



TEKNISKA HÖGSKOLAN

HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

PREFABRICERADE PASSIVHUS

PREFABRICATED PASSIVE HOUSE

Marie Andersson
Sophie Eriksson

EXAMENSARBETE 2011
Byggnadsteknik

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom ämnesområdet Byggnadsteknik. Arbetet är ett led i den treåriga högskoleingenjörsutbildningen.

Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Examinator: Peter Johansson

Handledare: Ann-Carin Andersson

Omfattning: 15 hp

Datum: 2011-09-05

Postadress:
Box 1026
551 11 Jönköping

Besöksadress:
Gjuterigatan 5

Telefon:
036-10 10 00 (vx)

Abstract

European Union has made a new decision that all new built houses by 2020 shall be near-zero energy houses. Boverket's definition of near-zero energy houses intends buildings with good energy performance in which a proportion of the amount of energy that must be added to the building is made of renewable energy.

Passive House is a set of requirements from FEBY designed to build energy efficient buildings. This is achieved by reducing loss of heat through the building envelope and to take advantage of the passive heat from solar radiation, installation and heat sources like people living in the house.

This project has been made with help of Anebyhus and one of their model houses have been examined from the report's issues, including Anebyhus's energy performance, requirements for the manufacturing and assembly, how the envelope must be improved to fulfill the requirements for the Passive House and what energy calculation programs are available on the market.

The report aims to provide solutions for energy efficient houses that are adapted for production of house building.

Two visits to Anebyhus has been done to study their manufacture and assembly of building elements. The Energy calculation programs that have been investigated calculates the specific energy consumption of a building.

Anebyhus manage today BBR's requirement of 55 kWh/m² and year, but has not begun designing or building any Passive Houses. They have no special requirements for the design of their houses only that it should be possible to build using their present manufacturing and assembly process. The dimensions of the building elements is mainly restricted by the ability to transport the items on the truck to the construction sites.

The important part of prefabricated construction is the assembly because it is important that the house is built tightly so that no moisture or air leakage gets in to or out of the building. This is particularly important in Passive House building as the construction making demands higher accuracy.

The focus of the report is on the building envelope to Anebyhus's model house. To manage the stricter requirements that Passive House needs the whole building envelope needs to be replaced with better insulated constructions. Also the heating and ventilation systems must be changed to handle the requirements.

Energy calculations were made both by hand and by using the energy calculation program TMF. The results show that the Passive House we studied just manage FEBY's demands for a Passive House, which is 50 kWh/m² and year when solar panels are installed on the roof to cover the needs for hot water in the summer.

The conclusion is that Anebyhus doesn't have a particularly long way to go in the Passiv House technique, as the house Sadelvägen, which we studied, basically fulfill the requirements for a low-energy house. To meet the requirement without the solar panels, extra insulation would be needed, though the machines at Anebyhus aren't capable of that today.

Sammanfattning

EU har tagit ett nytt beslut om att alla nyproducerade hus år 2020 ska vara nära-nollenergihus. Boverkets definition på nära-nollenergibyggnader avser byggnader med god energiprestanda där en hög andel av den mängd energi som måste tillföras byggnaden utgörs av förnybar energi.

Passivhus är en uppsättning krav från FEBY som syftar till att bygga energisnåla hus. Detta uppfylls genom att minska förlusterna av värme genom klimatskalet samt att ta tillvara den passiva värmen från solinstrålning, installationer och människor i huset.

Detta examensarbete har gjorts i samarbete med Anebyhus. Ett av deras typhus har undersökts utifrån rapportens frågeställningar som bland annat tar upp Anebyhus energiprestanda, krav från tillverkning och montering, hur klimatskalet ska kunna förbättras för att uppfylla kraven för ett Passivhus samt vilka energiberäkningsprogram som finns att tillgå på marknaden.

Syftet med rapporten är att ta fram lösningar för energieffektiva hus som är produktionsanpassade för småhusindustrin.

Två besök på Anebyhus har gjorts för att ta reda på hur deras tillverkning och montering av byggnadselement fungerar. Energiberäkningsprogrammen som har undersökts räknar ut den specifika energianvändningen för en byggnad.

Anebyhus typhus klarar idag BBR:s krav på 55 kWh/m² och år, men har inte börjat utforma eller bygga några Passivhus. De har inga speciella krav på utformningen på sina hus bara det går att bygga. Byggnadselementens mått påverkas främst av möjligheten att kunna frakta elementen på lastbil till byggarbetsplatserna.

Den viktigaste delen vid prefabricerade byggen är själva monteringen då det är viktigt att huset blir tätt så inte fukt kommer in i byggnaden samt att det inte uppstår luftläckage. Detta är särskilt viktigt vid Passivhusbyggen eftersom konstruktionen ställer högre krav på noggrannheten.

Fokus i rapporten ligger på förbättringen av klimatskalet till Anebyhus typhus. För att klara de strängare Passivhuskraven behöver hela klimatskalet bytas ut mot bättre isolerade konstruktioner. Även värme- och ventilationssystem måste bytas ut för att klara kraven.

Energiberäkningar gjordes både för hand och med energiberäkningsprogrammet TMF. Resultatet visar att Passivhuset vi studerat precis klarar FEBY:s krav för ett Passivhus som ligger på 50 kWh/m² och år då solfångare installeras på taket för att täcka varmvattenbehovet på sommarhalvåret.

Slutsatsen är Anebyhus inte har speciellt lång väg att gå tills de når Passivhuskraven, eftersom typhuset Sadelvägen, som vi studerat, i stort sett klarar kraven för ett Minienergihus. För att klara kravet utan solfångare skulle dock extra isolering behövas, vilket maskinerna på Anebyhus inte klarar av idag.

