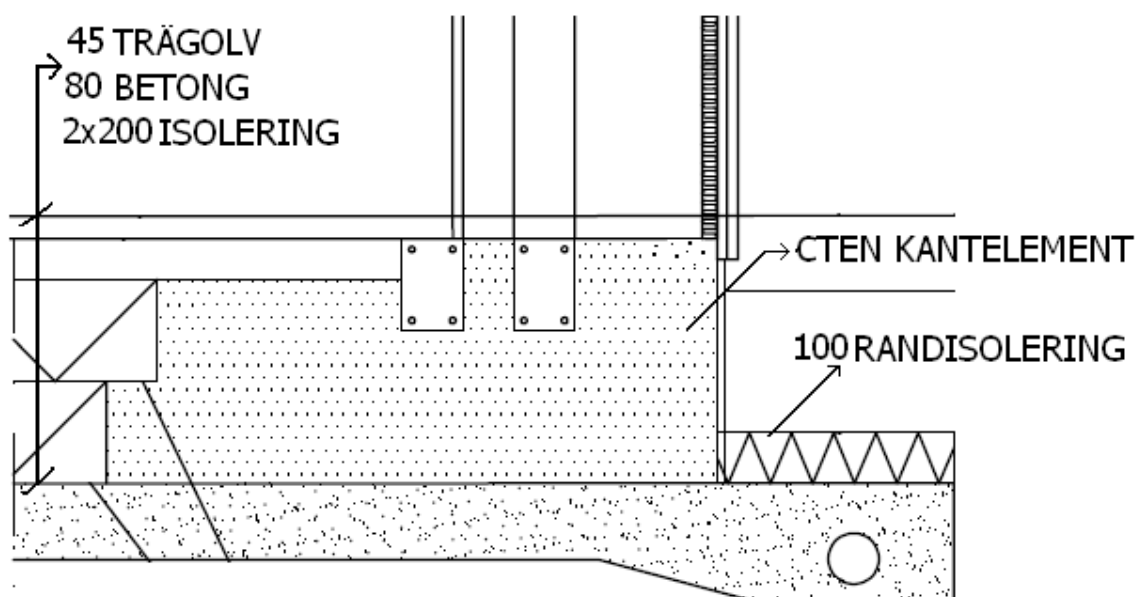
Dessa består av EPS cellplast med ursparningar för gjutning av betong. (CTEN, 2010)

Husets grundkonstruktion är platta på mark med 400 mm underliggande isolering av cellplast och med kantbalks isolering av L-element. Ytterväggarna har en bärande stomme av betongpelare. Mellanliggande CTEN- väggblock, EPS S200, utgör isolering i väggen. Ytterväggen har en isolertjocklek på 470 mm och en total tjocklek på 500 mm. Ovanvåningens ytterväggar har en träregelstomme av 145 mm träreglar. Ytterst i väggen finns vindskydd i form av gipsskiva och vattentålig plywood. Detta utrymme är uppvärmt och är tänkt att fungera som vinterträdgård. Husets fasadbeklädnad är utförd i lärkträ. Fönster är energi- och miljömärkta tre glasfönster av Traryd.

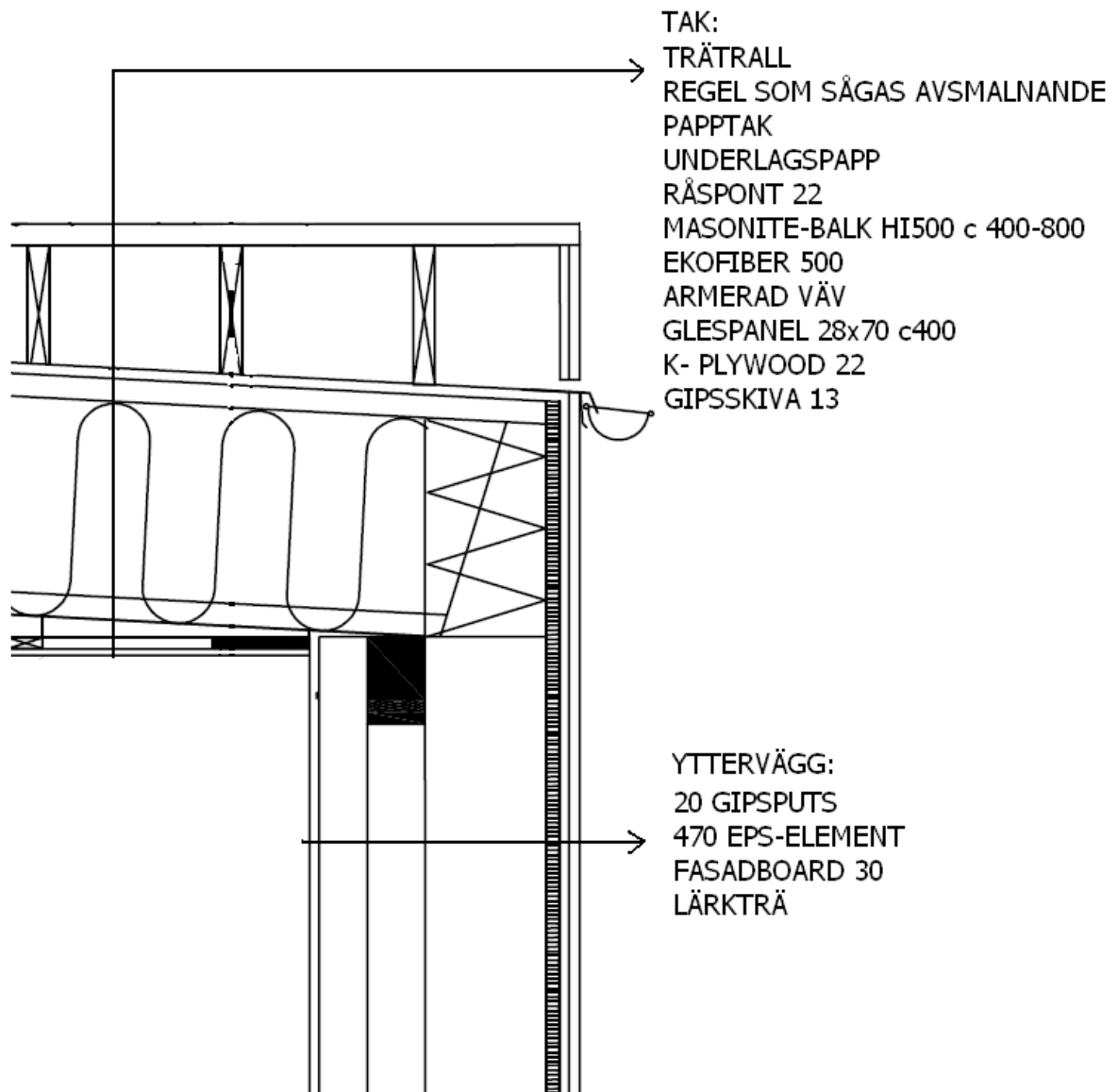
Takstolarna är av limträ, Masonite - balkar, med I-tvårsnitt. Det är ett varmt flackt tak, med underliggande isolering av 500 mm ekofiber med armerad väv i undersidan. Takdäcket är gjort av trätrall som villar på de bärande balkarna i takbjälklaget. Taktäckning på ovanvåningstaket är av plåt. (Emrahus A, 2009)



**Figur 22. Sektion genom huset. Uppe till vänster syns vinterträdgården
(Emrahus A, 2009)**



**Figur 23. Grundkonstruktion
(Emrahus A, 2009)**



Figur 24. Tak och yttervägg samt anslutning mellan dessa (Emrahus A, 2009)

3.6.3 Energi

3.6.3.1 U-värden

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Grund	0,070
Yttervägg	0,085
Tak	0,080
Fönster, öppningsbara	0,900
Fönster, fasta	0,730
Dörr	1,000

**Tabell 35. U-värde *Atrium*
(Emrahus B, 2009)**

3.6.3.2 Installationer

Ventilationssystemet är utfört som ett FTX- system med värmeväxlare. För bidrag till uppvärmningen av varmvatten finns det solfångare installerade. (Emrahus B, 2009)

3.6.3.3 Köldbryggor

Genom att plattan är försedd med kantbalkisolering av L-element minskar värmeförlusterna genom plattan drastiskt. Då väggblocken är isolerande finns inga större köldbryggor i väggen. Vid takfoten används takfotsblock. Dessa tillsammans med den utanpåliggande fasadboarden, på 30 mm, gör att köldbryggan vid takfoten blir minimal.

3.6.3.4 Energiberäkning

Energisimuleringen för *Villa Atrium* har utförts med programvaran DEROB-LTH 2.0. Programmet är framtaget vid University of Texas och senare vidareutvecklats vid LTH. Med hjälp av modeller av huset görs simuleringar som tar hänsyn till solinstrålning och solavskärmning. (Energi och Byggnadsdesign, 2009)

Indata	Värde
Klimatzon	Norr
Fönsterandel (inkl. dörr)	16,8%
Läckageflöde	0,3 l/s m ²
Innetemperatur	20°C
U-värde	Se avsnitt 3.6.3.1
Varmvattenenergi + driftel	30 kWh/m ² , år
Värme från apparater och personer	4 W/m ²
Solfångare	Ja

**Tabell 32. Indata energisimulering
(Emrahus B, 2009)**

Läckageflödet är satt till på 0,3 l/s m² i simuleringen. Dock räknar man med att i slutändan få ett lägre värde och på så sätt erhålla en säkerhetsmarginal för att uppfylla effektkravet. Värt att nämna är att vid den tryckprovning som senare gjordes uppmättes läckageflödet till 0,038 l/sm² vilket är svenskt rekord i täthet.

Värdet för varmvattenenergi samt driftel anges vara ett schablonvärde från FEBYs kravspecifikation. Här anges ett schablonvärde för varmvattenanvändningen baserat på antal personer och bostadsarea. Dock anges inget värde för driftel. I artikel om huset har vi fått fram att det är fyra boende i huset. Genom detta har vi kunnat räkna ut varmvattenbehovet, enligt FEBY, och därefter fått fram att driftelen måste ha antagits vara 4,6 kWh/m², år.

Värdet på värme från apparater och personer motsvarar det maxvärde man får använda enligt FEBYs kravspecifikation.

Ingen värmeåtervinningsgrad ges i energisimuleringen för FTX- systemet.

3.6.3.5 Resultat för energiförbrukning

Villa Atrium ligger i klimatzon I, norr, och därför skall denna klimatzons krav på energianvändning uppfyllas.

Fönster förses med exteriöra persienner för att motverka övertemperatur samt minska energikostnaden under sommarhalvåret.

Solfångare minskar energiåtgången för uppvärmning av varmvatten.

Det totala energibehovet beräknas uppgå till 54,6 kWh/m², år.

Utdata	Värde
Effektbehov	14,34 W/m ²
Energianvändning för uppvärmning och kyla	24,6 kWh/m ² , år
Energianvändning exkl. hushållsel	54,56 kWh/m ² , år

**Tabell 36. Utdata energisimulering effektbehov
(Emrahus B, 2009)**

3.7 Projekt 7- Glumslöv



Figur 25. Radhusen i Glumslöv
(Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003)

3.7.1 Allmänt

De 35 radhusen i passivhusteknik i Glumslöv har AB Landskronahem låtit uppföra efter ritningar av Mersten Arkitektkontor AB och konstruktionsritningar av WSP. Energiberäkningarna är genomförda av Prime project AB. Husen är från 2004 och är det andra passivhusprojektet i Sverige. Ovan syns en ritning av radhusen i 2-plan. Dessa finns som parhus men även i formen 3-lägenheter sammansatta. Även 1-planshus finns på området. Dessa är byggda i längor om 2-4 lägenheter.

Bostadsarean för lägenheterna varierar mellan 70 och 115 m². (International Energy Agency, 2010)

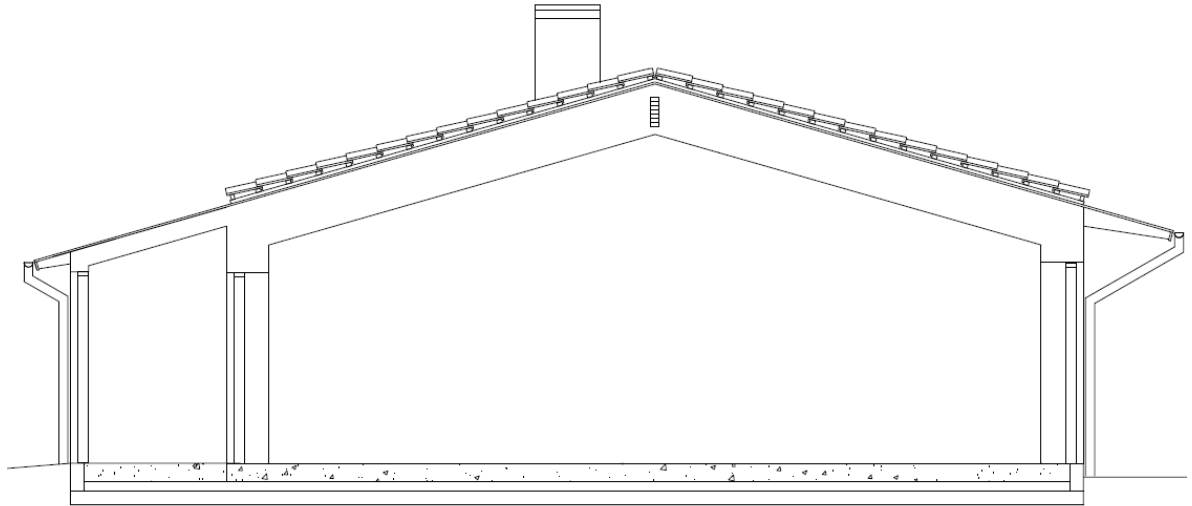
Den sammanlagda arean för husen i området är 3452 m². (Integrert energidesign i bygg, 2007)

3.7.2 Konstruktion

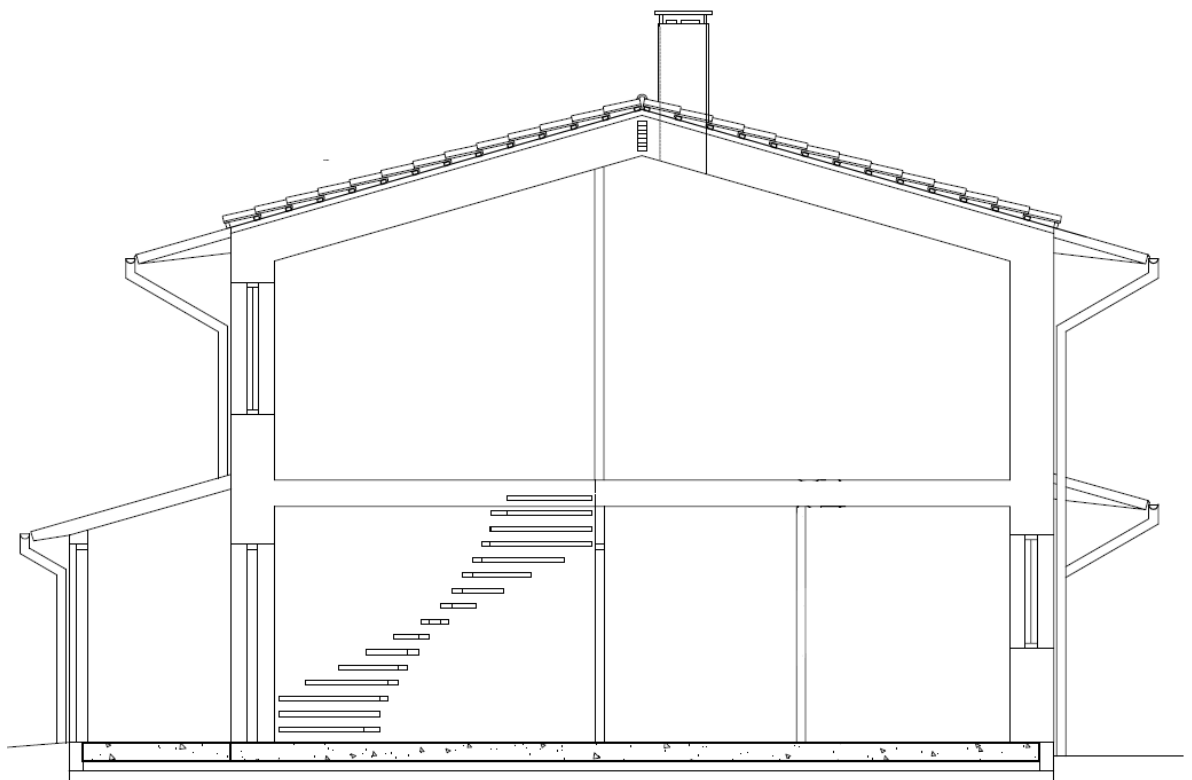
Grundkonstruktionen är platta på mark av 100 mm betong med 350 mm underliggande cellplast. Kantbalken är isolerad med L-element, Thermisol, vilka har en höjd på 300 mm och en tjocklek på 100 mm. Enplanshusen har L-element med en tjocklek på 150 mm. För båda gäller att isolering under

kantbalk är 250 mm tjock. Tjälisolering på 600 mm av finns, den är 100 mm tjock.(Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003) Ytterväggarna har en stomme av trä- och stålreglar. Isoleringen är totalt 445 mm tjock och är uppdelad i fyra skikt. Det yttersta isoleringsskiktet består av 60 mm cellplast. Innan för detta finns två skikta av mineralull på 145 respektive 170 mm. Det yttre skiktet har stående träreglar medan det inre har längsgående reglar. Innerst finns 70 mm mineralull mellan stålreglar. Ytskiktet är av puts.

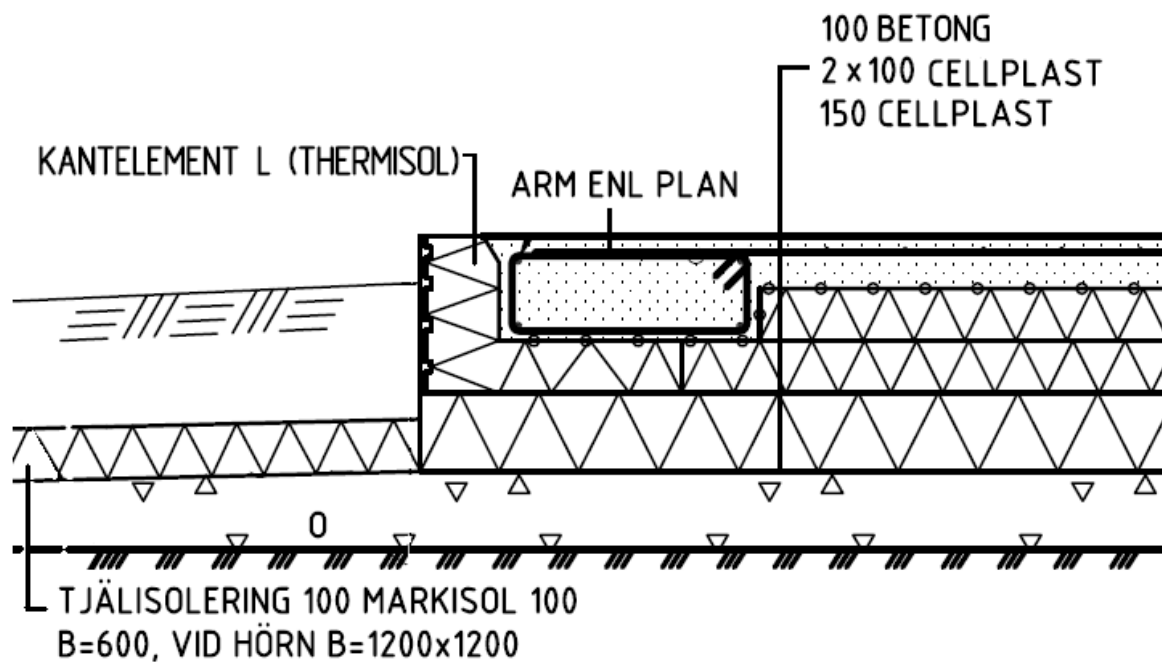
Takkonstruktionen för tvåvåningshusen är ett sadeltak av lättreglar, masonitebalkar. Isoleringen består av 350 mm lösull mellan takbalkarna, därinnanför 70 mm cellplast mellan träreglar och slutligen 30 mm mineralull mellan glespanelen. Konstruktionen för envåningshusen skiljer sig endast genom att ha takbalkar med en tjocklek på 450 mm samt däremellan 450 mm lösull. De har alltså en isoleringstjocklek på 550 mm istället för 450 mm. Taktäckningen består av betongpannor. (Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003)



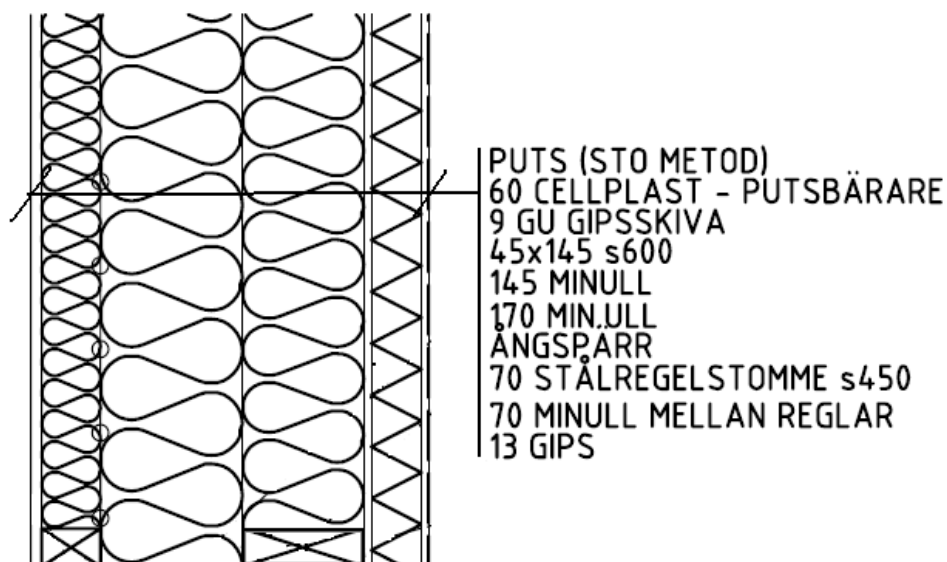
**Figur 26. Sektion genom 1-planshuset
(Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003)**



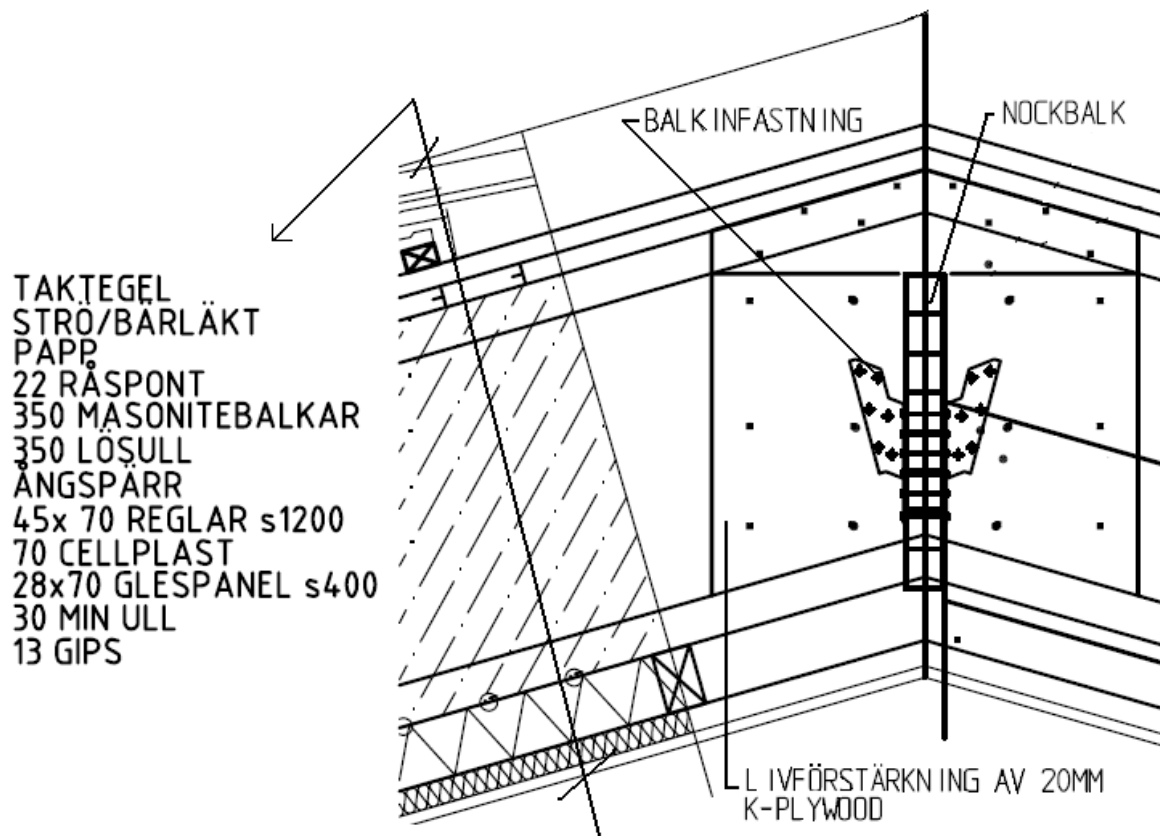
**Figur 27. Sektion genom 2-planshuset
(Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003)**



Figur 28. Grundkonstruktion
 (Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003)



Figur 29. Yttervägg
 (Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003)



Figur 30. Yttertak och taknock
(Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB, 2003)

3.7.3 Energi

3.7.3.1 U-värden

Byggnadsdel	U-värde, W/m ² K
Grund	0,10
Yttervägg	0,10
Tak, enplanshus	0,08
Fönster	0,90- 1,00
Dörr	0,80

Tabell 37. U-värden passivhusen i Glumslöv
(AB Landskronahem, 2010)

3.7.3.2 Installationer

FTX -system finns installerat med en verkningsgrad på 85 %.

För att tillgodose uppvärmningen under de kallaste månaderna om året har ett elbatteri på 900 W installerats. (Integrert energidesign i bygg, 2007)

3.7.3.3 Köldbryggor

Lösningen med L-element som kantbalkisolering och den underliggande isoleringen ger en välisolerad grund. Eftersom denna konstruktion släpper ut väldigt lite värme så finns det 600 mm utkragande tjälisolering som skyddar byggnaden från tjällyftning.

Värmeförlusterna via syllen minskar med hjälp av det nerdragen cellplastisoleringen på utsidan. För att ytterligare reducera värmeförlusterna genom syllen skummas utrymmet mellan syllen och betongplattan inifrån. Cellplastisolering finns monterad från syllen och upp till underlagstaket. Det gör att köldbryggan bryts både genom väggen och vid anslutningen mellan vägg och tak.

3.7.3.4 Energiberäkning

Energiberäkning för uppvärmning samt beräkning av inomhustemperatur har gjorts i programmet IDA Climate and Energy 3,0. (Integrert energidesign i bygg, 2007)

Flöden av värme, ljus och luft redovisas efter att en 3D-modell av byggnaden lagts in i programmet. Även energiåtgången för uppvärmning beräknas. (Equa, 2002)

Indata	Värde
Klimatzon	Söder
Fönsterandel	20 %
Verkningsgrad FTX- system	85%
Luftflöde	Ca 0,5 oms/h
U-värde	Se avsnitt 3.6.3.1
Solfångare	Nej

**Tabell 38. Indata vid beräkning av energianvändning
(Integrert energidesign i bygg, 2007)**

3.7.3.5 Energiförbrukning

Då husen ligger i klimatzon III, söder, är det gränsvärdet för denna klimatzon som skall underskridas.

För att minska energiförbrukningen är energieffektiva vitvaror installerade i husen. (International Energy Agency, 2010)

Den totala energiförbrukningen, inklusive hushållsel, är beräknad till 50-60 kWh/m². Utan hushållselen inräknad blir energiåtgången ca 35 kWh/m².

(Integrert energidesign i bygg, 2007)

Utdata	Värde
Energiåtgång för uppvärmning av varmvatten	25-30 kWh/m ²
Hushållsel	20-25kWh/m ²
Energianvändning för uppvärmning och kyla	0-5 kWh/m ²
Totalenergianvändning inklusive hushållsel	50-60 kWh/m ²

**Tabell 39. Utdata beräkning energianvändning
(International Energy Agency, 2010)**

Resultatet vid provtryckningen blev 0,1 l/s m², vilket vid denna tidpunkt var svenskt rekord. (Integrert energidesign i bygg, 2007)

4 Beräkningar

4.1 Villa Westholm

Till hjälp vid genomförande av energiberäkning har vi haft arkitekt- och konstruktionsritningar, projekterade U-värden, viss indata till energiberäkningen som gjordes under projekteringen, samt information om uppmätta värden och en del verklig indata från boende i *Villa Westholm*. Energiberäkning för en genomsnittsfamilj har gjorts. Även en energiberäkning utifrån uppmätta värden och angivna brukarvanor har utförts, denna kallar vi beräkning för verklig familj. För denna beräkning har vi sedan låtit olika indata variera för att få en bild av känsligheten i energiberäkningen.

4.1.1 Antaganden

Yttervägg:

- Lambdavärde för cellplast har valts till 0,036 W/mK enligt värden i Isover 2 då inget anges på ritningar angående fabrikat och kvalitet.
- Lambdavärde för mineralullen har valts till 0,037 W/mK då ritningarna anger mineralullen till RW 1303-00. Efter Paroc:s hemsida antas det valda lambdavärdet.
- För övriga material används värden enligt Isover 2.

Tak:

- Cellplasten anges vara av fabrikatet Thermisol på ritningar. Efter att ha studerat värden på deras hemsida valde vi att använda lambdavärdet 0,036 W/mK.
- Lösullen har antagits ha lambdavärdet 0,040 W/mK enligt Isover 2.
- Lambdavärde för mineralullen har valts till 0,037 W/mK då ritningarna anger mineralullen till RW 1303-00. Efter Paroc:s hemsida antas det valda lambdavärdet.

Grund:

- Lambdavärde för underliggande cellplast har valts till 0,034 W/mK efter att Isovers produkter tittats över.
- För U-element har värden från Isover använts.
- Tjälisoleringen har antagits ha lambdavärde 0,038 W/mK.

Fönster och dörrar:

- U-värden för fönster och fönsterdörrar har satts till erhållna värden från arkitektkontoret. $U = 0,085 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.
- Ytterdörren har antagits ha U-värdet $0,090 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

4.1.2 Beräkningar och resultat, U-värden och köldbryggor

Kontrollberäkningar av U-värde för yttervägg, grund och tak är genomförda. Fullständig indata redovisas i Bilaga 1. Då erhållna resultat inte överensstämmer till fullo med angivna U-värden, se Tabell 40, har beräkningar gjorts med andra indata för att angivet U-värde skall fås. Se Bilaga 1. I Isover 2 går att ange ett eget U-värde direkt, vilket man skulle kunna tänka sig att göra. Vi har dock valt att minska lambdavärdet för isoleringen under plattan för att på detta sätt komma ner i angivet U-värde. På detta sätt anser vi att man får en bättre bild av relationer mellan de lambdavärden vi antagit i kontrollberäkningen och vilka som krävs enligt projekterade U-värden.

Byggnadsdel	Beräknat U-värde	Angivet U-värde
Yttervägg	0,10	0,10
Tak	0,08	0,08
Grund	0,10	0,09

Tabell 40. Resultat kontrollberäkning U-värden samt angivna U-värden

Beräkningar av köldbryggan vid grundplattan och för infästning av fönster och dörrar har gjorts i U-norm. Dessa beräkningar återfinns i Bilaga 2. Övriga köldbryggor har beräknats direkt i Isover 2.

Köldbrygga	Psi- värde, W/m ² °C
Platta på mark, med lambdavärden enligt våra antaganden	0,117
Platta på mark, med lambdavärden som ger angivet U-värde	0,118
Infästning av fönster och dörrar	0,064

Tabell 41. Resultat för beräkning av köldbryggor i U-norm

4.1.3 Verklig energianvändning

4.1.3.1 Uppmätta värden

- År 2007, förbrukades 6 000 kWh el och 2-3m³ ved.
- År 2008, förbrukades 7 000 kWh el och 3m³ ved.

- Från mitten av november 2009 till mitten av april 2010 förbrukades 4 800 kWh el och 4 m³ ved.

”Kombinationen av passivhus och ved som tillskottvärme är fantastiskt bra ” säger Erik Westholm, boende i *Villa Westholm*. Den elvärme som de har haft är golvvärme i badrummet och till elbatteriet i ventilationsaggregatet.

Anledningen till att vedåtgången har ökat under åren har haft med de kalla vintrarna att göra.

De har haft inomhustemperaturen kring 19-20°C och varmare när de har velat.

Då det var som kallast under senaste vintern sjönk inomhustemperaturen till 17 °C, men med hjälp av braskaminen kunde de höja inomhustemperaturen.

De två första året har de i stort sett varit två personer under vintern. Sedan 1 februari 2010 är de tre vuxna i hushållet. I stort sett är de boende nöjda med inomhusklimatet på vintern.

4.1.3.2 Beräkning av specifik energianvändning, uppmätta värden

Vi gör först beräkningar för år 2007 och sedan för år 2008. Därefter görs en beräkning med ett genomsnitt för dessa år.

För samtliga beräkningar gäller att vi räknar med att 1 m³ ved motsvarar 1 800 kWh. (Liss, 2004)

År 2007:

6 000 kWh köpt energi samt 2-3 m³ ved. Då vedåtgången är så osäker räknar vi med några olika värden på åtgång.

Med 2 m³ ved fås den köpta energin till

$$6\,000 + 1\,800 \times 2 = 9\,600 \text{ kWh}$$

Med antagandet om att hushållselen är 3000 kWh får vi

$$\frac{9\,600 - 3\,000}{153} = 43 \text{ kWh/m}^2$$

Som specifik energianvändning.

Med 2,5 m³ blir den specifika energianvändningen istället 49 kWh/m², år.

Då åtgången istället är 3 m³ får vi 55 kWh/m², år.

År 2008:

7 000 kWh köpt energi samt 3m³ ved. Då vedåtgången sannolikt inte är exakt 3 m³ räknar vi på några olika värden för denna.

Med 2,5 m³ ved fås den köpta energin till

$$7\,000 + 1\,800 \times 2,5 = 11\,500 \text{ kWh}$$

Med antagandet om att hushållselen är 3 000 kWh får vi

$$\frac{11\,500 - 3000}{153} = 56 \text{ kWh/m}^2$$

Som specifik energianvändning.

Med 3 m³ blir istället den specifika energianvändningen 61 kWh/m², år.

Då åtgången istället är 3,5 m³ får vi 67 kWh/m², år.

Genomsnitt:

Nu beräknas en genomsnittlig specifik energianvändning utifrån värden för de två åren.

Vi väljer att räkna med 6500 kWh el och 3 m³ ved.

Detta ger en specifik energianvändning på 58 kWh/m², år.

Kommentarer:

Värt att påpeka är då att år 2007 och 2008 var kallare än genomsnittsåret.

Samt att inte bara veden är att det inte bara finns osäkerhet i värdet för vedåtgången utan även vad gäller den exakta mängden köpt energi och hur stor hushållselen är. Vi kan dock inte utföra beräkningar för alla olika tänkbara kombinationer utan måste begränsa oss.