Nyckelord

- Energiberäkningsprogram
- Energikrav
- EU-beslut
- Klimatskal
- Passivhus
- Prefabricering
- Specifik energianvändning

Innehållsförteckning

I	Inledning	6
1.1	BAKGRUND OCH PROBLEMBESKRIVNING	6
1.2	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	6
1.3	METOD.....	7
1.4	AVGRÄNSNINGAR	7
1.5	DISPOSITION	8
2	Teoretisk bakgrund	9
2.1	ANEBYHUS.....	9
2.2	ENERGIANVÄNDNING.....	9
2.3	ENERGIKÄLLOR.....	10
2.3.1	Fossila bränslen	10
2.3.2	Elvärme.....	10
2.3.3	Biobränslen.....	11
2.3.4	Solenergi.....	11
2.4	ENERGIKRAV	11
2.4.1	Boverkets byggregler.....	12
2.4.2	Minienergihus.....	14
2.4.3	Passivhus	15
2.4.4	Nollenergihus och Plushus	16
2.5	UPPVÄRMNINGSSYSTEM	16
2.5.1	Värmepump Nibe F750.....	16
2.5.2	FTX-system (Från- och tilluftventilation med värmeväxling).....	17
2.5.3	Fjärrvärme.....	18
2.5.4	Solfångare.....	19
2.5.5	Solceller	20
2.6	BYGGNADSTEKNISKA ÅTGÄRDER FÖR MINSKAD ENERGIFÖRBRUKNING.....	20
2.6.1	Isolering.....	21
2.6.2	Täthet.....	22
2.6.3	Utformning.....	22
2.6.4	Passiv värme.....	23
2.7	ENERGIBERÄKNINGSPROGRAM	24
2.7.1	TMF-Energi	24
2.7.2	BV ²	25
2.7.3	IDA ICE	25
2.7.4	Isover Energi	26
3	Genomförande	27
3.1	ANEBYHUS PRODUKTIONSLED	27
3.1.1	Fabrikstillverkning	27
3.1.2	Montering	28
3.2	ENERGIBERÄKNING NORMALHUS	28
3.2.1	Normalhus	29
3.2.2	Normalhus +	31
3.2.3	Normalhus + med solfångare	32
3.3	ENERGIBERÄKNING PASSIVHUS	33
3.3.1	Dimensionering av Passivhus.....	33
3.3.2	Normalhus med extra isolering (Passivhus).....	39
3.3.3	Övriga förslag.....	39
3.4	MODELLERING	40

4	Resultat och analys	41
4.1	ANEBYHUS ENERGIPRESTANDA IDAG	41
4.2	ANEBYHUS KRAV PÅ TILLVERKNING OCH MONTERING	41
4.3	ENERGIBERÄKNING	42
4.3.1	Normalhus	42
4.3.2	Passivhus	43
4.3.3	Jämförande	44
4.3.4	Sammanställningstabell	44
4.4	ENERGIBERÄKNINGSPROGRAM	44
5	Diskussion och slutsatser	46
5.1	RESULTATDISKUSSION	46
5.1.1	Anebyhus energiprestanda idag	46
5.1.2	Anebyhus krav på tillverkning och montering	46
5.1.3	Energiberäkning	47
5.1.4	Energiberäkningsprogram	49
5.1.5	Sammanställningstabell	50
5.2	METODDISKUSSION	51
5.2.1	Anebyhus produktionsled	51
5.2.2	Energiberäkning Normalhus	51
5.2.3	Energiberäkning Passivhus	52
5.3	SLUTSATSER	53
5.4	REKOMMENDATIONER	53
6	Referenser	54
7	Bilagor	60
8	Ritningsförteckning	60

I Inledning

Denna rapport är ett examensarbete utfört som en del av den treåriga byggnadsingenjörsutbildningen på Tekniska Högskolan i Jönköping. Arbetet gjordes med hjälp av småhusföretaget Anebyhus i Aneby.

Vi vill tacka Karl Fritzsson och Michael Newman på Anebyhus för all den hjälp de har kunnat bistå med och även vår handledare Ann-Carin Andersson för hjälp och handledning.

1.1 Bakgrund och problembeskrivning

Passivhus är en huseteknik för att skapa energisnåla hus. Detta åstadkommes genom att minska värmeförlusterna genom klimatskalet och tillvarata passiv värme från till exempel solinstrålning, människor och installationer i huset.

Ett EU-beslut medför att alla nyproducerade hus ska vara nära nollhus år 2020. [1] Boverkets definition på nära-nollenergibyggnader avser ”byggnader med mycket god energiprestanda där en mycket hög andel av den lilla mängd energi som måste tillföras byggnaden utgörs av förnybar energi.” [2]

Att prefabricera hus har fördelar då byggtiden minskas och bygghedlarna kan tillverkas i klimatskyddade fabriker. Montering på byggarbetsplatsen måste dock utföras mycket noggrant eftersom dessa Passivhus kräver minimalt med otätheter.

I byggbranschen är energikonsumtion en stor fråga. Hur byggs en ny typ av hus som är mindre energikrävande än de hus som finns idag? Det finns flera lösningar på detta och energibesparing är något som blir en större och större fråga inom byggbranschen. För att få ner energiförbrukningen på ett hus så gäller det att huset är tätt, att det finns ett bra ventilationssystem och att klimatskalet har en bra konstruktion.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet är att ge förslag på lösningar för energieffektiva hus som är produktionsanpassade för småhusindustrin.

- Vad har företaget Anebyhus för energiprestanda idag?
- Vilka krav ställer Anebyhus tillverkning och montering på utformningen av husen?
- Hur kan utformningen av klimatskalet förbättras för att huset ska uppfylla energikravet för Passivhus samt för att uppfylla kraven från Anebyhus produktionsled?
- Vilka energiberäkningsprogram finns och används på marknaden och vad använder Anebyhus?

Målet med arbetet är att göra energiberäkningar på Anebyhus typhus Sadelvägen och sedan föreslå förbättringar för detta hus så att det uppnår kraven för ett Passivhus. Detta passivhus ska även uppfylla kraven från Anebyhus

produktionsled. Förhoppningen är att eventuellt kunna hjälpa Anebyhus att påbörja sin Passivhusproduktion.

1.3 Metod

De olika metoder som använts är litteraturstudie, energiberäkningar, kartläggning av produktionsled, framtagning och analys av passivhusförslag samt modellering. Nedan följer frågeställningar och vilka metoder som använts för att besvara dessa.

Vad har företaget Anebyhus för energiprestanda idag?

För att besvara på denna fråga så användes metoden litteraturstudie.

Vilka krav ställer Anebyhus tillverkning och montering på utformningen av husen?

För att besvara på denna fråga så användes metoderna litteraturstudie samt kartläggning av produktionsled.

Hur kan utformningen av klimatskalet förbättras för att huset ska uppfylla energikravet för Passivhus samt för att uppfylla kraven från Anebyhus produktionsled?

För att besvara denna fråga så användes metoderna litteraturstudie, framtagning och analys av passivhusförslag, kartläggning av produktionsled, energiberäkningar samt modellering.

Vilka energiberäkningsprogram finns och används på marknaden och vad använder Anebyhus?