4.1.4 Energiberäkning

4.1.4.1 Indata

Indata energiberäkning genomsnittsfamilj:

- Innetemperatur: 20°C.
- Antal boende: 2 st .
- Varmvattenanvändning: 1000 kWh/person, år.
Rekommenderat värde i Isover 2.
- Genomsnittlig rumshöjd: 2,3 m. Det låga värdet fås på grund av snedtak på ovanvåningen.
- Luftväxling ventilation: 0,5 oms/h. Enligt *BBR*.
- Värmeväxling: 85 %. Enligt *FEBY*.
- Infiltration: 0,15 oms/h. Det lägsta värdet i intervallet Isover 2 anger som normalt. Valt då passivhus görs med tanke på täthet i utförande.
- Solfångare: 50 % av varmvattenberedningen. Enligt uppgifter om solfångarna.

- Verkningsgrad värme: 75 %. Rekommenderat värde för bibränsle i Isover 2.
- Verkningsgrad varmvatten: 100 %. Vi räknar inte med några större värmeförluster.
- Hushållsel: 3 000 kWh/år. Isover 2 rekommenderar 5 000 kWh för villa med 4 personer.
- Fastighetsel: 1 500 kWh/år. Enligt rekommendation i programmet.

Indata verklig familj:

Som ovanstående indata, för beräkning med genomsnittsfamilj, med följande ändringar:

- Innetemperatur: 19°C. Utifrån uppgifter från boende.
- Varmvattenanvändning: 47 m³/år. Med antagandet att 33 % av vattenförbrukningen är varmvatten fås, med energiåtgången 75 kWh för uppvärmning av 1 m³ till 60°C (Kungsbacka kommun, 2008), fås 1163 kWh/år.

Då minsta tillåtna värde för varmvattenberedning, brutto, är 1 500 kWh/år i Isover 2 har vi kompenserat att vår förbrukning är lägre än denna genom att öka tillskottet från solfångarna.

4.1.4.2 Beräkningar och resultat

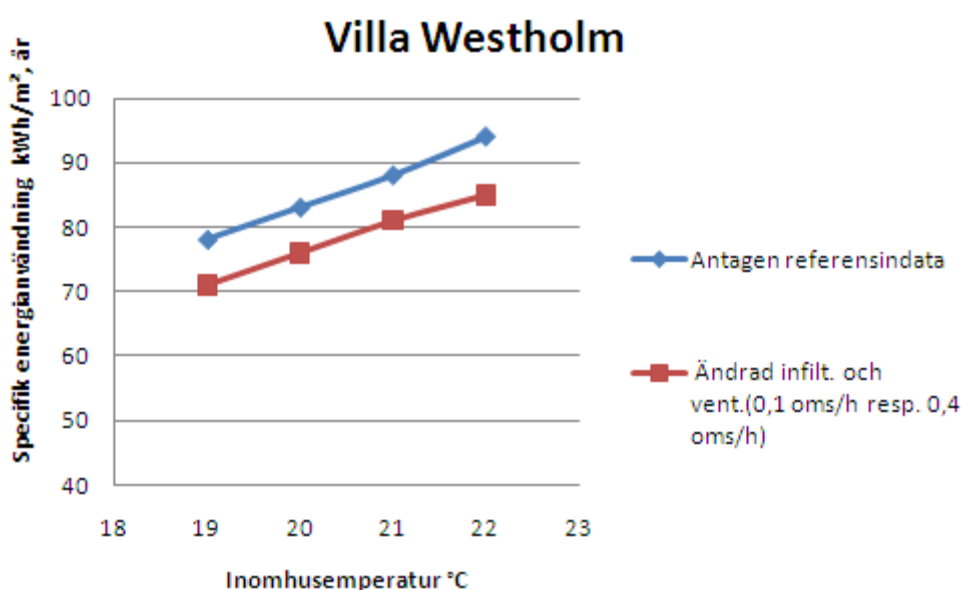
Endast fullständig beräkning med indata för verklig familj bifogas, Bilaga 3. För övriga beräkningar redovisas endast resultat. Känslighetsberäkningar, vad gäller variationer i indata, har gjorts, med utgångspunkt i beräkningen för verklig familj. Ytterligare en beräkning har gjorts, även den med utgångspunkt i beräkningen för verklig familj, men med angivna U-värden.

Indata	Specifik energianvändning, kWh/m ² , år
Genomsnittsfamilj	86
Verklig familj	78
Verklig familj med verkningsgrad 80 % på värmeåtervinning	86
Verklig familj, högre hushållsel 4000 kWh	89
Verkligfamilj, angivet U-värde	78

Tabell 42. Resultat energiberäkningar med varierande indata

Temp. °C	19	20	21	22
Indata				
Indata verklig familj, infiltration 0,15 oms/h och ventilation 0,5 oms/h	78 kWh/m ² , år	83 kWh/m ² , år	88 kWh/m ² , år	94 kWh/m ² , år
Indata verkligfamilj med infiltration 0,1 oms/h och ventilation 0,4 oms/h	71 kWh/m ² , år	76 kWh/m ² , år	81 kWh/m ² , år	85 kWh/m ² , år

Tabell 43. Resultat energiberäkning med varierande temperatur, för verklig familj och för verklig familj med tätare klimatskal och mindre ventilation



Figur 32. Diagram över resultat i Tabell 43.

Resultat 78 kWh/m², år för verklig familj är beräknat med 75 % verkningsgrad för värmen i Isover 2. Detta på grund av att ved används. För att senare lättare kunna jämföra den framräknade specifika energianvändningen gör vi följande omräkning.

Vi tänker oss att vi ändrar verkningsgraden för värmen till 100 %. Detta skulle i så fall motsvara att huset värms med elvärme. I bifogad energiberäkning, Bilaga 3, för *Villa Westholm* är Energianvändning Brutto 10 425 kWh. Detta

värde återfinns i kolumnen längst till höger under rubriken Bostad- Värmebalans. Notera att här står energianvändning netto, men detta är felaktigt. Vid beräkning ses att detta egentligen är bruttovärdet. Då verkningsgraden istället sätts till 100 % fås att energianvändning brutto blir

Tillskott Värme	7 397 kWh
Tillskott Varmvatten	582 kWh
Fastighetsel	1 500 kWh
Σ	9 479 kWh

Dessa värden är tagna från Bostad- Värmebalans. Värdet är satt till 1 500 kWh för varmvatten brutto då detta är det lägsta värde programmet tillåter. Med den vattenanvändning som finns uppmätt för huset ligger värdet lägre än detta. Därför har tillskottet från solfångare fått ökas till ett värde som ger att vi fortfarande behöver köpa rätt mängd energiför uppvärmning av varmvatten. Den mängd energi som behöver köpas för uppvärmning av varmvatten är 582 kWh, och det är alltså denna mängd som skall medräknas i energianvändning brutto.

Med en arean 153 m² fås den specifika energianvändningen till 9 479/153= 62 kWh/m²,år. Detta är den specifika energianvändning huset har om det skulle vara varmt med elvärme.

Eftersom huset i verkligheten inte värms med elvärme utan med ved måste vi göra ett påslag för de förluster som uppstår vid eldning. Här får vi göra ett antagande vad gäller dessa förluster. De beror på en rad faktorer så som vedslag, kaminen utformning och hur skicklig eldaren är och så vidare. Vi är inte heller säkra på den vedmängd som används men väljer att utgå från de mängder som i verkligheten använts per år. Dessa anges på s.61. Vi antar att vedåtgången är 3 m³. Notera att detta endast är ett antagande och att resultatet påverkas av vad som antas här. Vi måste dock göra ett antagande för att kunna utföra beräkningen.

Av den energi som kan utvinnas ur 1 m³ ved, 1 800 kWh, blir cirka 25 % rökgasförluster. (Liss, 2004) Med 3 m³ ved blir förlusterna ca 1 350 kWh. Denna energimängd måste sedan läggas till det tidigare värdet på 9 479 kWh. Detta ger

$$9\,479 + 1\,350 = 10\,829 \text{ kWh}$$

$$\frac{10\,829}{153} = 71 \text{ kWh/m}^2, \text{år}$$

Vid senare jämförelse med *BBR* är det detta värde som används, och inte 78 kWh/m².

4.2 Glumslöv

Beräkningar både för 1-planshusen och 2-planshusen är genomförda. På detta sätt kan senare jämförelser göras mellan hus typerna. Vi har gjort beräkningar för de tre olika lägenheterna separat, både för 1-plans och 2-plans hus, för att se hur energianvändningen beror av läget av lägenheten. Utifrån dessa har sedan genomsnittsförbrukningen beräknats. Känslighetsberäkningar har gjorts, med ändring av olika indata, samt beräkningar med angivet U-värde.

För beräkningar har vi haft tillgång till arkitekt- och konstruktionsritningar, faktablad med projekterade värden, samt angivna uppmätta värden.

4.2.1 Antaganden

Följande antaganden har gjorts utifrån ritningar och allmänna föreskrifter.

Yttervägg:

- Putsen har antagits ha en tjocklek på 8 mm efter att ritningar studerats.
- Lambdavärde för cellplast har valts utifrån kriterier i allmänna föreskrifter om att fabrikatet skall vara Thermisol eller likvärdig produkt från annan tillverkare. $\lambda = 0,036$ W/mK har därför valts, utifrån värden på Thermisols hemsida.
- Värdet för GU Gips har kontrollerats hos Gyproc.
- Lambdavärde för mineralull har valts utifrån kriterier i allmänna föreskrifter om att fabrikatet skall vara Rockwool eller likvärdig produkt från annan tillverkare. c har valts utifrån produkter från Rockwool.
- Mineralullen mellan stålreglar har valts som en specialskiva just för detta ändamål. Även denna från Rockwool. $\lambda = 0,040$ W/mK.
- Stålreglarna har ersatts med träreglar, 45*70 mm då detta ger motsvarande effekt av vad en stålregel med längden 70mm gör.

Tak:

- Lambdavärde för mineralull har valts utifrån kriterier i allmänna föreskrifter om att fabrikatet skall vara Rockwool eller likvärdig produkt från annan tillverkare. $\lambda = 0,037$ W/mK.

- Lösullen har antagits ha $\lambda = 0,040$ W/mK, efter värden i Isover 2, då lösull för snedtak inte finns med i Rockwools produktkatalog.

Grund:

- Cellplasten har antagits ha lambdavärde 0,036 efter att Thermisols hemsida studerats.
- L-elementen vid kantbalken har lambdavärdet $\lambda = 0,038$ W/mK, för vertikaldel, och lambdavärdet $\lambda = 0,034$ W/mK, för den horisontella delen. Enligt L-element från Thermisol.

Fönster och dörrar:

- Fönster har angetts ha U-värde 0,09-0,10 W/mK. Vi har valt att anta värdet 0,10 W/mK då detta ger en bättre marginal.

4.2.2 Beräkningar och resultat, U-värden och köldbryggor

Kontrollberäkningar för U-värde för yttervägg, grund och tak är genomförda. Resultat redovisas i Tabell 42. För fullständig indata se Bilaga 1.

Vid beräkning av U-värde för yttervägg har stålreglarna, som inte definierats vad gäller typ och fabrikat, ersatts med träreglar med samma djup, 70 mm, vilket ger motsvarande effekt. Då skillnader mellan beräknade värden och angivna U-värden finns har även beräkningar gjorts för att få angivna U-värden. Se Bilaga 1.

Beräkningar av köldbryggor har delvis genomförts i U-norm, medan en del har beräknats direkt i Isover 2. Beräkningarna som är genomförda i U-norm återfinns i Bilaga 2.

Byggnadsdel	Beräknat U-värde	Angivet U-värde
Yttervägg	0,09	0,10
Tak	0,09 2-planshus 0,07 1-planshus	0,08
Grund	0,09	0,10

Tabell 44. Resultat kontrollberäkning U-värden samt angivna U-värden

Köldbrygga	Psi- värde, W/m ² °C
Platta på mark, med lambdavärden enligt våra antaganden. Både 1-plans och 2-plans	0,122
Platta på mark, med lambdavärden som ger angivet U-värde. 1-plans	0,122
Platta på mark, med lambdavärden som ger angivet U-värde. 2-plans	0,123
Infästning av fönster och dörrar, med lambdavärden enligt våra antaganden	0,036
Infästning av fönster och dörrar, med lambdavärden som ger angivet U-värde	0,036
Mellanbjälklag, med lambdavärden enligt våra antaganden	0,037
Mellanbjälklag, med lambdavärden enligt våra antaganden	0,037

Tabell 45. Resultat för beräkning av köldbryggor i *U-norm*

4.2.3 Verklig energianvändning

4.2.3.1 Uppmätta värden

Följande uppgifter har fått från AB Landskronahem:

1-planshus:

Genomsnittlig elanvändning: 6 900 kWh

2-planshus:

Genomsnittlig elanvändning: 8 600 kWh. Genomsnittlig vattenförbrukning: 111 m³.

För både 1-plans- och 2-planshusen anges att 650 kWh är för aggregatet i FTX- systemet. De anger att hushållselen är ca 5 000 kWh och att det inte behövs någon el för uppvärmning samt att de uppskattar att ca 40 % av vattenförbrukningen är varmvatten. För vilket det åtgår 55 kWh/m³ för uppvärmning.

4.2.3.2 Beräkning specifik energianvändning

Vi har gjort beräkningar både med den hushållsel som AB Landskronahem anger och med en hushållsel som vi anser vara rimligare i förhållande till arean på lägenheterna och med tanke på antal boende. I Isover 2 anges 5 000 kWh, år som rekommendation för villa med fyra personer.

1-planshus:

Med 5 000 kWh i hushålla el fås:

$$6\,900 - 5\,000 = 1\,900 \text{ kWh}$$

Vilket då motsvarar den genomsnittliga förbrukningen per lägenhet. Den specifika energianvändning blir då med en genomsnittlig lägenhetsarea på 77 m² för de hus vi räknat på

$$\frac{1\,900}{77} = 25 \text{ kWh/m}^2, \text{år}$$

Med antagandet att hushållselen är 3 000 kWh fås istället

$$6\,900 - 3\,000 = 3\,900 \text{ kWh}$$

$$\frac{3\,900}{77} = 51 \text{ kWh/m}^2, \text{år}$$

2-planshus:

Med 5 000 kWh i hushålla el fås:

$$8\,600 - 5\,000 = 3\,600 \text{ kWh}$$

Vilket då motsvarar den genomsnittliga förbrukningen per lägenhet. Den specifika energianvändning blir då med en genomsnittlig lägenhetsarea på 102 m² för de hus vi räknat på

$$\frac{3\,600}{102} = 35 \text{ kWh/m}^2, \text{år}$$

Med antagandet att hushållselen är 3 500 kWh fås istället

$$8\,600 - 3\,500 = 5\,100 \text{ kWh}$$

$$\frac{5\,100}{102} = 50 \text{ kWh/m}^2, \text{år}$$

4.2.4 Energiberäkning

4.2.4.1 Indata

Indata 1-planshus:

- Innetemperatur: 20°C.
- Antal boende: 2st.
- Varmvattenanvändning: 1 830 kWh. Med utgångspunkt i uppmätta värden för 2-planshusen, tre boende, med antagandet att en tredjedel av vattnet är varmvatten och att det krävs 75 kWh för att värma vattnet till 60°C.
- Genomsnittlig rumshöjd: Höger: 2,9m. Lägre än de två övriga på grund av utbyggnaden med sovrummet.
 - Mitten: 3,0m
 - Vänster: 3,0m
- Luftväxling ventilation: 0,5 oms/h. Enligt *BBR*.
- Infiltration: 0,12 oms/h. Utgångspunkt i det uppmätta värdet på 0,11/s/m² för tätheten.
- Värmeväxling: 85 %. Angivet värde för värmeväxlingsgraden.
- Verkningsgrad värme: 100 %. Rekommenderat värde för direktverkande el i Isover 2.
- Verkningsgrad varmvatten: 100 %. Vi räknar inte med några större värmeförluster.
- Hushållsel: 3 000 kWh/år. Isover 2 rekommenderar 5 000 kWh för villa med 4 personer.
- Fastighetsel: 1 000 kWh/år. Isover rekommenderar 1 500 kWh för villa.

Indata 2-planshus:

Som för 1-planshusen med följande ändringar:

- Antal boende: 3st.
- Varmvattenanvändning: 2750 kWh. Uppmätta värden ger 111m³ i genomsnitt. Med antagandet att en tredjedel är varmvatten och att det åtgår 75kWh för uppvärmning till 60°C. (Kungsbacka kommun, 2008)
- Genomsnittlig rumshöjd: Höger: 2,7m
 - Mitten: 2,7m
 - Vänster: 2,6m. Lägre på grund av utbyggnaden med sovrummet

- Infiltration: 0,13 oms/h. Utgångspunkt i det uppmätta värdet på 0,1 l/s/m² för tätheten.
- Hushållsel: 3 500 kWh/år. Isover 2 rekommenderar 5 000 kWh för villa med fyra personer.
- Fastighetsel: 1 200 kWh/år. Enligt rekommendation i programmet.

4.2.4.2 Beräkningar och resultat

Endast fullständig beräkning med referensindata för höger lägenhet i 1-planshuset bifogas, Bilaga 3. För övriga beräkningar redovisas endast resultat. Känslighetsberäkningar, vad gäller variationer i indata, har gjorts, med utgångspunkt i beräkningen för verklig familj. Ytterligare en beräkning har gjorts, även den med utgångspunkt i referensindata för 1-plans- respektive 2-planshus, men med angivna U-värden.

Indata	Specifik energianvändning, kWh/m ² , år Höger lägenhet	Specifik energianvändning, kWh/m ² , år Mittenlägenhet	Specifik energianvändning, kWh/m ² , år Vänster lägenhet
Referensindata	59	59	57
Verkningsgrad 80 % på värmeåtervinning	61	65	59
Högre hushållsel, 4000 kWh	55	-	-
Med angivet U-värde	60	60	59

Tabell 46. Resultat för energiberäkningar för 1-planshus

Den genomsnittliga energianvändningen för 1-planshuset fås till 58 kWh/m², år för referensindata. Med referensindata men med angivna U-värden, istället för framräknade, fås 60 kWh/m², år.

Nedan anges resultat för beräkningar med varierande inomhustemperatur dels för referensindata och dels för referensindata med ändrad täthet och ventilation.

Höger

Temp. °C Indata	19	20	21	22
Referensindata med infiltration 0,12 oms/h och ventilation 0,5 oms/h	56 kWh/m ² , år	59 kWh/m ² , år	62 kWh/m ² , år	65 kWh/m ² , år
Referensindata med infiltration 0,1 oms/h och ventilation 0,4 oms/h	54 kWh/m ² , år	57 kWh/m ² , år	60 kWh/m ² , år	62 kWh/m ² , år

Mitten

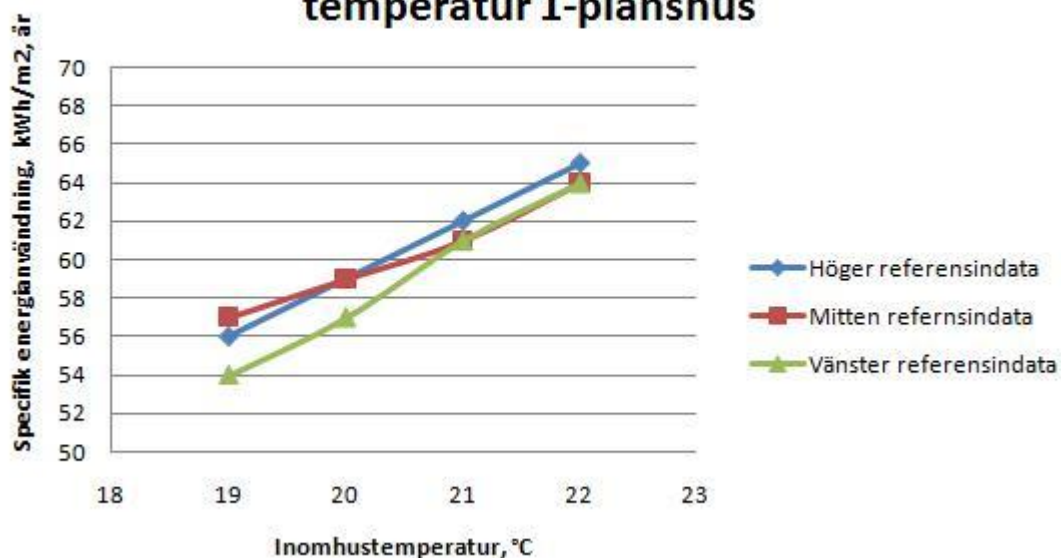
Temp. °C Indata	19	20	21	22
Referensindata med infiltration 0,12 oms/h och ventilation 0,5 oms/h	57 kWh/m ² , år	59 kWh/m ² , år	61 kWh/m ² , år	64 kWh/m ² , år
Referensindata med infiltration 0,1 oms/h och ventilation 0,4 oms/h	55 kWh/m ² , år	57 kWh/m ² , år	59 kWh/m ² , år	61 kWh/m ² , år

Vänster

Temp. °C Indata	19	20	21	22
Referensindata med infiltration 0,12 oms/h och ventilation 0,5 oms/h	54 kWh/m ² , år	57 kWh/m ² , år	61 kWh/m ² , år	64 kWh/m ² , år
Referensindata med infiltration 0,1 oms/h och ventilation 0,4 oms/h	52 kWh/m ² , år	55 kWh/m ² , år	58 kWh/m ² , år	61 kWh/m ² , år

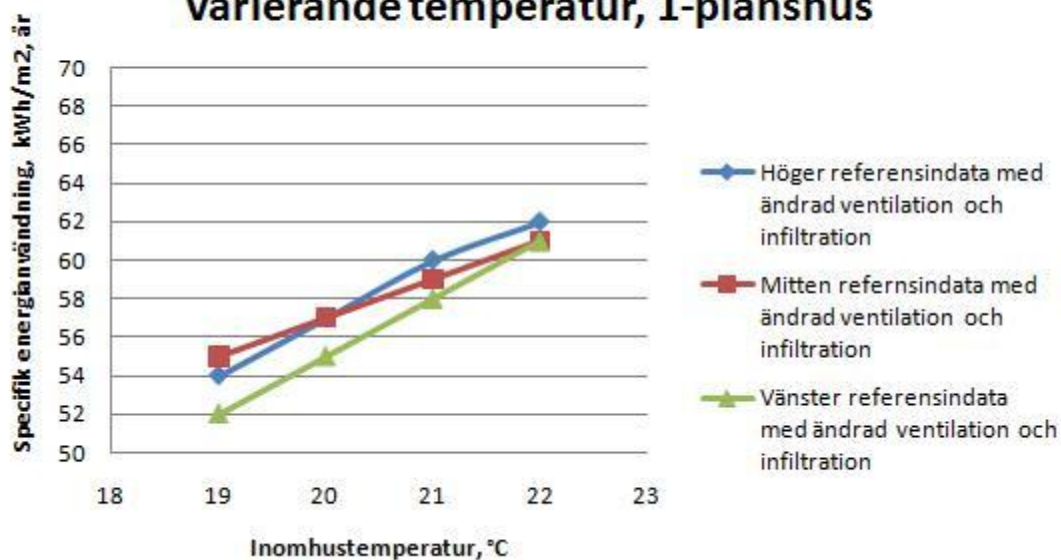
Tabell 47-49. Resultat för energiberäkningar med varierande temperatur samt olika täthet

Referensindata, med varierande temperatur 1-planshus



Figur 33. Diagram över resultat i Tabell 47-49

Referensindata med ändringar för varierande temperatur, 1-planshus



Figur 34. Diagram över resultat i Tabell 47-49

Indata	Specifik energianvändning, kWh/m ² , år Höger lägenhet	Specifik energianvändning, kWh/m ² , år Mittenlägenhet	Specifik energianvändning, kWh/m ² , år Vänster lägenhet
Referensindata	58	53	56
Verkningsgrad 80 % på värmeåtervinning	59	55	57
Högre hushållsel, 4000 kWh	56	-	-
Högre hushållsel, 5000 kWh	53	-	-
Med angivet U-värde	58	54	56

Tabell 50. Resultat för energiberäkningar för 2-planshus

Den genomsnittliga energianvändningen för 2-planshuset fås till 56 kWh/m², år för referensindata. Med referensindata men med angivna U-värden, istället för framräknade, fås även här 56 kWh/m², år.

Nedan anges resultat för beräkningar med varierande inomhustemperatur dels för referensindata och dels för referensindata med ändrad täthet och ventilation.

Höger

Temp. °C	19	20	21	22
Indata				
Referensindata med infiltration 0,12 oms/h och ventilation 0,5 oms/h	56 kWh/m ² , år	58 kWh/m ² , år	60 kWh/m ² , år	63 kWh/m ² , år
Referensindata med infiltration 0,1 oms/h och ventilation 0,4 oms/h	53 kWh/m ² , år	55 kWh/m ² , år	57 kWh/m ² , år	60 kWh/m ² , år

Mitten

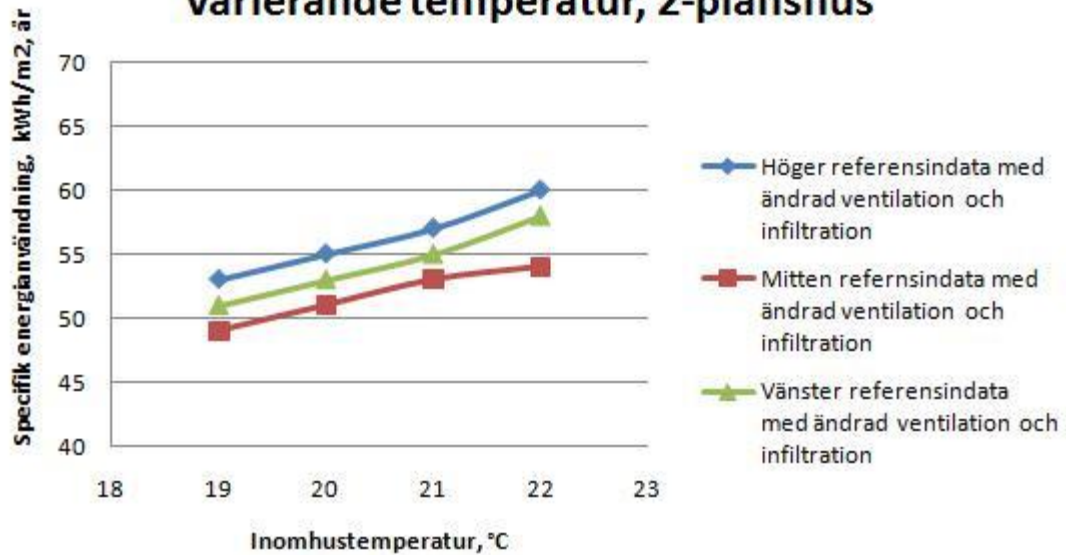
Temp. °C	19	20	21	22
Indata				
Referensindata med infiltration 0,12 oms/h och ventilation 0,5 oms/h	51 kWh/m ² , år	53 kWh/m ² , år	55 kWh/m ² , år	57 kWh/m ² , år
Referensindata med infiltration 0,1 oms/h och ventilation 0,4 oms/h	49 kWh/m ² , år	51 kWh/m ² , år	53 kWh/m ² , år	54 kWh/m ² , år

Vänster

Temp. °C	19	20	21	22
Indata				
Referensindata med infiltration 0,12 oms/h och ventilation 0,5 oms/h	53 kWh/m ² , år	56 kWh/m ² , år	58 kWh/m ² , år	61 kWh/m ² , år
Referensindata med infiltration 0,1 oms/h och ventilation 0,4 oms/h	51 kWh/m ² , år	53 kWh/m ² , år	55 kWh/m ² , år	58 kWh/m ² , år

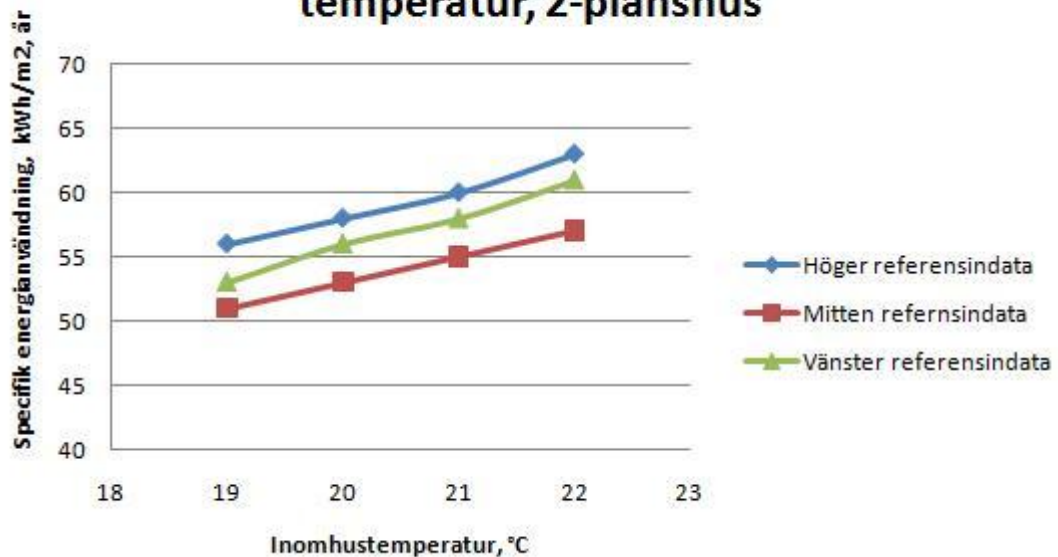
Tabell 51-53. Resultat för energiberäkningar med varierande temperatur samt olika täthet

Referensindata med ändringar för varierande temperatur, 2-planshus



Figur 35. Diagram över resultat i Tabell 51-53

Referensindata med varierande temperatur, 2-planshus



Figur 36. Diagram över resultat i Tabell 51-53

5 Erhållet resultat- jämförelser

5.1 Villa Westholm

5.1.1 Jämförelse med BBR och FEBYs kravspecifikation

BBR har som krav på specifik energianvändning, klimatzon II, 130 kWh/m², år. För Villa Westholm har vi beräknat den specifika energianvändningen till 71 kWh/m², år. Se uträkning och kommentarer under 4.1.4.2. Värdet innebär att energianvändningen ligger 45 % under BBRs krav.

Enligt FEBYs kravspecifikation får den specifika energianvändningen endast uppgå till 32 kWh/m², år. Detta medför att huset inte uppfyller FEBYs krav, då vi jämför med vårt framräknade värde.

5.1.2 Jämförelse med projekterat värde

Det projekterade värdet på 67 kWh/m², år inkluderar både hushållsel och den energi som fås från solfångare för uppvärmning av varmvatten. Den specifika energianvändningen blir 67-7-20= 40 kWh/m², år. Det framräknade värdet 71 kWh/m², år överstiger det projekterade värdet kraftigt.

5.1.3 Jämförelse med verkligt värde

Vi har uppskattat det verkliga värdet på specifik energianvändning till 67 kWh/m², år. Det beräknade värdet på 71 kWh/m²,år ligger mycket nära detta värde. Skillnaden är endast 6 %.

5.1.4 Energiklassning av byggnaden

För klassning av byggnader skall den köpta energin jämföras med de gränser som anges i *ft-SS-24300-2*, se Tabell 7-8 på s.16-17.

För klass B gäller att specifik energianvändning $\leq 0,75 \cdot E_{BSE}$. Där E_{BSE} fås ut Tabell 8.

Falun ligger i klimatzon II. Vi får

$$130 \times 0,75 = 97,5 \text{ kWh/m}^2$$

$$71 \text{ kWh/m}^2 < 97,5 \text{ kWh/m}^2$$

Alltså klassas byggnaden med B, efter våra beräkningar.

5.2 Glumslöv

5.2.1 Jämförelse med BBR och FEBYs kravspecifikation

BBR har som krav på specifik energianvändning, klimatzon III, 110 kWh/m², år. För 1-planshuset har vi fått ett genomsnitt på 58 kWh/m², år för den specifika energianvändningen. Vilket innebär att energianvändningen ligger 47 % under *BBR*s krav. För 2-planshuset fås 56 kWh/m², år. Vilket innebär att energianvändningen ligger 49 % under *BBR*s krav.

Enligt FEBYs kravspecifikation får den specifika energianvändningen endast uppgå till 30 kWh/m², år. Detta medför att både 1-plans- och 2-planshuset inte uppfyller FEBYs krav, då vi jämför med vårt framräknade värde. Även om hushållselen skulle uppgå till 5 000 kWh skulle endast 1-planshuset klara kravet.

5.2.2 Jämförelse med projekterat värde

Det projekterade värdet är 50-60 kWh/m², år. För att kunna jämföra med beräknade värden drar vi ifrån hushållselen från det projekterade värdet. Hushållselen är projekterad till 20-25 kWh/m², år. Detta ger en specifik energianvändning på 25-40 kWh/m², år. Intervallet blir så stort då både specifik energianvändning och hushållsel anges med breda intervall. De beräknade genomsnittsvärdena, 58 kWh/m², år respektive 56 kWh/m², år, ligger båda långt över detta intervall. Utgår man istället från det projekterade värdet för varmvatten, 25-30 kWh/m², år, och det projekterade värdet för uppvärmning/kyla, 0-5 kWh/m², år fås istället att det projekterade värdet, exklusive hushållsel, blir 25-35 kWh/m², år. Detta medför att de beräknade värdena ligger än högre över det projekterade värdet.

5.2.3 Jämförelse med verkligt värde

De verkliga värdena har beräknats med olika hushållsel, dels för vad AB Landskronahem uppskattar, och dels för vad vi anser rimligt.

För 1-planshuset fås, med hushållsel 5 000 kWh, 25 kWh/m², år och med vårt antagande om en hushållsel på 3 000 kWh/m², år, 51 kWh/m², år.

För 2-planshuset fås, med hushållsel 5 000 kWh, 37 kWh/m², år och med vårt antagande om en hushållsel på 3 000 kWh/m², år, 50 kWh/m², år.

Jämför vi de olika resultaten som fås för beräkning av de verkliga värdena ser vi att med antagen hushållsel, enligt vad vi ansett rimligt, kommer vi mycket närmre det svar som fås i energiberäkningen.

I både fallet med verkliga värden och för våra beräkningar fås att 2-planshuset får lägre specifik energianvändning.

5.2.4 Energiklassning av byggnaden

För klassning av byggnader skall den köpta energin jämföras med de gränser som anges i *ft-SS-24300-2*, se Tabell 7-8 på s.16-17.

För klass B gäller att specifik energianvändning $\leq 0,75 \cdot E_{\text{BSE}}$. Där E_{BSE} fås ut Tabell 8.

Glumslöv ligger i klimatzon III. Vi får

1-planshuset:

$$110 \times 0,75 = 82,5 \text{ kWh/m}^2$$

$$58 \text{ kWh/m}^2 < 82,5 \text{ kWh/m}^2$$

Alltså klassas byggnaden med B, efter våra beräkningar.

2-planshuset:

$$110 \times 0,75 = 82,5 \text{ kWh/m}^2$$

$$56 \text{ kWh/m}^2 < 82,5 \text{ kWh/m}^2$$

Alltså klassas byggnaden med B, efter våra beräkningar.