För att besvara denna fråga så användes metoden litteraturstudie.

1.4 Avgränsningar

Arbetet ska koncentreras på att göra energiberäkningar på ett typhus samt föreslå förbättringar som uppfyller FEBY:s krav för ett Passivhus. Någon djupgående jämförelse mellan olika beräkningsmetoder kommer inte att göras, utan endast ett beprövat energiberäkningsprogram kommer att användas. Arbetet kommer heller inte att omfatta någon AMA-beskrivning eller någon kostnadskalkyl.

Det kommer inte att ingå något materialval eller någon analys över olika material som används i byggnaden. Ett förslag på förbättring kommer att göras men inte någon fördjupning i vilka material som kan förbättras.

1.5 Disposition

Kapitel 2 inleder rapporten med en teoretisk bakgrund som beskriver energianvändning, olika energikällor som fossila bränslen, elvärme, biobränslen och solenergi. Efter det kommer en sammanställning av de energikrav som gäller för Minienergihus, Passivhus, Nollenergihus, Plushus samt litet allmänt om energikrav. Efter energikraven kommer ett stycke om olika uppvärmningssystem som beskriver FT- och FTX-system samt fjärrvärme, solfångare och solceller. Sist kommer byggnadstekniska åtgärder, vad som kan göras för att huset ska bli ”bättre” ur energisynpunkt.

Kapitel 3 beskriver metod och genomförande. Stycket börjar med Anebyhus produktionsled som beskriver fabriksstillverkning och montering. Det fortsätter med olika energiberäkningsprogram och energiberäkningar och i slutet kommer en dimensionering av småhuset Sadelvägen och en studie om att ha kvar Sadelvägen som det är och bara lägga till exempelvis solfångare och solceller.

Kapitel 4 beskriver resultat och analys. Kapitlet inleds med vad Anebyhus har för energiprestanda på sina typhus idag. Det fortsätter med Anebyhus krav på tillverkning och montering och sedan en studie om hur förbättring av klimatskalet kan ske. Sist kommer en sammanfattning av olika energiberäkningsprogram samt energiberäkningar som gjorts för Sadelvägen.

Kapitel 5 innehåller diskussion och slutsats.

I slutet av rapporten kommer referenser och den avslutas med bilagor som innehåller bl.a. ritningar och energiberäkningar.

2 Teoretisk bakgrund

I den teoretiska bakgrunden beskrivs de teoretiska delarna som har med examensarbetet att göra. Det är en fördjupande förklaring för att erhålla en bättre förståelse för resultatet.

Här kommer energianvändningen allmänt att beskrivas, olika energikällor, vilka energikrav som finns, ett antal olika uppvärmningssystem och byggnadstekniska åtgärder för att få en minskad energiförbrukning.

2.1 Anebyhus

Anebyhus är ett småhusföretag från Aneby. De startade sin verksamhet för ca 60 år sedan då sågverket började tillverka villor åt folket i Aneby. Anebyhus är ett dotterbolag inom koncernen Varnäs Förvaltning AB.

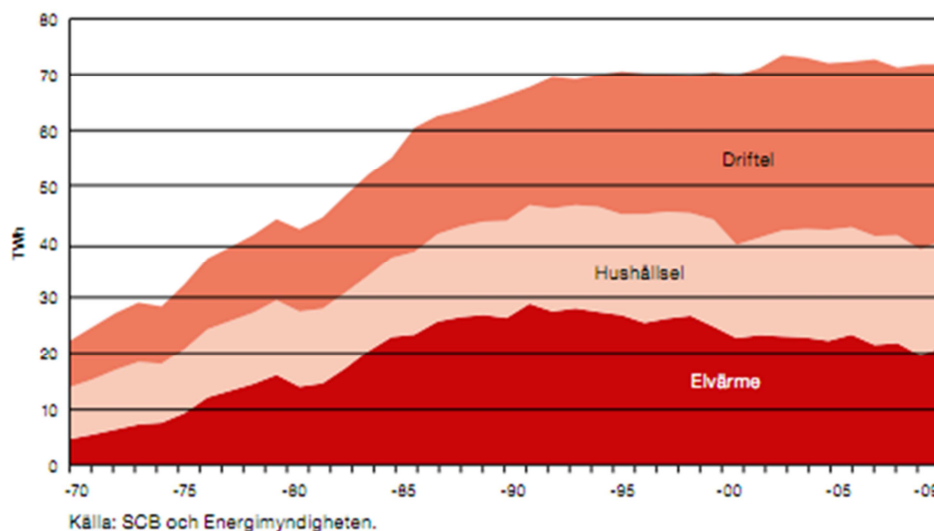
Idag finns Anebyhus i stora delar av Sverige, men huselementen produceras på fabriken i Aneby och transporteras till hela landet. [3]

2.2 Energianvändning

Det finns framförallt tre olika områden som energi används till: byggnader, industri och transporter. År 2009 uppgick den totala energianvändningen i Sverige till 376 TWh. Av detta använde byggnadssektorn 149 TWh som motsvarar 39% av Sveriges totala energianvändning. [4]

Den totala energianvändningen för småhus i Sverige uppgick år 2009 till 34,2 TWh. Av detta användes 14,4 TWh el till att värma småhusen som fortfarande är det vanligaste uppvärmningssättet. [5] Småhus definieras enligt Skatteverket som en bostadstyp som innehåller en eller två bostäder. Vanliga former av småhus är radhus, kedjehus och friliggande villor. [6]

Elanvändningen har legat på en relativt stabil nivå de senaste tio åren. [4] Detta framgår av figuren nedan:



Figur 2.1 Elanvändning för bostäder och service 1970-2008 [4]

2.3 Energikällor

”En energikälla är en naturtillgång eller ett naturfenomen som kan omvandlas till nyttiga energiformer som ljus, rörelse och värme.” [7] Så definieras energikällor enligt Energimyndigheten.