6 Analys

I arbetets startskede förväntade vi, och antog, att projekterade värden för energianvändning för passivhus nästan aldrig överensstämmer med det uppmätta värdet. Utifrån detta utarbetades sedan några frågeställningar, se 1.2 Problemformulering s.2. Utifrån de resultat vi erhållit av våra egna beräkningar framkommer att så även är fallet, i alla fall för de projekt vi undersökt. Då vi vid beräkningarna har haft tillgång till uppmätta värden har vi kunnat göra uppskattningar som ligger närmre sanningen än vad som gjordes under projekteringen. Det är säkerligen en faktor till att våra beräkningar ligger närmre det verkliga värdet än vad projekteringsberäkningarna gör. Dock ser vi att den verkliga energianvändningen ligger avsevärt högre än vad man projekterat. Vilket måste betyda att indata i projekteringsberäkningarna skiljer sig en hel del från hur det senare blev i verkligheten. Orsaker till fel skulle kunna vara att husen inte blir lika täta som man räknat med, att boendevanor så som vattenanvändning, vädring, inomhustemperatur och hur mycket hushållsel som används skiljer sig markant från vad man antar. Något vi noterat är att sådana saker skiljer mycket från hushåll till hushåll och därför förstår vi svårigheten i att göra dessa uppskattningar. Ett annat problem kan vara att projektörernas satta krav inte uppnås under utförandet, då kontroll saknas på byggarbetsplatsen.

För att få en bättre uppfattning om hur stor roll små ändringar i indata spelar på den totala energianvändningen har vi gjort ett antal olika beräkningar där vi låtit indata variera. Variationen på indata har låtit variera inom rimliga intervall. Resultaten för dess beräkningar ligger även de närmre det verkliga värdena än vad de projekterade värdena gör. En ganska stor spridning fås dock då man låter indata variera inom inte allt för stora gränser.

En annan möjlig förklaring till varför projekteringsberäkningarna visat sig vara så felaktiga kan tänkas vara att det tidigare inte funnits lika höga krav på redovisning av energiberäkningar. Först med *BBR 12*, år 2006, införs krav på beräkning av specifik energianvändning. Tidigare har kraven endast gällt U_m . Vi har upplevt det som att det råder olika uppfattningar och sätt på hur energiberäkningar genomförs, vad gäller krav och indata. Detta kanske har att göra med att det blev stora förändringar i och med *BBR 12* och att klara riktlinjer och bestämmelser inte funnits och att därför olika aktörer gjort sina tolkningar av bestämmelserna. Husen i Glumslöv uppfördes alltså innan krav på mer noggranna beräkningar infördes.

Efter att vi gjort kontrollberäkningar av U -värden fick vi andra svar än vad som fåtts som U -värden under projekteringen. Vi har i våra beräkningar

antagit lambdavärden på material som vi ansett rimliga. Intressant är att vi i vissa fall har behövt ändra lambdavärden så pass mycket att de nästan blir orimliga, för ett passivhus, för att komma upp i projekterat U-värde. Skillnaderna kan tänkas bero på hur beräkningarna av U-värde har genomförts. Vi har inte gått närmre in på de skillnader vi fått då det under energiberäkningarna visat sig att den slutliga energianvändningen inte påverkas nämnvärt av att U-värde är $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ istället för $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vi förväntade oss att 2-planshusen i Glumslöv skulle ha en lägre specifik energianvändning än 1-planshuset. Denna förväntning uppfylldes både av de uppmätta värdena och av våra beräkningar. 2-planshusen har en större golvarea än 1-planshuset om man ser till förhållande till klimatskalets area. Därför hade ett annat resultat varit konstigt då de är byggda enligt samma konstruktionstyp.

Inget av de projekt vi fördjupat oss i har klarat de gränsvärde som FEBY satt för att ett hus ska få kalla sig passivhus. Fortfarande kallas de passivhus på sidor som passivhuscentrum.se och under marknadsföring. Anledningen till detta måste vara att de här endast har tagits hänsyn till de projekterade värdena och tekniken husen är byggda i.

Vad gäller energiklassningen vi gjort av husen hade vi förväntat oss en bättre klass än vad vi fick. Några var mycket nära en högre klass och kan tänkas tillhöra denna, om våra beräkningar är någon kWh/m^2 , år fel. Som nämnt tidigare i arbetet fanns det från början ytterligare en klass, A^+ . Att denna klass tagits bort tolkar vi som att den är orimlig uppnå dels för dagens hus och dels för hus som kommer att uppföras inom snar framtid. Det verkar som att kraven har varit lite väl optimistiska.

Förutom fördjupningen har även en hel del andra energiberäkningar samlats in. Under granskningen av dessa har vi upptäckt att de indata som krävs i olika program skiljer sig från varandra. I en del program krävs till exempel varmvattenberedning som indata medan det fås som utdata i andra program. Dessutom har varje program sina egna rekommendationer på vilka värden som skall väljas. Olikheter i dess rekommendationer kan tänkas påverka resultatet.

Under arbetet med denna uppsats visade det sig att det var betydligt lättare att samla in energiberäkningar, och övrigt material, om hus som är nybyggda eller under uppförande, gentemot vad det var för äldre byggnader. Det var ju just lite äldre byggnader, med uppmätta värden, vi behövde för att kunna genomföra vårt arbete. För de två projekt vi fördjupade oss i fattades även här de projekterande beräkningarna då de som utfört dem var ovilliga att dela med sig av dessa. Svårigheten att få tag i material tror vi kan bero på att

beräkningar efterhand visat sig att inte stämma överens med verklig energiåtgång samt att det finns en tidsbrist ute i det verkliga arbetslivet. Denna tidsbrist skulle kunna medföra att tiden prioriteras till annat än att hjälpa examensarbetare med material.

7 Slutsatser

Av vår analys och våra resultat drar vi slutsatserna

- Att de uppmätta värdena tycks ligga högre än vad de projekterade värdena anger
- Att det finns en stor svårighet att uppskatta indata som i slutändan påverkar energiåtgången påfallande mycket
- Att små skillnader i U-värde inte påverkar resultatet ens i närhet av lika mycket som ändring av verkningsgrad, inomhustemperatur, hushållsel, samt infiltration och ventilation
- Att alla hus som anges vara passivhus i verkligheten, med avseende till uppmätta värden, egentligen inte är passivhus
- Att det är svårt att få tag i energiberäkningar för äldre hus

8 Diskussion

Under arbetet med beräkningarna har vi varit tvungna att göra en hel del antaganden eftersom det varit omöjligt att få tag i fullständig data för uppmätta värden. Vi har fått genomsnittsvärden och ungefärliga värden, men den största bristen har nog varit att fördelningen mellan olika energiposter har varit omöjlig att få. Vi har fått en bild av att fastighetsägare själva inte heller vet hur fördelningen av energin ser ut. Vi trodde att intresset för att mäta och spåra energianvändningen, speciellt för passivhus, skulle vara större. Vad gäller enskilda husägare förstår vi dock att dessa inte kan förväntas ha lika stor kunskap och intresse för detta.

Uppfattningen att hushållselen är den post som står för nästan hela energianvändningen har funnits hos både boende i *Villa Westholm* och hos AB Landskronahem. Våra antaganden, med vad vi tycker är rimliga värden, har lett till att denna teori inte håller. För husen i Glumslöv angavs dessutom att de inte hade någon energiåtgång för direkt uppvärmning men resultaten pekar på att detta inte är möjligt.

Om det är allmänt känt i branschen, att verkliga värden ofta ligger över de projekterade, tycker vi det är konstigt att man inte vidtar sådana marginaler att man klarar gränsvärdena för passivhus med den verklig energianvändning. Vi har sett att de råd som FEBY ger i sin kravspecifikation inte alltid efterföljs. Ett exempel är det råd som anges på fönsterarean, 15 % av golvarean. Detta råd har inget av de projekt vi beskrivit följt. Vi har även sett exempel på att man i de projekterande energiberäkningarna antar värden som inte uppfyller FEBYs krav.

De hus som enligt uppmätta värden senare visar sig inte klara gränsvärdena för passivhus har fått behålla sin titel som passivhus. Skulle de bli av med denna benämning kanske en större press hade satts på att man skall klara gränsen. Vi ser häri att det finns en svårighet då passivhus egentligen är ett koncept och inte ett speciellt gränsvärde vad gäller energiförbrukning.

De gränsvärden som FEBY anger skiljer sig inte särskilt mycket vad gäller klimatzon I och III något vi reagerade över.

Däremot är intervallen mycket stora vad gäller den nya standarden för energiklassning. De projekt vi fördjupat oss i var alla nära att hamna i en högre klass. Husen i Glumslöv fick samma klassning som ett hus med en specifik energianvändning på ca 25 kWh/m² mer. Vi upplever det därför som att ingen bra uppfattning om energianvändningens storlek fås då endast klassbeteckningen studeras. Hela certifikatet, med all dess information, måste finnas till handa för att en bra bild skall fås.

Ett resultat som överraskade var att för 1-planshuset låg den specifika energianvändningen högre för mittenlägenheten än för höger och vänster lägenhet. Detta gäller vid lägre temperaturer, ca 19-20°C. Detta verkar konstigt och vi har gått igenom indata för lägenheterna igen för att se om något blivit fel. Dock har inga felaktigheter kunnats hitta i indata.

Man kan ifrågasätta om de ändringar som gjordes i och med *BBR 12, 2006*, borde varit lite strängare. Det gjordes ingen åtstramning av kraven om man jämför med de gamla kraven på U_m . Vill man kan man "lura" systemet genom att ta till olika knep för att kringgå problem och förbättra resultatet vid energiberäkning. Det kanske hade varit bättre att ställa krav endast på klimatskärmen, och möjligtvis för uppvärmningssystemet för sig, för att få en beräkning som inte går att påverka lika mycket.

9 Referenser

9.1 Tryckta källor

Adamson, B., Hidemark, B., mfl. (1986) *Sol, energi, form- utformning av lågenergihus*. Stockholm: Spångbergs Tryckerier AB.
(ISBN 91-540-4471-5)

Blomsterberg, Å. (2009) *Lågenergihus- En studie av olika koncept*. Lund: KFS AB.
(ISBN 978-91-85147-38-0)

Boverket (1989) *Nybyggnadsregler -föreskrifter och allmänna råd*. Stockholm: Svenskt Tryck. Upplaga 1:1.
(ISBN 91-38-09758-3)

Boverket (1993) *BFS 1993:57 BBR 1*.
Tillgänglig på internet:
<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/aldre-byggregler/BBR/>>
[Hämtad 2010-03-16]

Boverket A (2002) *BFS 2002:18 BBR 9*.
Tillgänglig på internet:
<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/aldre-byggregler/BBR/>>
[Hämtad 2010-03-16]

Boverket B (2002) *BFS 2002:19 BBR 10*.
Tillgänglig på internet:
<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/aldre-byggregler/BBR/>>
[Hämtad 2010-03-16]

Boverket (2006) *BFS 2006:12 BBR 12*.
Tillgänglig på internet:
<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/aldre-byggregler/BBR/>>
[Hämtad 2010-03-16]

Boverket (2008) *BFS 2008:20 BBR 16*.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/aldre-byggregler/BBR/>>

[Hämtad 2010-03-16]

Efem (2009) *Önsbacken-Klimatsmart villa i Falun*.

Erhållen av Helena Westholm via e-post 2010-03-29.

Tillgänglig på internet:

<http://www.efemarkitektkontor.se/sid3_1_bostad.html>

Elmroth, A. (2009) *Energihushållning och värmeisolering*. Lund: Wallin & Dalholm Boktryckeri AB.

(ISBN 978-91-7333-338-2)

Forum för Energieffektiva Byggnader, FEBY (2009) Kravspecifikation för Passivhus. *LTH rapport EBD-R--09/25*.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.energieffektivabyggnader.se/vanstermeny/rapporter>>

[Hämtad 2010-03-05]

Integrert energidesign i bygg (2007) *Radhus i Glumslöv*.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.ied.no>>

[Hämtad 2010-04-22]

International Energy Agency (2010) *Sustainable Solar Housing: Landskrona Sweden*.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.ecbcs.org/docs/>>

[Hämtad 2010-04-22]

Jansson, U.(2008) *Passive houses in Sweden. Experiences from design and construction phase*. *LTH rapport EBD-T--08/9*. Lund: KFS AB.

(ISBN 978-91-85147- 24-3)

Tillgänglig på internet:

<<http://www.ebd.lth.se/publikationer/>>

[Hämtad 2010-03-07]

Liss, J-E. (2004) *Pilotstudie avseende fastvolymprocenter i staplad och stjälpt björkved*. Systemutveckling/Arbetsvetenskap Arbetsdokument 7-2004 Garpenberg.

Tillgänglig på internet:

<<http://dalea.du.se/>>

[Hämtad 2010-05-18]

Passivhuscentrum A (2010) *Vad är ett passivhus?*

Tillgänglig på internet:

<<http://www.passivhuscentrum.se/broschyror.html>>

[Hämtad 2010-03-10]

Statens planverk (1967) *Svensk Byggnorm 67(BABS 1967)*.

Stockholm: Boktryckeri AB Thule.

Statens planverk (1976) *SBN 1975 Supplement 1- Energihushållning mm*.

Stockholm: Grafiska Gruppen.

(ISBN 91-38-02929-4)

Statens planverk (1981) *Statens planverks författningssamling, PFS 1980:1*

Svensk byggnorm, SBN 1980. Stockholm: Liber Tryck.

(ISBN 91-38-05209-1)

Swedish Standards Institute, SIS A (2009) *Byggnaders energiprestanda-*

Effektklassning av värmebehov, ft-SS-24300-1. Utgåva 1.

Tillhandahållen av Bertil Fredlund, LTH, den 2009-02-25

Swedish Standards Institute, SIS B (2009) *Byggnaders energiprestanda-*

Energiklassning av energianvändning, ft-SS-24300-2. Utgåva 1.

Tillhandahållen av Bertil Fredlund, LTH, den 2009-02-25

Wahlström Å. (2009) *Bakgrund till ft-SS-24300, Byggnaders*

energiprestanda -Energiklassning.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.energy-management.se/publications>>

[Hämtad 2010-03-18]

9.2 Internet

Aroseken Egna Hem A (2009) Faktablad.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.roseken.se>>

[Hämtad 2010-03-28]

Boverket A (2009) SBN från 1968 till 1989.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/aldre-byggregler/SBN/>>

[Hämtad 2010-03-16]

Boverket B (2009) NR från 1989 till 1994.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/aldre-byggregler/NR/>>

[Hämtad 2010-03-17]

Boverket C (2009) Energideklaration.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Energideklaration/>>

[Hämtad 2010-03-18]

CTEN (2010) Produktbeskrivning.

Tillgänglig på internet:

<www.cten.se>

[Hämtad 2010-04-12]

Energihuskalkyl (2010) Välkommen till energihuskalkyl.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.energihuskalkyl.se>>

[Hämtad 2010-04-16]

Energimyndigheten A (2008) Byggforskning.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.energimyndigheten.se/sv/Forskning/Byggforskning/>>

[Hämtad 2010-03-09]

Energimyndigheten B (2008) Tidningen Energivärlden- Tema passivhus.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.energimyndigheten.se/sv/Press/Tidningen-Energivarlden/Tema-passivhus/>>

[Hämtad 2010-03-10]

Energi och Byggnadsdesign (2009) Derob-LTH.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.ebd.lth.se>>

[Hämtad 2010-04-15]

Equa (2002) IDA klimat och energy 3.0.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.equa.se/ice/sve.html>>

[Hämtad 2010-04-23]

European Comission (2010) Concerted action.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.epbd-ca.org/>>

[Hämtad 2010-03-10]

Kristianstads kommun (2008) Passivhus Thermofloc Villa Thermo.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.kristianstad.se>>

[Hämtad 2010-04-12]

Kristianstads kommun (2009) Kreativa hus- Alba 130.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.kristianstad.se>>

[Hämtad 2010-04-12]

Kungsbacka kommun (2008) Vatten ekonomi.

Tillgänglig på internet:

<http://www.kungsbacka.se/upload/Bygga&Bo/energi/vattenekonomi_kba.pdf>

[Hämtad 2010-05-18]

LB-hus (2010) Våra hus.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.lbhus.se/vara-hus.php>>

[Hämtad 2010-03-29]

Passivhaus Institut (2010) Was ist ein Passivhaus?

Tillgänglig på internet:

<<http://www.passiv.de/>>

[Hämtad 2010-03-07]

Passivhuscentrum B (2010) Mer om passivhus.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.passivhuscentrum.se/passivhus.html>>

[Hämtad 2010-03-09]

Passivhuscentrum C (2010) Falun- enfamiljsvilla.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.passivhuscentrum.se/projekt.html>>

[Hämtad 2010-03-29]

Profile (2010) Täta tak som låter huset andas.

Tillgänglig på internet:

<http://www.profile.dk/SEP/tyvek_underlagstak.htm>

[Hämtad 2010-04-09]

Sol och Energiteknik (2010) Solfångare.

Tillgänglig på internet:

<http://www.solenergiteknik.se/default.asp?url=http%3A//www.solenergiteknik.se/rwdx/cache/tankar_777.asp>

[Hämtad 2010-04-09]

StroSoft (2010) VIP+.

Tillgänglig på internet:

<<http://vip.strusoft.com>>

[Hämtad 2010-04-16]

SWEDAC (2010) Energideklaration för byggnader.

Tillgänglig på internet:

<[http://www.swedac.se/sdd/System.nsf/\(GUIview\)/index.html](http://www.swedac.se/sdd/System.nsf/(GUIview)/index.html)>

[Hämtad 2010-03-18]

Thermofloc Scandinavia AB (2010) Vägg- och takduk.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.thermofloc.se/>>

[Hämtad 2010-04-12]

Västerviks kommun (2007) Energieffektiva byggnader - efem arkitektkontor ab.