2.3.1 Fossila bränslen

Fossila bränslen bildades för flera miljoner år sedan av döda djur och växter som förstenats. När de dog blev de liggandes på havs- och insjöbottnar och över åren blev de täckta med avlagringar som sand och grus. Efter lång tid med högt tryck och hög temperatur så förvandlades de till sten och material som kunde utvinna stora mängder energi ur. Olja, kol och naturgas räknas som fossila bränslen. Det bildas hela tiden nya fossila bränslen, men det tar väldigt lång tid. Torv kan räknas som fossilt bränsle, men även som biobränsle. Olja, kol och naturgas bildades för 50 till 500 miljoner år sedan medan torv är betydligt yngre och bildades bara för några tusen år sedan. [8]

2.3.2 Elvärme

Elvärme används för att värma upp byggnader. Det finns några olika sätt att värma upp en byggnad och det är med direktverkande elvärme, vattenburen elvärme och luftburen elvärme. [9]

Fördelar med elvärme är att det är låg investeringskostnad, det ger inga utsläpp i skorstenen, mycket låg arbetsbörda och att den är miljövänlig, men bara om elen är det. Miljövänlig el är el som är producerad från förnybara energikällor som till exempel vattenkraft, vindkraft, biobränsle och solenergi. Nackdelar med elvärme är att den påverkas av elmarknadens prissvängningar, det kan bli väldigt dyrt och att viss el inte kommer från förnyelsebart bränsle. [9][10]

Direktverkande elvärme

Med direktverkande elvärme så är det bara att sätta in kontakten från någon enhet in i eluttaget. Det används samma el som i ett vanligt hushåll. Inga direkta investeringar behövs göra förutom de element eller golvvärmslingor som ansluts till eluttaget. [10]

Det finns två typer av element, de som är oljefyllda och de som inte är oljefyllda. Värmen pendlar inte så mycket i oljefyllda element som i dem utan olja för olja blir som ett litet värmelager. Krav för energianvändning per kvadratmeter är strängare i hus som byggs med direktverkande elvärme. [9]

Vattenburen elvärme

Ett vattenburet elvärmesystem fungerar ungefär på samma sätt som bergvärme, pelletvärme och oljeeldning. Vattnet från en behållare värms upp av en elpanna, elpatron eller varmvattenberedare som sedan pumpas runt i byggnadens vattenburna system. Det vattenburna systemet består av radiatorer (element) med dess rörsystem. Vattnet kan även ledas i slingor i golvet som då blir till golvvärme. [9][10]

2.3.3 Biobränslen

Biobränsle är bränsle som skapas från organiska förnyelsebara material. Det används som drivmedel men även för att producera värme och el. [11] Som biobränsle räknas bl.a. pellets, briketter, flis, ved, halm och spån. [12]

Ibland räknas torv och visst avfall från hushåll och industrier som biobränsle. Genom att låta matavfall, avföring och liknande brytas ner utan tillgång till syre i slutna kärl så uppstår biogas. Det finns även flytande biobränslen som alkoholer och estrar. Exempel på alkoholer är etanol och metanol. Exempel på estrar är raps och majs som går att framställa olja av, oljan omvandlas till dieselolja och det kallas sedan biodiesel. [12]

Som komplement på vintern är pelletskamin eller braskamin/kakelugn ett bra alternativ. Fördelen med pelletskamin är att eldningen sker automatiskt och att temperaturen i huset styrs av en termostat. Det finns också pelletskaminer som är vattenmantlade och kan anslutas till ett vattenburet värmesystem. För att erhålla både värme och tappvarmvatten kan pelletskaminen kopplas till en ackumulatortank eller värmeberedare. [13]

2.3.4 Solenergi

”Idag används solens strålar både för att tillverka värme och elektricitet.”[14] En beskrivning av Energimyndigheten om solenergi.

Med solenergi så omvandlas solinstrålningen direkt till el eller värme med hjälp av bl.a. solceller, solfångare eller solkraftverk. Solenergi är en förnyelsebar energikälla eftersom solen sänder ut solstrålning hela tiden. Detta är inte skadligt för miljön, men viss strålning kan vara farligt för hälsan. Solens strålar kan inte användas under hela dygnet och inte året runt. [15]

Det finns i stort sett tre olika typer av solfångare: solceller som genererar el, solfångare för uppvärmning av vatten och solfångare för uppvärmning av luft. [13]

2.4 Energikrav

Från och med 2010 har reglerna gällande energiåtgång och installerad effekt blivit hårdare. Nya energikrav för byggnader trädde i kraft den 1 februari 2009, men började gälla den 1 januari 2010. [16] De nya reglerna innefattar även att bygglovshandlingar ska innehålla energi- och effektberäkningar för att bygganmälan ska beviljas. [17]

Nedan följer en sammanställning av kraven i BBR kap 16, avsnitt 9 samt kravspecifikationer för begreppen Minienergihus och Passivhus som FEBY (Forum för energieffektiva byggnader) har tagit fram tillsammans med Energimyndigheten. Forumet bildades av olika företag i samråd med Energimyndigheten år 2007. [18]

Efter FEBY:s kravspecifikationer följer ett stycke om EU:s krav på framtidens Plushus.

2.4.1 Boverkets byggregler

Boverkets byggregler förkortas BBR och är en samling av allmänna råd och föreskrifter från Boverket. Här finns bland annat krav på energihushållning. BBR ställer krav på byggnadens specifika energianvändning under ett normalår. Den specifika energianvändningen ligger till grund för fastställandet av byggnadens köpta energibehov, inte nödvändigtvis den totala energianvändningen. I byggandens specifika energianvändning ingår inte hushållsel.

För att räkna ut byggnadens specifika energianvändning används formeln: [19]

Byggnadens energianvändning

$$\frac{\text{under ett normalår } \left[\frac{\text{kWh}}{\text{år}} \right]}{\text{Golvarean } A_{\text{temp}} [\text{m}^2]} = \text{Byggnadens specifika energianvändning}$$

A_{temp} definieras som arean av alla våningsplan för utrymmen som är avsedda av värmas till mer än 10°C. [17]

BBR ställer även krav på elvärmda byggnaders installerade eleffekt. Detta gäller eleffekten för uppvärmning och hushållsel ingår därför inte. Elvärmda byggnader definieras som byggnader där den installerade effekten för eluppvärmning är större än 10 W/m² (A_{temp}). Detta går att kontrollera med denna formel: [19]

$$\frac{\text{Installerad eleffekt för uppvärmning, tappvarmvatten och ventilation [W]}}{\text{Golvarean } A_{\text{temp}} [\text{m}^2]} > 10 \text{ W/m}^2$$

och

$$A_{\text{temp}} > 50 \text{ m}^2$$

Kraven på byggnadens specifika energianvändning och installerade eleffekt är olika för olika klimatzoner. Sverige är uppdelat i tre olika klimatzoner som följer länsgränserna (se *Figur 2.2*).

Klimatzon I:

Norrbottnens, Västerbottens och Jämtlands län.

Klimatzon II:

Västernorrlands, Gävleborgs och Dalarnas län.

Klimatzon III:

Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsala, Skåne, Hallands, Blekinge och Gotlands län.



Figur 2.2 Klimatzoner uppdelade enligt BBR [20]

Bostäder ska vara utformade så att

- byggnadens specifika energianvändning,
- installerad eleffekt för uppvärmning och
- genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_m) för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden (A_{om}) högst uppgår till de värden som anges i *Tabell 2.1* och *2.2*. [19]

Tabell 2.1 Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme

Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	150	130	110
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,50	0,50	0,50

(BFS 2008:20).

Tabell 2.2 Bostäder med elvärme

Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	95	75	55
Installerad eleffekt för uppvärmning [kW]	5,5	5,0	4,5
+ tillägg då A _{temp} är större än 130 m ²	0,035(A _{temp} – 130)	0,035(A _{temp} – 130)	0,035(A _{temp} – 130)
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,40	0,40	0,40

(BFS 2008:20).

I BBR rekommenderas att säkerhetsmarginaler används vid beräkning av byggnadens förväntade specifika energiberäkning, för att garantera att kraven verkligen uppfylls efter att byggnaden färdigställts. Detta kan göras genom att sikta på ett värde som är 20% lägre än värdet vid mätning. [20]

2.4.2 Minienergihus

FEBY (Forum för Energieffektiva byggnader) har tagit fram kravspecifikationer tillsammans med Energimyndighetens program för Passivhus och lågenergihus på uppdrag att utveckla hus som passar svenska förhållanden. [21] Definitionen på Minienergihus är ett lågenergihus som syftar till att ha bättre prestanda än nybyggnadskraven enligt BBR16. Kraven syftar till att minska behovet av tillförd energi för uppvärmning i byggnaderna. [21] För att begreppet ”Minienergihus” ska få användas så krävs det att byggnaden uppfyller kraven som redovisas i *Tabell 2.3* nedan:

Tabell 2.3 Energi- och effektkrav för Minienergihus [21]

Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år] <i>för bostäder utan eluppvärmning</i>	78	74	70
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år] <i>för bostäder med eluppvärmning</i>	44	42	40
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år] <i>beräknad med viktningsfaktorer</i>	88	84	80
Effektkrav för en- och tvåfamiljshus <200 m ² /bostad [W/m ²]	24	22	20

Om byggnaden är uppvärmd med olika energikällor kan viktningsfaktorer användas. Viktningsfaktorn multipliceras med den köpta energimängden från de olika energikällorna och summeras därefter. Summan får sedan inte övergå de redovisade värdena för byggnadens specifika energiberäkning beräknad med viktningsfaktorer i *Tabell 2.3* ovan. I *Tabell 2.4* nedan redovisas viktningsfaktorerna för de olika klimatzonerna.

Tabell 2.4 Viktningsfaktorer

Klimatzon	I	II	III
Elenergi e _{el}	1,6	1,7	2
Fjärrvärme och biobränsle e _{fv} , e _{bp}	1	1	1
Sol- och vindenergi e _{s,v}	0	0	0

I Minienergihus är luftburen värme inte ett krav utan kan tillföras genom vilket värmesystem som helst. Dock är effektkraven ställda så att värmebehovet inte klaras med en fördelning av värme endast via hygienluftflödet. [21]

Utöver tidigare nämnda krav i *Tabell 2.3* gäller även att:

- byggnadens uppmätta lufttäckning genom klimatskalet högst får vara 0,30 l/s vid en tryckdifferens på 50 Pa,
- byggnadens genomsnittliga U-värde för fönster och glaspartier högst får vara 1,00 W/m²K och
- energianvändningen ska kunna avläsas på månadsbasis för hushållsel och värmeenergi var för sig. [21]

2.4.3 Passivhus

FEBY (Forum för Energieffektiva byggnader) har tagit fram kravspecifikationer tillsammans med Energimyndighetens program för Passivhus och lågenergihus på uppdrag att utveckla hus som passar svenska förhållanden. [22] Definitionen på Passivhus är ett lågenergihus som syftar till att ha betydligt bättre prestanda än nybyggnadskraven enligt BBR16. [22] Det är viktigt att undvika värmeläckage genom köldbryggor och att återanvända spillvärmen från hushållsapparater och människor i huset. [23] Kraven syftar till att minska behovet av tillförd energi för uppvärmning i byggnaderna. [22] För att begreppet ”Passivhus” ska få användas så krävs det att byggnaden uppfyller kraven som redovisas i *Tabell 2.5* nedan:

Tabell 2.5 Energi- och effektkrav för Passivhus [22]

Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år] <i>för bostäder utan eluppvärmning</i>	58	54	50
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år] <i>för bostäder med eluppvärmning</i>	34	32	30
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år] <i>beräknad med viktningsfaktorer</i>	68	64	60
Effektkrav för en- och tvåfamiljshus <200 m ² /bostad [W/m ²]	14	13	12

Precis som för Minienergihuset kan viktningsfaktorer användas då byggnaden värms upp med olika energikällor. Viktningsfaktorerna för Passivhus är desamma som för Minienergihuset och redovisas i *Tabell 2.4*.

Till skillnad från Minienergihuset ska värmebehovet i ett Passivhus klaras med en fördelning av värme via hygienluftsflödet. Luftburen värme är dock inte ett krav i ett Passivhus heller, så värmen kan tillföras genom vanliga värmesystem även här.

Utöver tidigare nämnda krav i *Tabell 2.5* gäller även att:

- byggnadens uppmätta lufttäckning genom klimatskalet högst får vara 0,30 l/s vid en tryckdifferens på 50 Pa,
- byggnadens genomsnittliga U-värde för fönster och glaspartier högst får vara 0,90 W/m²K och
- energianvändningen ska kunna avläsas på månadsbasis för hushållsel och värmeenergi var för sig. [22]

2.4.4 Nollenergihus och Plushus

Den 18 maj 2010 tog Europaparlamentet ett beslut om att alla nyproducerade hus från och med 2020 ska vara nollenergi- eller nära-nollenergibyggnader. [1] Nära-nollenergibyggnader definieras som en byggnad med mycket hög energiprestanda. De ska dessutom i största utsträckning värmas med förnybara energikällor. [24] Denna förnybara energi ska också i hög grad produceras på plats eller i närheten. [1] Utöver kraven för ett Passivhus ska den använda energin vara mindre eller lika med summan av den producerade energin under ett år för ett Nollenergihus. [22]

Byggnader står för 40 % av EU:s primära energikonsumtion och bidrar till koldioxidutsläppen. Det nya direktivet hjälper både privatpersoner och myndigheter att minska sina elkostnader. Målet är att minska koldioxidutsläppen till 2020. [24]

Ett Plushus är ett hus som inte använder någon köpt energi totalt över året för varmvatten och uppvärmning. [25] Huset ger ifrån sig mer energi än vad det använder.