Tillgänglig på internet:

<<http://www.vastervik.se>> Sök: Villa Westholm

[Hämtad 2010-05-11]

9.3 Muntliga kontakter

AB Landskronahem. Uppmätta värden.

Erhållit via mail av AB Landskronahem.

[2010-04-26]

Aroseken Egna Hem B (2009) Energiberäkning.

Erhållit via mail av Aroseken Fastighet AB.

[2010-03-24]

Control Engineering Sweden AB (2009) Energiberäkning.

Erhållit via mail av Thermofloc Scandinavia AB.

[2010-03-29]

Efem - arkitektkontor A (2006) Ritningar.

Erhållit via mail av efem - arkitektkontor ab.

[2010-03-29]

Efem - arkitektkontor B (2006) Indata energiberäkning.

Erhållit via mail av efem - arkitektkontor ab.

[2010-04-08]

Emrahus A (2009) Ritningar.

Erhållit via mail av Emrahus.

[2010-04-08]

Emrahus B (2009) Energiberäkning.

Erhållit via mail av Emrahus.

[2010-04-09]

Kreativa Hus Arkitekter/CTEN AB A (2009) Ritningar.

Erhållit via mail av Kreativa Hus Arkitekter/CTEN AB .

[2010-04-08]

Kreativa Hus Arkitekter/CTEN AB B (2009) Energiberäkning.

Erhållit via mail av Kreativa Hus Arkitekter/CTEN AB.

[2010-04-08]

LB-hus (2009) Ritningar.

Erhållit via mail av LB-hus.

[2010-03-26]

Mersten Arkitektkontor AB, Hultin Lundqvist Arkitektur AB (2003)

Ritningar.

Erhållet via mail av AB Landskronahem.

[2010-04-21]

PEAB AB (2009) Ritningar.

Erhållet via mail av Aroseken Fastighet AB.

[2010-03-24]

Skanska Teknik (2008) Energiberäkning.

Erhållet via mail av LB-hus.

[2010-03-26]

Thermofloc Scandinavia AB (2009) Ritningar.

Erhållet via mail av Thermofloc.

[2010-03-29]

Bilaga 1- Kontrollberäkningar av U-värden

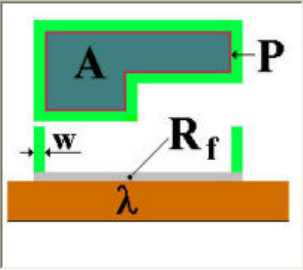
Villa Westholm

Namn:

Konstruktionstyp:

Eget U-värde:

Beräknat U-värde:



A m²

P m

λ W/m·°C

w m

R_f m²·°C/W

A = bjälklagets invändiga area
P = omkrets (perimeter) mot uteklimat
 λ = markens värmekonduktivitet
(lera/silt:1.5, sand/morän:2, berg:3.5)
w = total vägg tjocklek
R_f = bjälklag, exkl R_{si}, R_{se}

Figur 1. Beräkning av U-värde grund

Namn:

Konstruktionstyp:

Eget U-värde:

Beräknat U-värde:

Korrektion U-värde:

Korrektion värmemotstånd:

Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Mineralull 1	70	0,000	0,037	Träreglar	V	10,0	0,140
3	Cellplast	80	0,000	0,036			0,0	0,000
4	Ångspärr	0	0,000	0,000			0,0	0,000
5	Mineralull 1	170	0,000	0,037	Träreglar	V	7,5	0,140
6	Gipsskiva	9	0,000	0,250			0,0	0,000
7	Cellplast	80	0,000	0,036			0,0	0,000
8	Luftspalt, svagt ventilerad	28	0,000	0,000			0,0	0,000
9	Lockpanel	22	0,000	0,140			0,0	0,000

Figur 2. Beräkning av U-värde yttervägg

Namn: Eget U-värde:

Konstruktionstyp: Beräknat U-värde:

Korrektion U-värde:

Korrektion värmemotstånd:

Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

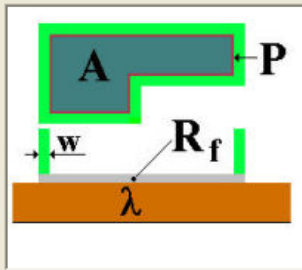
Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Mineralull 1	45	0,000	0,037	Träreglar	H	15,0	0,140
3	Säkerhetsfolie	2	0,000	0,000			0,0	0,000
4	Lösull	450	0,000	0,040			0,0	0,000
5	Board	3	0,000	0,130			0,0	0,000
6	Luftspalt, väl ventilerad	50	0,000	0,000			0,0	0,000
7	Trä	23	0,000	0,140			0,0	0,000
8	Underlagstäckning	2	0,000	0,000			0,0	0,000
9	Tätskikt	0	0,000	0,000			0,0	0,000
10	Takvegetation	20	0,000	0,000			0,0	0,000

OK ?

Figur 3. Beräkning av U-värde tak

Namn: Eget U-värde:

Konstruktionstyp: Beräknat U-värde:



A m²

P m

λ W/m·°C

w m

R_f m²·°C/W

A = bjälklagets invändiga area
P = omkrets (perimeter) mot uteklimat
 λ = markens värmekonduktivitet
(lera, silt: 1.5, sand, morän: 2, berg: 3.5)
w = total vägg tjocklek
 R_f = bjälklag, exkl R_{si} , R_{se}

OK ?

Figur 4. Beräkning av grund med angivet U-värde

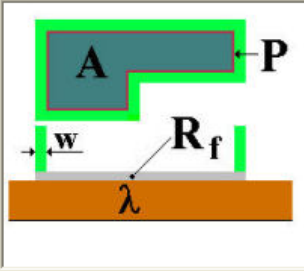
Glumslöv

Namn:

Konstruktionstyp:

Eget U-värde:

Beräknat U-värde:



A m²

P m

λ W/m.²C

w m

R_f m².°C/W

A = bjälklagets invändiga area
P = omkrets (perimeter) mot uteklimat
 λ = markens värmekonduktivitet
(lera,silt:1.5, sand,morän:2, berg:3.5)
w = total väggjocklek
R_f = bjälklag, exkl R_{si}, R_{se}

Figur 5. Beräkning av U-värde grund

Namn:

Konstruktionstyp:

Eget U-värde:

Beräknat U-värde:

Korrektion U-värde:

Korrektion värmemotstånd:

Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Minerallull, ståregelskiva 1	70	0,000	0,040	Träreglar	V	10,0	0,140
3	Ångspärr	2	0,000	0,000			0,0	0,000
4	Minerallull 1	170	0,000	0,037	Träreglar	H	3,8	0,140
5	Minerallull 1	145	0,000	0,037	Träreglar	V	7,5	0,140
6	Gipsskiva	9	0,000	0,250			0,0	0,000
7	Cellplast	60	0,000	0,036			0,0	0,000
8	Puts	8	0,000	1,000			0,0	0,000

Figur 6. Beräkning av U-värde yttervägg

Namn: Tak1-planshus
 Konstruktionstyp: Tak

Eget U-värde: 0,00
 Beräknat U-värde: 0,07
 Korrektion U-värde: ...
 Korrektion värmemotstånd: ...

Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Mineralull 1	28	0,000	0,037	Träreglar	H	7,0	0,140
3	Cellplast	70	0,000	0,036	Träreglar	H	3,8	0,140
4	Ångspärr	0	0,000	0,000			0,0	0,000
5	Lösull	450	0,000	0,040	Masonite	V	1,8	0,080
6	Yttertak-takpannor,bär-och ströläkt, p	0	0,000	0,000			0,0	0,000

OK Avbryt

Figur 7. Beräkning av U-värde tak 1-planshus

Namn: Tak2-planshus
 Konstruktionstyp: Tak

Eget U-värde: 0,00
 Beräknat U-värde: 0,09
 Korrektion U-värde: ...
 Korrektion värmemotstånd: ...

Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Mineralull 1	28	0,000	0,037	Träreglar	H	7,0	0,140
3	Cellplast	70	0,000	0,036	Träreglar	H	3,8	0,140
4	Ångspärr	0	0,000	0,000			0,0	0,000
5	Lösull	350	0,000	0,040	Masonite	V	1,8	0,080
6	Yttertak-takpannor,bär-och ströläkt, p	0	0,000	0,000			0,0	0,000

OK Avbryt

Figur 8. Beräkning av U-värde tak 2-planshus

Namn:

Konstruktionstyp:

Eget U-värde:

Beräknat U-värde:

A m²

P m

λ W/m,°C

w m

R_f m²·°C/W

A = bjälklagets invändiga area
P = omkrets (perimeter) mot uteklimat
 λ = markens värmekonduktivitet
(lera,silt:1.5, sand,morän:2, berg:3.5)
w = total vägg tjocklek
R_f = bjälklag, exkl R_{si}, R_{se}

OK Åvryt ?

Figur 9. Beräkning av grund med angivet U-värde

Namn:

Konstruktionstyp:

Eget U-värde:

Beräknat U-värde:

Korrektion U-värde:

Korrektion värmemotstånd:

Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Mineralull, stålregelskiva 1	70	0,000	0,040	Träreglar	V	10,0	0,140
3	Ångspärr	2	0,000	0,000			0,0	0,000
4	Mineralull 5	170	0,000	0,040	Träreglar	H	3,8	0,140
5	Mineralull 5	145	0,000	0,040	Träreglar	V	7,5	0,140
6	Gipsskiva	9	0,000	0,250			0,0	0,000
7	Cellplast 4	60	0,000	0,038			0,0	0,000
8	Puts	8	0,000	1,000			0,0	0,000

OK Åvryt ?

Figur 10. Beräkning av yttervägg med angivet U-värde

Namn: Tak1-planshus

Konstruktionstyp: Tak

Eget U-värde: 0,00

Beräknat U-värde: 0,08

Korrektion U-värde: ...

Korrektion värmemotstånd: ...

Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Mineralull 3	28	0,000	0,038	Träreglar	H	7,0	0,140
3	Cellplast 3	70	0,000	0,037	Träreglar	H	3,8	0,140
4	Ångspärr	0	0,000	0,000			0,0	0,000
5	Lösull 2	450	0,000	0,042	Masonite	V	1,8	0,080
6	Yttertak-takpannor,bär-och ströläkt, p	0	0,000	0,000			0,0	0,000

OK Avbryt

Figur 11. Beräkning av tak 1-planshus med angivet U-värde

Namn: Tak2-planshus

Konstruktionstyp: Tak

Eget U-värde: 0,00

Beräknat U-värde: 0,08

Korrektion U-värde: ...

Korrektion värmemotstånd: ...

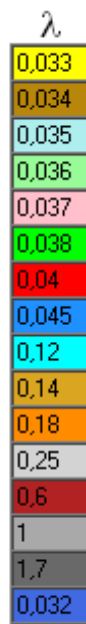
Konstruktionsmaterial (inifrån - utåt)

Nr	Material	Tjocklek	d-Lambda	Lambda1	Regelmaterial	Riktning	Procent	Lambda2
1	Gipsskiva	13	0,000	0,250			0,0	0,000
2	Mineralull	28	0,000	0,036	Träreglar	H	7,0	0,140
3	Cellplast 5	70	0,000	0,035	Träreglar	H	3,8	0,140
4	Ångspärr	0	0,000	0,000			0,0	0,000
5	Lösull 4	350	0,000	0,038	Masonite	V	1,8	0,080
6	Yttertak-takpannor,bär-och ströläkt, p	0	0,000	0,000			0,0	0,000

OK Avbryt

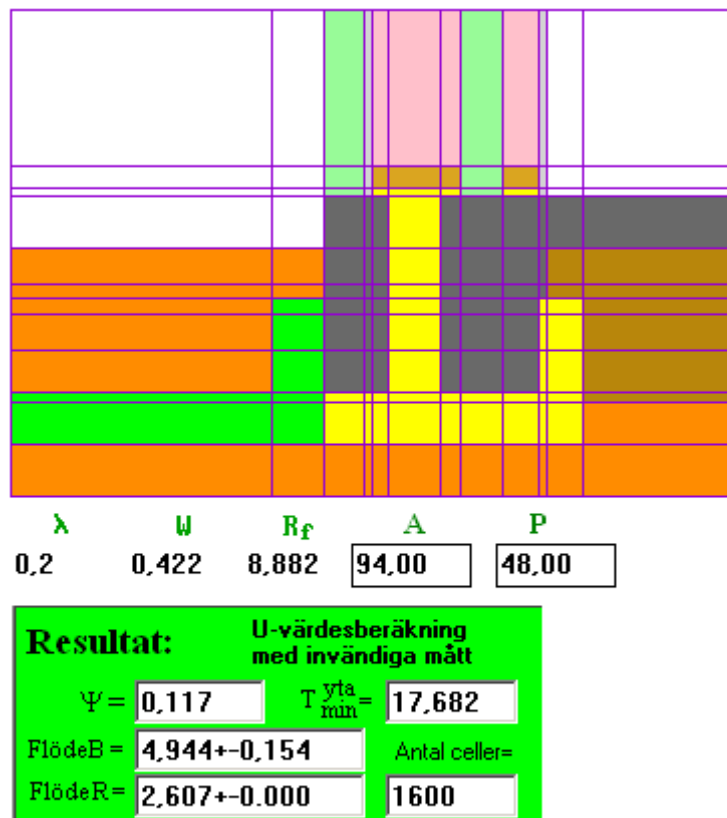
Figur 12. Beräkning av tak 2-planshus med angivet U-värde

Bilaga 2- Beräkning av köldbryggor

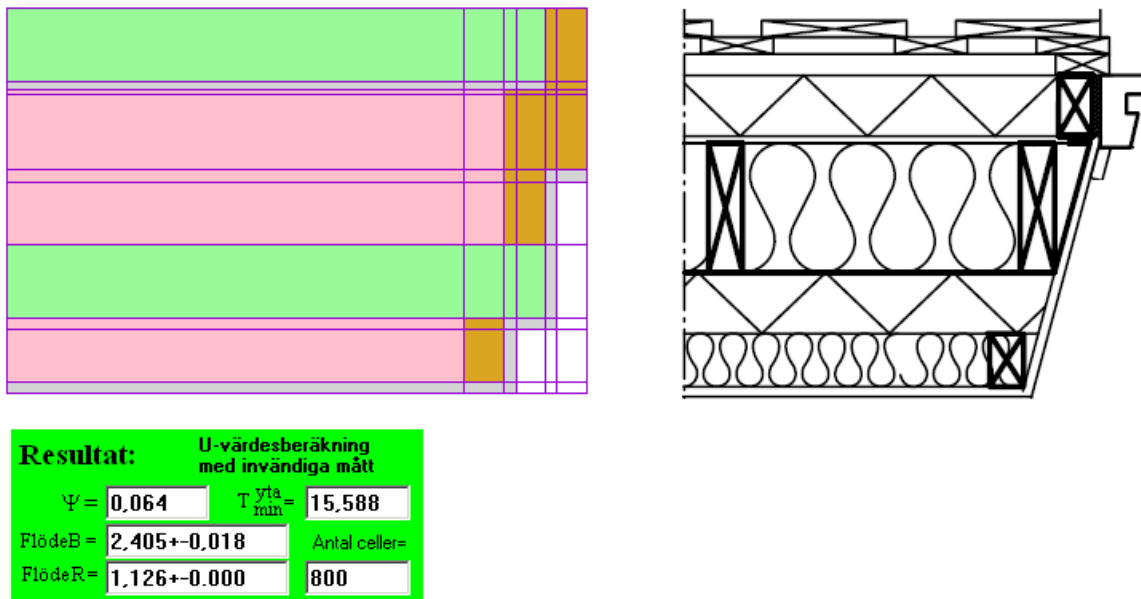


Figur 1. Färgschema över lambdavärden i figurer från *U-norm*

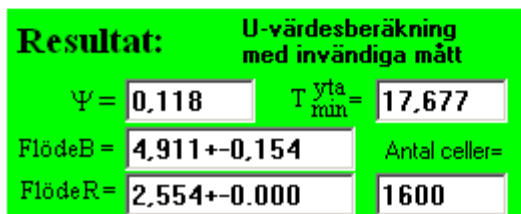
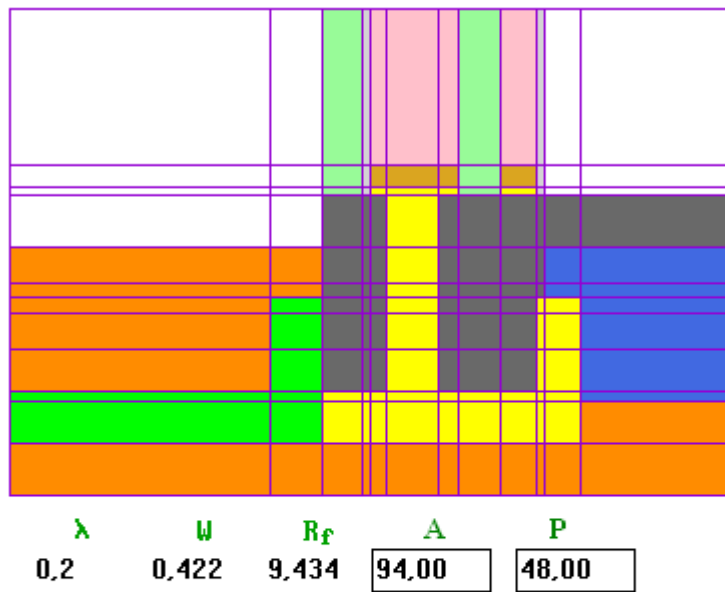
Villa Westholm