2.5 Uppvärmningssystem

Här beskrivs de olika uppvärmningssystemen som kommer att användas i denna rapport.

2.5.1 Värmepump Nibe F750

En värmepump är en teknisk apparat som överför värme från en varm till en kall plats. En värmepump tar värme från berg, vatten, jord eller luft. [26] Den vanligaste värmepumpen är en frånluftsvärmepump, den hämtar värme från frånluften som den sedan värmer huset och/eller varmvattnet med. [27]

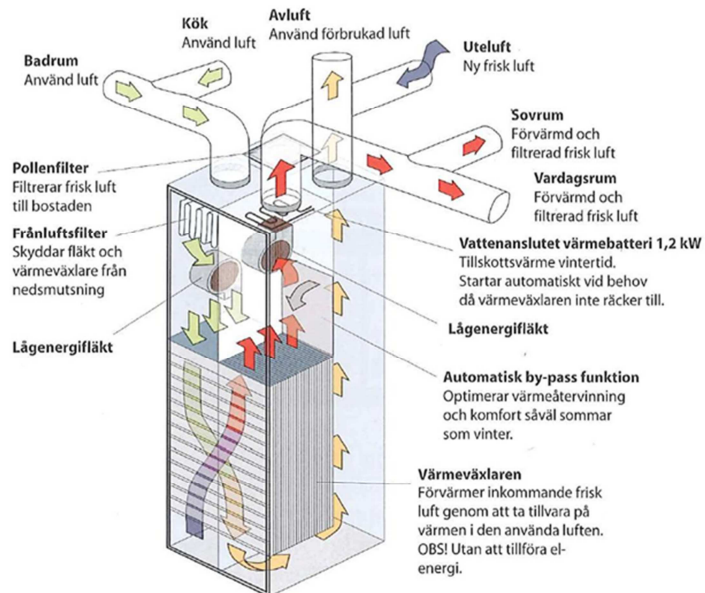
Nibe F750 är en frånluftsvärmepump. Den kan förse bostaden med värme, varmvatten, ventilation och återvinning. Den ventilation som tillförs är frånluftsventilation. Nibe F750 är utvecklad så att den ska hålla kraven för de nya byggreglerna och har en stor, kraftig kompressor som ska uppfylla energikravet i en bostad upp till ungefär 200 kvm. Kompressorn är inverterstyrd och med det så är driften mycket ekonomisk och värmeeffekten blir två till tre gånger så hög jämfört med tidigare frånluftsmodeller. [28]

Ur ventilationsluften återvinns energin och tillför sedan värmepumpen. Nibe F750 är avsedd för nyinstallation och utbyte i villor eller liknande. [29]

Anebyhus använder sig av Nibe F750 till Sadelvägen. Det är en av deras vanligaste värmepumpar.

2.5.2 FTX-system (Från- och tilluftventilation med värmeväxling)

I ett FT-system så tas uteluft in genom ett aggregat där den renas och värms till önskad temperatur. Den varma tilluften transporteras via en fläkt genom ett speciellt tilluftssystem där den går till de rum som behöver ventileras. FT-systemet har en styrning över tilluftens fördelning och är oberoende av väderleken. [30]

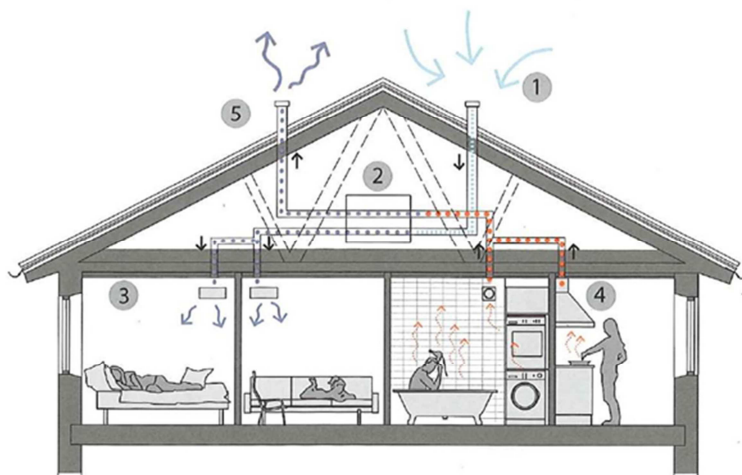


Figur 2.3 Principen för ett FTX-aggregat [13]

Ett FTX-system är i princip som ett FT-system, men till skillnad från ett FT-system så återvinns värmen från frånluften med hjälp av en värmeåtervinningsapparat som sedan värmer tilluften. [30]

En nackdel med FTX-system är att det kan vara risk för ljudproblem med fläktar och systemet är känsligt för nedsmutsning, vilket kommer innebära en del underhållning av systemet. [30] Dock skall detta inte vara svårare än att byta dammsugarpåsar. [13] Fördelar med FTX-system är att det fungerar oberoende av väderlekar och att tilluften kan värmas och renas innan den förs in i byggnaden. [31]

Bilden nedan visar principen för ett FTX-system.



Figur 2.4 Principen för ett FTX-system [13]

1. Frisk uteluft tas in
2. Tilluften värms med hjälp av frånluftens
3. Den förvärmade tilluften fördelas i huset
4. Den förorenade frånluftens tas ut från kök och badrum
5. Frånluftens lämnar sin värme till tilluften i värmeväxlare och passerar ut.

2.5.3 Fjärrvärme

Fjärrvärme produceras i ett centralt värmeverk eller en central kraftvärmeanläggning. Kraftvärme innebär att el och värme kan produceras samtidigt. Från verken fördelas sedan fjärrvärmen genom ett kulvertnät till stadens lokaler och bostäder. Ett kulvertnät är ett nätverk av nedgrävda ledningar för varmt vatten. En stor del av fjärrvärmen produceras från bibränslen som kan vara rester från sågverk eller annat skogsbruk. [13][32]

För att huset ska kunna ta emot värmen från kulvertnätet så måste huset ha en fjärrvärmecentral. En fjärrvärmecentral kan bestå av två värmeväxlare, en för varmvatten och en för värme. [32]

Fördelar med fjärrvärme är att det är enkelt, det är billigare än olja och el, det kräver ingen arbetsinsats och är underhållsfritt, det kräver lite utrymme, fjärrvärmeverket använder sig oftast av förnyelsebara bränslen och att det ger små utsläpp av miljöskadliga ämnen. Nackdelar med fjärrvärme är att det inte finns någon möjlighet att välja leverantör. Det som staden erbjuder är den fjärrvärme som måste användas. Fjärrvärmecentralen är beroende av el för att ta emot värme och det kan bli problem vid längre elavbrott, även att det förändrar ventilationen i hus med självdrag om det tidigare används olje-, ved- eller pelletseldning. [32]

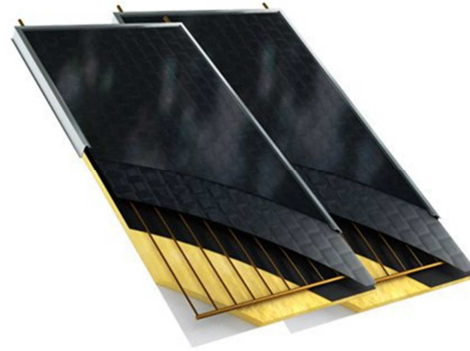
2.5.4 Solfångare

Solfångare tar emot solstrålar från solen och omvandlar energin till varmt vatten som cirkulerar i solfångarna. Solvärmen kan användas både till uppvärmning av tappvarmvatten eller i ett kombinerat system där både tappvarmvatten och värme produceras. [33]

Det finns olika typer av solfångare och de två vanligaste sorterna presenteras nedan.

Plana solfångare

En plan solfångare består av en absorbatör med rörslangor som är täckt av hårdat antireflexbehandlat glas eller ett plastmaterial. Under absorbatören finns en diffusionsspärr av aluminiumfolie eller glasfiberflor samt isolering. Solfångaren stabiliseras upp av en aluminiumram. [34]



Figur 2.5 Plana solfångares uppbyggnad [35]

Plana solfångare har utvecklats snabbt under 1980- och 1990-talet och det finns idag riktigt effektiva konstruktioner i och med att utvecklingen går framåt. [34]

Det går att montera de plana solfångarna på olika sätt då konstruktionen i sig är fristående. Solfångare som fälls in i takmaterialet är en fördel ur estetisk synpunkt då solfångaren ersätter materialet. En nackdel är att rördragningarna blir svåråtkomliga. En funktionellt bättre lösning är att montera solfångarna ovanpå exempelvis ett tegeltak. Då kan regnvatten och smuts rinna under konstruktionen som lämnar en glipa. [34]

Den plana solfångarens fördelar är att den är mycket effektiv under de varma månaderna och relativt enkla att installera. [36]

Vakuumrörsolfångare

Vakuumrörsolfångare är en solfångare som utvecklats från lysrörstekniken med hög verkningsgrad. Konstruktionen är uppbyggd av en absorbatör i ett glaströr med vakuum som kan liknas vid en glastermos. Eftersom vakuum inte leder varken kyla eller värme påverkas vakuumrörsolfångaren inte lika mycket av vind och omgivningstemperatur som de plana solfångarna och verkningsgraden blir därför väldigt hög. [34][36]

Det finns två olika typer av vakuumrör som kallas Heatpipe respektive U-type. Båda varianterna finns med enkelglas- och dubbelglas-rör. Den hittills vanligaste konstruktionen är Heatpipes med dubbelglas och har i allmänhet en högre verkningsgrad. [34]

Vakuumrörsolfångarens fördelar är att den har hög verkningsgrad hela året, inte bara under sommarmånaderna. Värmeförlusterna är låga på grund av vakuumisoleringen. Solfångaren har en rund absorbatoryta som gör att solstrålning absorberas även om den inte kommer rakt uppifrån. [36]



Figur 2.6 Vakuumrörsolfångare på ett tak [36]

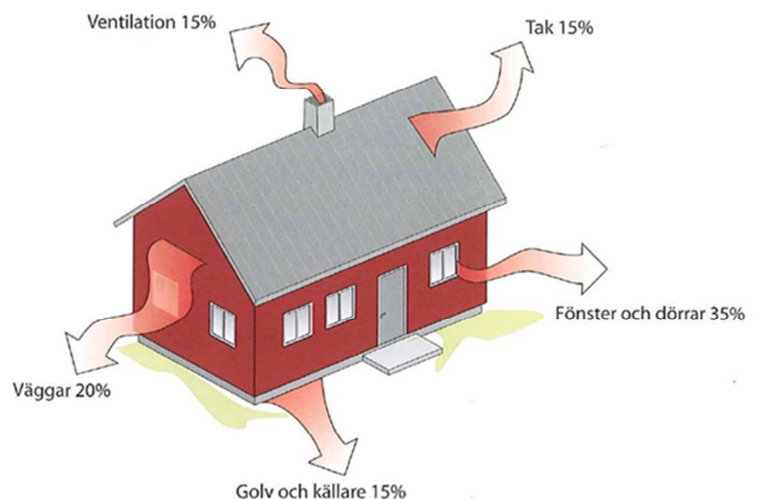
2.5.5 Solceller

Solceller använder solenergin för att omvandla solinstrålningen till direkt el i form av likström. Omvandlingen sker utan några rörliga delar, utan att det blir några utsläpp från solcellen och det behövs inget bränsle för att den ska fungera. [37]

Den vanligaste sorten av solceller är kiselceller men det finns även solceller av plastfilm. Solceller med plastfilm är inte lika bra som de med kisel, men de är billigare. Solcellen har ett metallskikt på fram- och baksidan som skapar en elektrisk spänning mellan skikten när solljuset faller på cellens framsida. Detta gör att ström kan fås genom elektronerna som bildas om det kopplas en ledning mellan framsidan och baksidans metallskikt. [37]

2.6 Byggnadstekniska åtgärder för minskad energiförbrukning

Byggnadstekniska åtgärder brukar syfta på isolering och tätning av fönster och dörrar. [38] För att få en minskad energiförbrukning så är det viktigt att tänka på konstruktion och utformningen så att det blir ett tätt klimatskal. Värmen i byggnaden vill ta sig ut till den omgivande kalla utsidan och förr eller senare så tar den sig ut genom olika delar av byggnaden. [27] Bilden till höger visar den procentuella fördelningen av värmeförlusterna från byggnadens klimatskal.