Figur 2. Beräkning av köldbrygga vid kantbalk

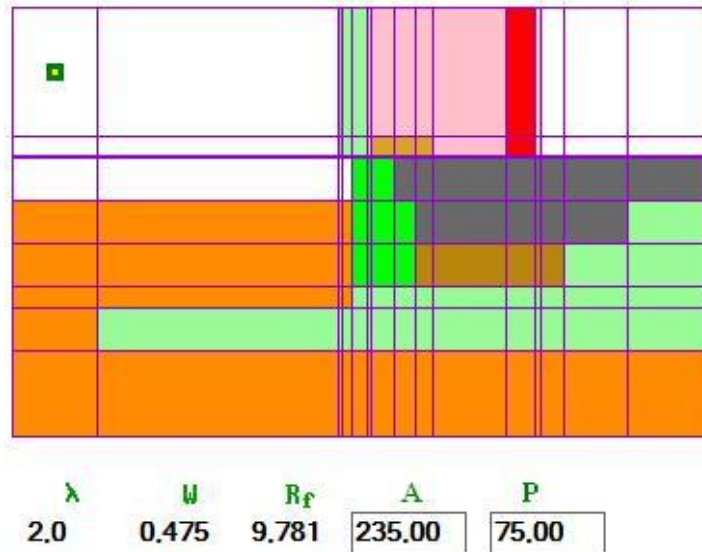


Figur 3. Beräkning av köldbrygga vid infästning av fönster och dörrar



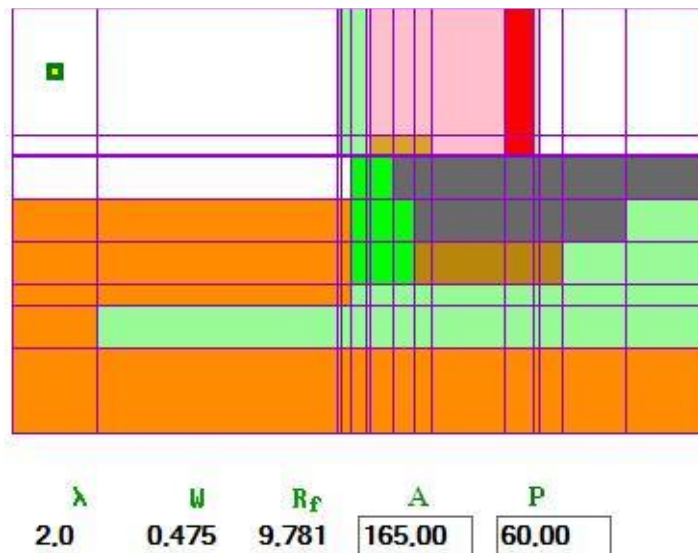
Figur 4. Beräkning av köldbrygga vid kantbalk med angivet U-värde

Glumslöv



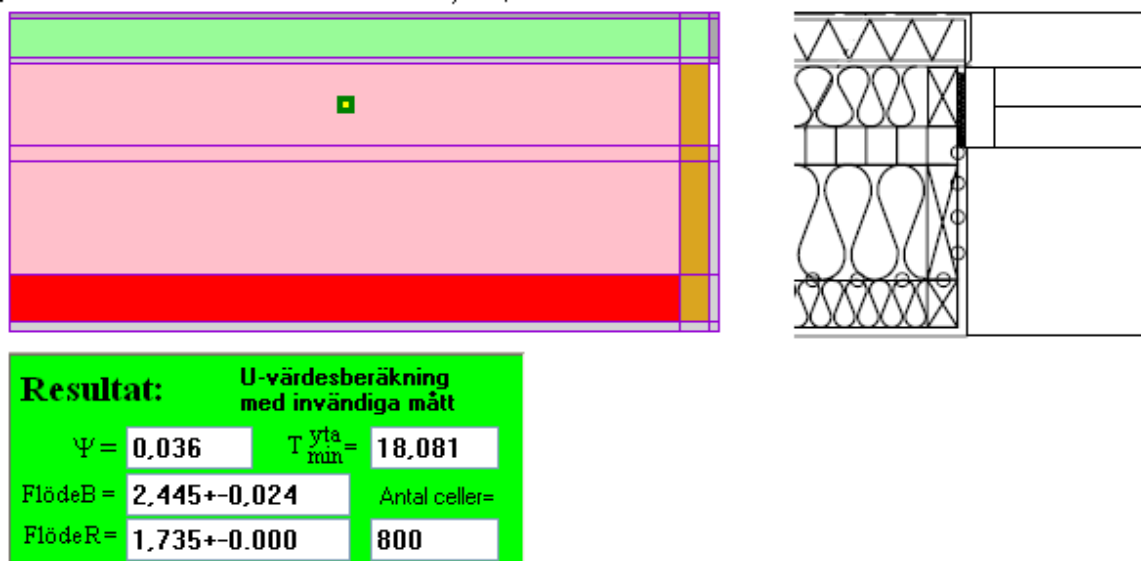
Resultat:		U-värdesberäkning med invändiga mått	
$\Psi =$	0.122	$T_{\text{min}}^{\text{yta}} =$	17.914
FlödeB =	8.421+-0.193	Antal celler =	
FlödeR =	5.985+-0.000		1600

Figur 5. Beräkning av köldbrygga vid kantbalk, 1-planshus

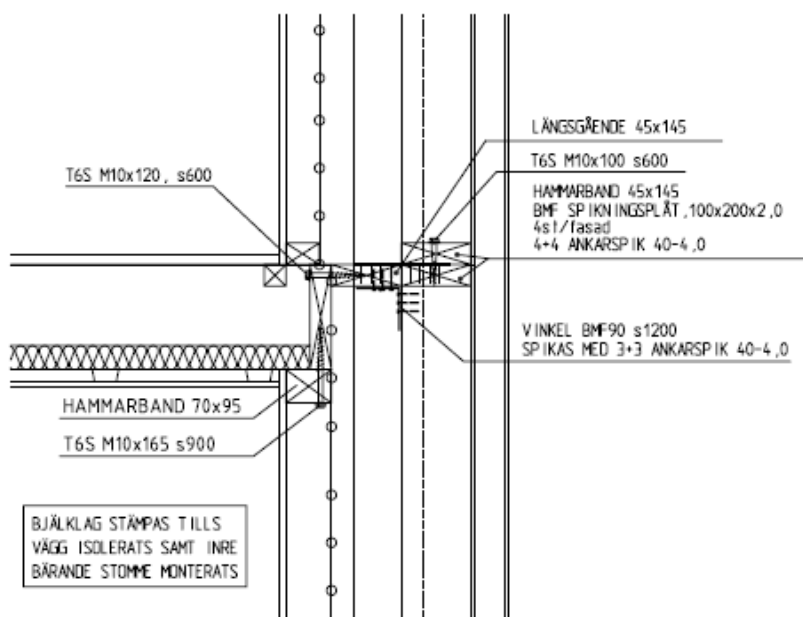


Resultat:		U-värdesberäkning med invändiga mått	
$\Psi =$	0.122	$T_{\text{min}}^{\text{yta}} =$	17.910
FlödeB =	7.849+-0.194	Antal celler =	
FlödeR =	5.399+-0.000		1600

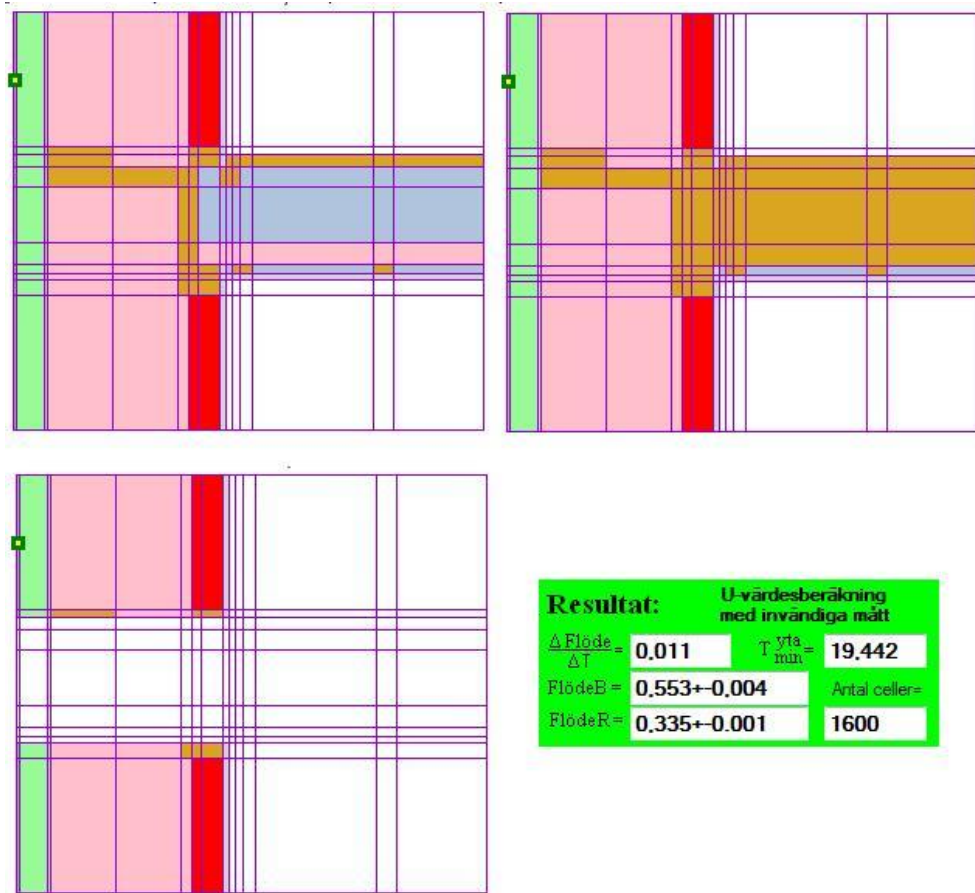
Figur 6. Beräkning av köldbrygga vid kantbalk, 2-planshus



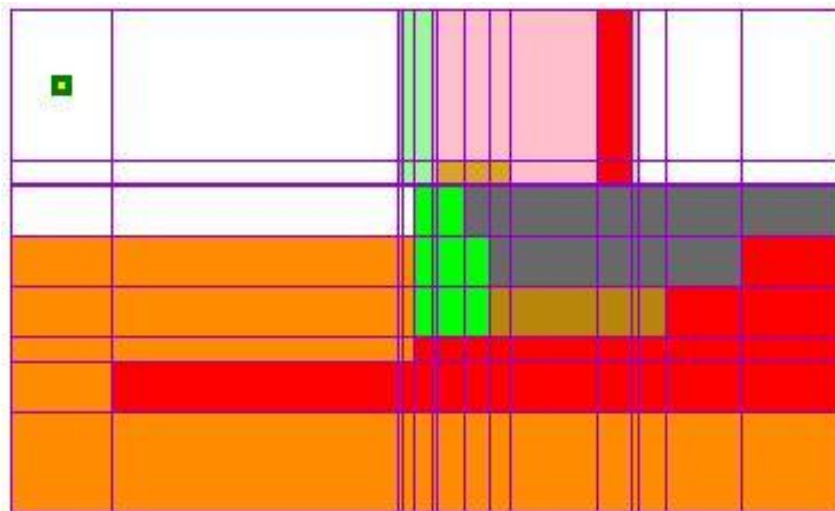
Figur 7. Beräkning av köldbrygga vid infästning av fönster och dörrar



Figur 8. Detalj över anslutning av mellanbjälklag i 2-planshus



Figur 9. Beräkning av köldbrygga vid anslutning av mellanbjälklag, 2-planshus



λ	W	R_f	A	P
2.0	0.475	8.809	235.00	75.00

Resultat:		U-värdesberäkning med invändiga mått	
$\Psi =$	0.122	$T_{min}^{yta} =$	17.875
FlödeB =	8.916+-0.196	Antal celler =	
FlödeR =	6.474+-0.000		1600

Figur 10. Beräkning av köldbrygga vid kantbalk med angivet U-värde, 1-planshus

λ	W	R_f	A	P
2.0	0.475	8.809	165.00	60.00

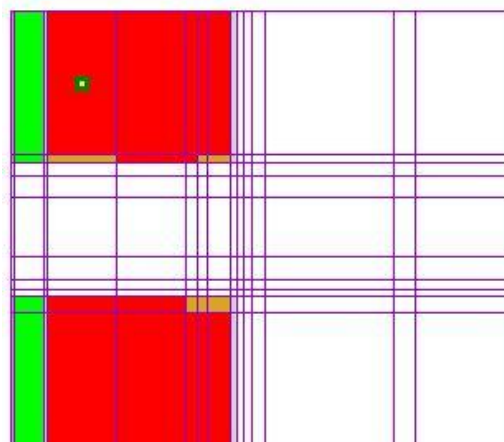
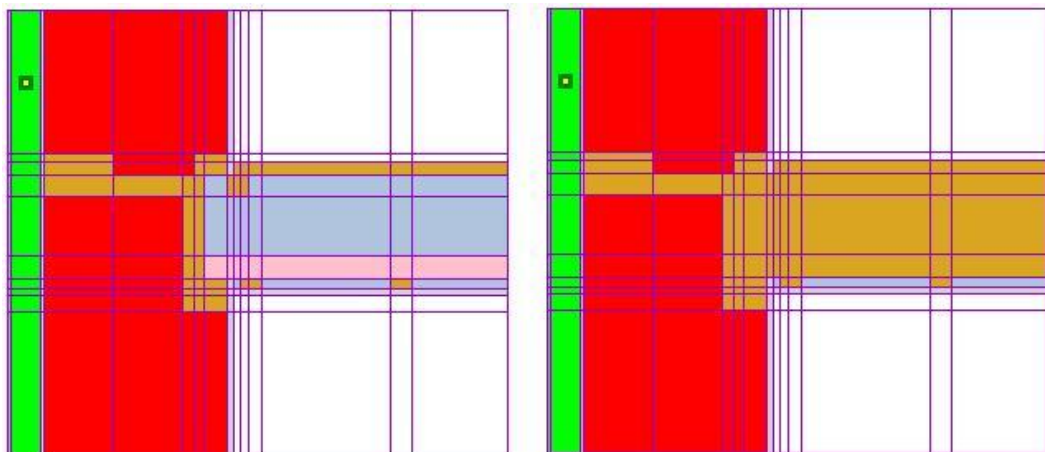
Resultat:		U-värdesberäkning med invändiga mått	
$\Psi =$	0.123	$T_{min}^{yta} =$	17.870
FlödeB =	8.299+-0.196	Antal celler =	
FlödeR =	5.842+-0.000		1600

Figur 11. Resultat av beräkning av köldbrygga vid kantbalk med angivet U-värde, 2-planshus. Samma illustration gäller som för beräkningen för 1-planshuset ovan



Resultat:		U-värdesberäkning med invändiga mått	
$\Psi =$	0,036	$T_{\text{min}}^{\text{yta}} =$	18,051
FlödeB =	2,555+-0,013	Antal celler =	
FlödeR =	1,845+-0,000		1600

Figur 12. Beräkning av köldbrygga vid infästning av fönster och dörrar med angivet U-värde



Resultat:		U-värdesberäkning med invändiga mått	
$\frac{\Delta \text{Flöde}}{\Delta T} =$	0,011	$T_{\text{min}}^{\text{yta}} =$	19,417
FlödeB =	0,583+-0,004	Antal celler =	
FlödeR =	0,356+-0,001		1600

Figur 13. Beräkning av köldbrygga vid anslutning av mellanbjälklag med angivet U-värde för yttervägg

Bilaga 3- Energiberäkningar



Resultat från Um-beräkning

2010-05-18 13:09

Westholm, Bostad - Utomhus

Sammanfattning

$U_m = (\text{Summa } U * A + \text{Summa } \Psi * L) / A_{om} = 0,16 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$

$U_m \text{ krav} = 0,50 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$

Byggnaden uppfyller kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m ² ,°C)	A (m ²)	U*A
1. Tak väster vegetation	0,08	79,0	6,32
2. Tak söder vegetation	0,08	19,4	1,55
3. Tak söder	0,08	44,2	3,54
4. Grund	0,10	94,2	9,42
5. Tak norr	0,08	79,0	6,32
6. Vägg väster	0,10	28,9	2,89
7. F6	0,85	0,8	0,68
8. F2	0,85	1,2	1,02
9. YD2	0,90	2,2	1,98
10. Vägg norr	0,10	75,1	7,51
11. F1	0,85	3,4	2,89
12. F2	0,85	1,2	1,02
13. F3	0,85	0,6	0,51
14. F4	0,85	1,0	0,85
15. F5	0,85	1,2	1,02
16. YD1	0,90	2,1	1,89
17. Vägg öster	0,10	27,5	2,75
18. F1	0,85	1,7	1,45
19. F4	0,85	1,0	0,85
20. F8	0,85	1,8	1,53
21. Vägg söder	0,10	68,4	6,84
22. F1	0,85	6,8	5,78
23. F2	0,85	1,2	1,02
24. F7	0,85	0,6	0,51
25. YD3	0,90	2,0	1,80
Aom & Summa U*A		544,50	71,93
Köldbrygga	Psi (W/m,°C)	L (m)	Psi*L
Yttervägg trä / mellanbjälklag trä	0,03	5,00	0,16
Takfot	0,01	25,60	0,26



Taknock	0,01	12,80	0,13
Ytterhörn-vägg	0,02	12,52	0,25
Gavel, Tak-vägg-hörn	0,02	20,30	0,41
Platta på mark	0,12	48,40	5,81
Fönster- och dörrinfästning	0,06	107,70	6,46
Längd köldbrygga & Summa Psi*L		232,32	13,47

Använda konstruktioner

Typ 1.

Golv

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

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

U-värde: 0,10 W/m²,°C

Typ 2.

Tak

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Mineralull 1	45	0,037	15	0,14
Säkerhetsfolie	2			
Lösull	450	0,04		
Board	3	0,13		
Luftspalt, väl ventilerad	50			
Trä	23	0,14		
Cellplast	30	0,036		
Takpannor	20			

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

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

U-värde: 0,08 W/m²,°C

Typ 3.

Tak W

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Mineralull 1	45	0,037	15	0,14
Säkerhetsfolie	2			
Lösull	450	0,04		
Board	3	0,13		
Luftspalt, väl ventilerad	50			
Trä	23	0,14		
Underlagstäckning	2			
Tätskikt	0			
Takvegetation	20			

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

Värmeövergångsmotstånd ute Rse: 0,04 m²,°C/W
 U-värde: 0,08 W/m²,°C

Typ 4.

Yttervägg W

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Mineralull 1	70	0,037	10	0,14
Cellplast	80	0,036		
Ångspärr	0			
Mineralull 1	170	0,037	7,5	0,14
Gipsskiva	9	0,25		
Cellplast	80	0,036		
Luftspalt, svagt ventilerat	28			
Lockpanel	22	0,14		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi: 0,13 m²,°C/W
 Värmeövergångsmotstånd ute Rse: 0,04 m²,°C/W
 U-värde: 0,10 W/m²,°C

Använda fönstertyper

Typ 5.

F1

U-värde: 0,85 W/m²,K

Typ 6.

F2

U-värde: 0,85 W/m²,K

Typ 7.

F3

U-värde: 0,85 W/m²,K

Typ 8.

F4

U-värde: 0,85 W/m²,K

Typ 9.

F5

U-värde: 0,85 W/m²,K

Typ 10.

F6

U-värde: 0,85 W/m²,K

Typ 11.

F7

U-värde: 0,85 W/m²,K

Typ 12.

F8

U-värde: 0,85 W/m²,K

Använda dörrtyper

Typ 13.

YD1

U-värde: 0,90 W/m²,K

Typ 14.

YD2

U-värde: 0,90 W/m²,K

Typ 15.

YD3

U-värde: 0,90 W/m²,K

Byggnadsytor - Bostad

Yta 1.

Tak väster vegetation

Konstruktion:	Tak W
Orientering:	270°
Nettoarea:	79,0 m ²

Yta 2.

Tak söder vegetation

Konstruktion:	Tak W
Orientering:	180°
Nettoarea:	19,4 m ²

Yta 3.

Tak söder

Konstruktion:	Tak
Orientering:	180°
Nettoarea:	44,2 m ²

Yta 4.

Grund

Konstruktion:	Golv
Orientering:	0°
Nettoarea:	94,2 m ²

Yta 5.

Tak norr

Konstruktion:	Tak
Orientering:	0°
Nettoarea:	79,0 m ²

Yta 6.

Vägg väster

Konstruktion:	Yttervägg W
Orientering:	270°
Nettoarea:	28,9 m ²

Yta 7.

F6

Konstruktion: F6
Orientering: 270°
Nettoarea: 0,8 m²

Yta 8.

F2

Konstruktion: F2
Orientering: 270°
Nettoarea: 1,2 m²

Yta 9.

YD2

Konstruktion: YD2
Orientering: 270°
Nettoarea: 2,2 m²

Yta 10.

Vägg norr

Konstruktion: Yttervägg W
Orientering: 0°
Nettoarea: 75,1 m²

Yta 11.

F1

Konstruktion: F1
Orientering: 0°
Nettoarea: 3,4 m²

Yta 12.

F2

Konstruktion: F2
Orientering: 0°
Nettoarea: 1,2 m²

Yta 13.

F3

Konstruktion: F3
Orientering: 0°
Nettoarea: 0,6 m²

Yta 14.

F4

Konstruktion: F4
Orientering: 0°
Nettoarea: 1,0 m²

Yta 15.

F5

Konstruktion: F5
Orientering: 0°
Nettoarea: 1,2 m²

Yta 16.

YD1

Konstruktion: YD1
Orientering: 0°
Nettoarea: 2,1 m²

Yta 17.

Vägg öster

Konstruktion: Yttervägg W
Orientering: 90°
Nettoarea: 27,5 m²

Yta 18.

F1

Konstruktion: F1
Orientering: 90°
Nettoarea: 1,7 m²

Yta 19.

F4

Konstruktion: F4
Orientering: 90°
Nettoarea: 1,0 m²

Yta 20.

F8

Konstruktion: F8
Orientering: 90°
Nettoarea: 1,8 m²

Yta 21.

Vägg söder

Konstruktion: Yttervägg W
Orientering: 180°
Nettoarea: 68,4 m²

Yta 22.

F1

Konstruktion: F1
Orientering: 180°
Nettoarea: 6,8 m²

Yta 23.

F2

Konstruktion: F2
Orientering: 180°
Nettoarea: 1,2 m²

Yta 24.

F7

Konstruktion: F7
Orientering: 180°
Nettoarea: 0,6 m²



Yta 25.

YD3

Konstruktion: YD3

Orientering: 180°

Nettoarea: 2,0 m²

Resultat från energiberäkning

2010-05-18 13:08

Westholm

Sammanfattning

Klimatzon:	Norr	Ort:	Borlänge
Bostadsarea:	153,0	Lokalarea:	0,0

Beräknad specifik energianvändning:	78 kWh/m ² .år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning:	130 kWh/m ² .år

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

Klaras kraven?

Den beräknade specifika energianvändningen är 40% lägre än BBR:s krav på uppmätt specifik energianvändning.

Denna marginal borde vara tillräcklig.

Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

Förluster

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

Tillskott

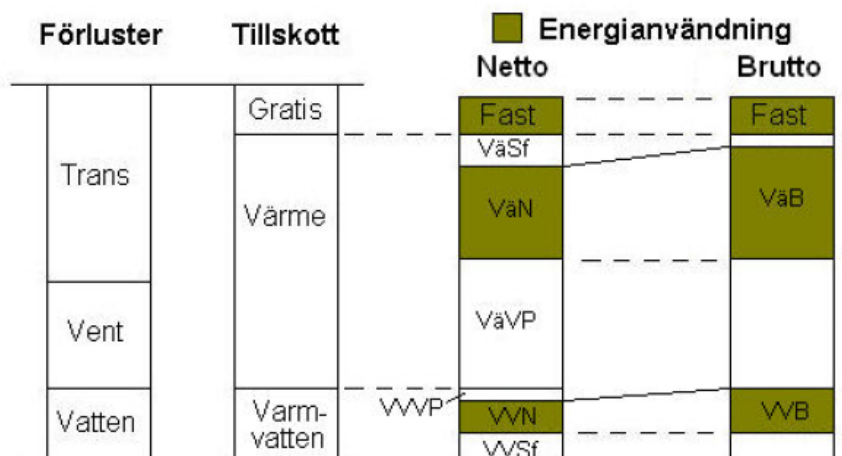
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

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

Principfigur

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



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Netto	
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VaN + VVN
Jan	1573	488	127	545	1516	127	127	2129
Feb	1483	460	115	707	1236	115	115	1715
Mar	1397	434	127	956	875	127	127	1210
Apr	1037	322	123	878	481	123	123	679
Maj	674	209	127	700	183	127	127	244
Jun	410	127	123	463	74	123	123	99
Jul	209	65	127	256	18	127	127	24
Aug	301	93	127	349	45	127	127	76
Sep	536	166	123	530	172	123	123	281
Okt	846	262	127	664	444	127	127	672
Nov	1140	354	123	529	965	123	123	1386
Dec	1435	445	127	492	1388	127	127	1964
Totalt	11041	3425	1500	7069	7397	1500	1500	10425

Indata

	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,3	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	19	0
Infiltration , omsättningar / h	0,15	0
Ventilation , omsättningar / h	0,5	0
Värmeväxling, %	0,85	0
Hushållsel/Verksamhetsel, kWh/år	3000	0
Fastighetsel , kWh / år	1500	0
Antal personer, genomsnitt, st	1,4	0
Årsvärmefaktor	1	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	938	0
Solfångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning , kWh / år	1500	0
Verkningsgrad för värme, %	75	0
Verkningsgrad för varmvatten, %	100	0

Klimatdata

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Utetemperatur (°C)	-6,1	-7,2	-3,3	1,9	8,3	12,7	16,0	14,3	10,2	5,5	0,2	-3,9
Globalstrålning (kWh/m ²)	10	28	71	96	170	170	165	127	74	37	14	7

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvarea, m²: 153,0

Volym, m³: 351,90

Yta	Area, m ²	U, W/m ² , °C	Orientering, °
Vägg norr	75,1	0,10	0
F1	3,4	0,85	
F2	1,2	0,85	
F3	0,6	0,85	
F4	1,0	0,85	
F5	1,2	0,85	
YD1	2,1	0,90	
Vägg öster	27,5	0,10	90
F1	1,7	0,85	
F4	1,0	0,85	
F8	1,8	0,85	
Vägg söder	68,4	0,10	180
F1	6,8	0,85	
F2	1,2	0,85	
F7	0,6	0,85	
YD3	2,0	0,90	
Tak söder	44,2	0,08	
Tak söder vegetation	19,4	0,08	
Tak väster vegetation	79,0	0,08	
Tak norr	79,0	0,08	
Vägg väster	28,9	0,10	270
F6	0,8	0,85	
F2	1,2	0,85	
YD2	2,2	0,90	
Grund	94,2	0,10	

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Yttervägg trä / mellanbjälklag trä	5,00	0,03
Takfot	25,60	0,01
Taknock	12,80	0,01
Ytterhörn-vägg	12,52	0,02
Gavel, Tak-vägg-hörn	20,30	0,02
Platta på mark	48,40	0,12
Fönster- och dörrinfästning	107,70	0,06

Resultat från Um-beräkning

2010-05-20 09:16

Glumslöv 1 höger, Bostad - Utomhus

Sammanfattning

$U_m = (\text{Summa } U * A + \text{Summa } \Psi * L) / A_{om} = 0,16 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$

$U_m \text{ krav} = 0,50 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$

Byggnaden uppfyller kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m ² ,°C)	A (m ²)	U*A
1. Golv	0,09	77,1	6,94
2. Yttervägg norr	0,09	18,5	1,67
3. F2	1,00	4,0	4,00
4. F4	1,00	2,0	2,00
5. FD1	1,00	1,1	1,13
5. FD1	1,00	1,1	1,07
6. Yttervägg söder	0,09	21,2	1,91
7. F7	1,00	0,8	0,80
8. F1	1,00	2,6	2,60
9. YD1	0,90	2,1	1,89
10. Yttervägg Öster	0,09	26,7	2,40
11. F5	1,00	1,0	1,03
11. F5	1,00	0,7	0,67
12. Tak Norr	0,07	49,0	3,43
13. Tak Söder	0,07	49,0	3,43
Aom & Summa U*A		256,90	34,97

Köldbrygga	Psi (W/m,°C)	L (m)	Psi*L
Platta på mark	0,12	29,50	3,54
Fönster- och dörrinfästning	0,04	39,01	1,56
Ytterhörn-vägg	0,02	6,28	0,13
Takfot	0,01	22,30	0,22
Taknock	0,01	11,15	0,11
Gavel, vägg-tak-hörn	0,02	12,20	0,24
Längd köldbrygga & Summa Psi*L		120,44	5,80

Använda konstruktioner

Typ 1.

Golv

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

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

U-värde: 0,09 W/m²,°C

Typ 2.

Tak1-planshus

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Mineralull 1	28	0,037	7	0,14
Cellplast	70	0,036	3,8	0,14
Ångspärr	0			
Lösull	450	0,04	1,8	0,08
Yttertak-takpannor,bär-o	0			

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

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

U-värde: 0,07 W/m²,°C

Typ 3.

Yttervägg 1

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Minerallull,stålregelskiv	70	0,04	10	0,14
Ångspärr	2			
Mineralull 1	170	0,037	3,8	0,14
Mineralull 1	145	0,037	7,5	0,14
Gipsskiva	9	0,25		
Cellplast	60	0,036		
Puts	8	1		

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

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

U-värde: 0,09 W/m²,°C

Använda fönstertyper

Typ 4.

F1

U-värde: 1,00 W/m²,K

Typ 5.

F2

U-värde: 1,00 W/m²,K

Typ 6.

F4

U-värde: 1,00 W/m²,K

Typ 7.

F5

U-värde: 1,00 W/m²,K

Typ 8.

F7

U-värde: 1,00 W/m²,K

Typ 9.

FD1

U-värde: 1,00 W/m²,K

Använda dörrtyper

Typ 10.

YD1

U-värde: 0,90 W/m²,K

Byggnadsytor - Bostad

Yta 1.

Golv	
Konstruktion:	Golv
Orientering:	0°
Nettoarea:	77,1 m ²

Yta 2.

Yttervägg norr	
Konstruktion:	Yttervägg 1
Orientering:	45°
Nettoarea:	18,5 m ²

Yta 3.

F2	
Konstruktion:	F2
Orientering:	45°
Nettoarea:	4,0 m ²

Yta 4.

F4	
Konstruktion:	F4
Orientering:	45°
Nettoarea:	2,0 m ²

Yta 5.

FD1	
Konstruktion:	FD1
Orientering:	45°
Nettoarea:	2,2 m ²

Yta 6.

Yttervägg söder	
Konstruktion:	Yttervägg 1
Orientering:	225°
Nettoarea:	21,2 m ²

Yta 7.

F7

Konstruktion:	F7
Orientering:	225°
Nettoarea:	0,8 m ²

Yta 8.

F1

Konstruktion:	F1
Orientering:	225°
Nettoarea:	2,6 m ²

Yta 9.

YD1

Konstruktion:	YD1
Orientering:	225°
Nettoarea:	2,1 m ²

Yta 10.

Yttervägg Öster

Konstruktion:	Yttervägg 1
Orientering:	135°
Nettoarea:	26,7 m ²

Yta 11.

F5

Konstruktion:	F5
Orientering:	135°
Nettoarea:	1,7 m ²

Yta 12.

Tak Norr

Konstruktion:	Tak1-planshus
Orientering:	45°
Nettoarea:	49,0 m ²



Yta 13.

Tak Söder

Konstruktion: Tak1-planshus

Orientering: 225°

Nettoarea: 49,0 m²

Resultat från energiberäkning

2010-05-19 10:06

Glumslöv 1 höger

Sammanfattning

Klimatzon:	Söder	Ort:	Lund
Bostadsarea:	77,1	Lokalarea:	0,0

Beräknad specifik energianvändning: 59 kWh/m².år

BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 110 kWh/m².år

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

Klaras kraven?

Den beräknade specifika energianvändningen är 46% lägre än BBR:s krav på uppmätt specifik energianvändning.

Denna marginal borde vara tillräcklig.

Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

Förluster

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

Tillskott

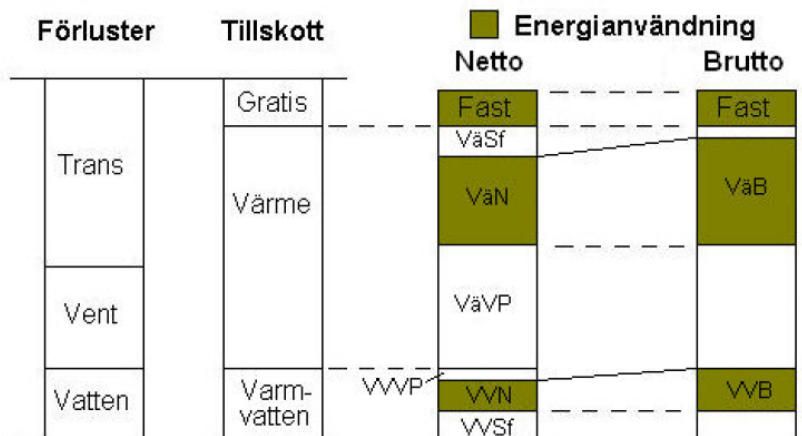
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

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 = VVN / nVä
VVB	Varmvatten Brutto = VVB / 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. Netto	
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VÄN + VVN
Jan	608	214	155	419	403	155	85	558
Feb	565	199	140	431	333	140	77	473
Mar	541	191	155	502	230	155	85	385
Apr	423	149	150	488	84	150	82	234
Maj	271	95	155	338	28	155	85	183
Jun	168	59	150	221	6	150	82	156
Jul	112	39	155	149	2	155	85	157
Aug	126	44	155	168	2	155	85	157
Sep	213	75	150	276	12	150	82	162
Okt	355	125	155	401	79	155	85	234
Nov	459	162	150	437	184	150	82	334
Dec	574	202	155	407	369	155	85	524
Totalt	4415	1554	1830	4237	1732	1830	1000	3562

Indata

	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,9	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	20	0
Infiltration , omsättningar / h	0,12	0
Ventilation , omsättningar / h	0,5	0
Värmeväxling, %	0,85	0
Hushållsel/Verksamhetsel, kWh/år	3000	0
Fastighetsel , kWh / år	1000	0
Antal personer, genomsnitt, st	1,4	0
Årsvärmefaktor	1	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Solfångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning , kWh / år	1830	0
Verkningsgrad för värme, %	100	0
Verkningsgrad för varmvatten, %	100	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/m²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m²: 77,1

Volym, m³: 223,59

Yta	Area,m ²	U, W/m ² ,°C	Orientering, °
Golv	77,1	0,09	
Yttervägg norr	18,5	0,09	45
F2	4,0	1,00	
F4	2,0	1,00	
FD1	2,2	1,00	
Tak Norr	49,0	0,07	
Yttervägg Öster	26,7	0,09	135
F5	1,7	1,00	
Tak Söder	49,0	0,07	
Yttervägg söder	21,2	0,09	225
F7	0,8	1,00	
F1	2,6	1,00	
YD1	2,1	0,90	

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Platta på mark	29,50	0,12
Fönster- och dörrinfästning	39,01	0,04
Ytterhörn-vägg	6,28	0,02
Takfot	22,30	0,01
Taknock	11,15	0,01
Gavel, vägg-tak-hörn	12,20	0,02