Figur 2.7 Värmeläckage från byggnadens klimatskal [13]

2.6.1 Isolering

När det kommer till att minska energiförbrukningen så är isoleringen en mycket viktig faktor. Isoleringsförmågan i en konstruktion beror inte enbart på vilket isoleringsmaterial som används eller hur tjock isoleringen är, det beror till största delen av vilken värmetröghet, fuktbuffring och lufttäthet konstruktionen har. Isoleringsförmågan i en konstruktion eller i ett material anges av ett U-värde (enhet $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$). [39]

Historiskt sett så har isoleringstjockleken bara ökat med åren på grund av att energipriserna har stigit. På 1970-talet så var isoleringen i väggen 100 mm och även i taket var den 100 mm. Nu på 2000-talet när energikraven har blivit strängare så är isoleringen i väggen ungefär 350 mm och i taket är isoleringen ca 550 mm. [39]

Ungefärliga värden för isoleringstjocklekar på ett hus som klarar byggnormens regler: [40]

Grund: 250-300 mm

Väggar: 235-250 mm

Tak: 350-450 mm

U-värde för fönster på ett normalhus ligger på $1,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ och för dörrar $1,2 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Ungefärliga värden för isoleringstjocklekar på ett Passivhus: [40]

Grund: 300 mm

Väggar: 450-500 mm

Tak: 500-550 mm

U-värden för fönster och dörrar på ett Passivhus ligger på $0,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

I *Tabell 2.6* redovisas U-värden enligt BBR:s krav på nybyggda villor.

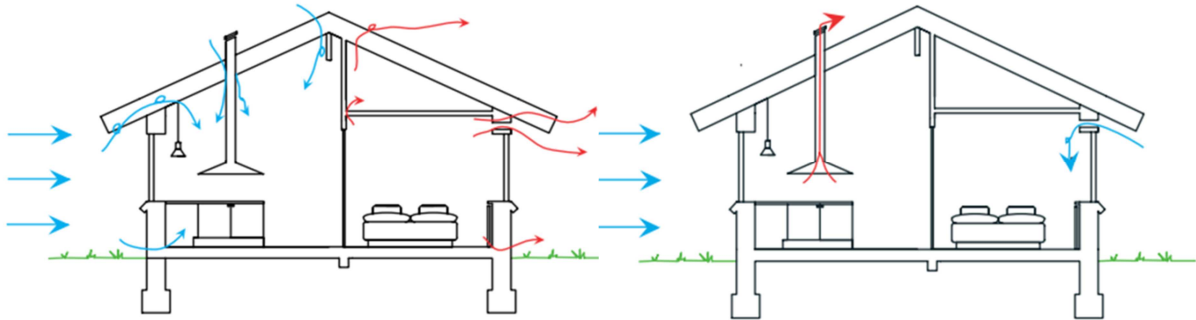
Tabell 2.6 *U_i-värden på byggnader enligt BBR [16]*

U_i	Byggnad med annat uppvärmningssätt än elvärme	Byggnad med elvärme där A_{temp} är 51-100 m^2
U_{tak}	0,13	0,08
$U_{\text{vägg}}$	0,18	0,10
U_{golv}	0,15	0,10
$U_{\text{fönster}}$	1,3	1,1
$U_{\text{ytterdörr}}$	1,3	1,1

(BFS 2008:20).

2.6.2 Täthet

Det räcker inte med att byggnaden är välisolerad, det måste vara lufttätt också så att det inte uppstår ofrivilligt drag och att värme läcker ut ur byggnaden. Otätheter kan uppstå där olika byggnadsdelar möts, till exempel skarvar mellan två byggelement, fönsteranslutningar och i konstruktioner där det inte finns tillräckligt bra vindtäta skikt. I *Figur 2.8* och *2.9* så redovisas luftströmmarna i ett otätt respektive tätt hus. [39]



Figur 2.8 Luftströmmar i ett otätt hus [41]

Figur 2.9 Luftströmmar i ett tätt hus [41]

När huset inte är tätt så ökas energianvändningen och det kan leda till försämrat fuktskydd. Framtidens hus måste då göras lufttäta för att de höga energikraven på byggnaden ska uppfyllas. För att det ska fungera bra måste byggnaden ha en luft- och vindtät klimatskärm och även speciella anordningar för ventilationen. I och med detta andas huset genom ventilationssystemet istället och inte genom otätheter i klimatskalet. [41]

För att en byggnad ska hålla de ökade täthetskrav som ställs på låg energianvändning och hög värmeåtervinning av ventilationsluften så måste, som tidigare nämnts, klimatskärmen vara mycket tät. Enligt BBR, "Byggnadens klimatskärm ska vara så tät att krav på byggnaden specifika energianvändning och installerad eleffekt för uppvärmning uppfylls." [16][41]

Byggnaden provtrycks för att se om det klarar de krav som finns för lufttäthet. Det luftutbyte som sker ska maximalt vara $0,6 \text{ l/s m}^2$ (omslutande area) vid 50 Pa tryckskillnad mellan inomhus och utomhus. Detta är det högsta tillåtna luftläckage som får ske från byggnaden. [16][41]

2.6.3 Utformning

Utformningen har stort inflytande på energiförbrukningen. Välplanerade hus sparar energi. För att vara så energieffektiv som möjligt gäller att försöka innesluta så stor volym som möjligt med minsta möjliga yttervägg. Det allra bästa vore att bygga klotformade hus, men det är svårt att bygga klotformade hus och att använda ytan på ett effektivt sätt. Istället, när det gäller småhus blir det ofta kubformade hus med en till två våningar. Genom att bygga till exempel radhus eller flerbostadshus kan värmeförlusterna minskas ännu mer eftersom en till tre väggytor till det fria försvinner. [39]

Ett annat sätt att planera i vilka väderstreck husets ska placeras i och på så sätt minska värmeförlusterna genom att dela upp huset i olika zoner. Det går till exempel att placera skafferier och förråd mm, i den norra delen av huset där det är kallare och mindre fönsteryta behövs. För att släppa ut så lite värme som möjligt när ytterdörren används kan ett vindfång användas. [39] Detta ska vara ett tätt slutet rum med två ytterdörrar. Även fönstrens placering är en viktig faktor när det gäller att reducera värmeförlusterna. För det första gäller det att fönstren har låga U-värden, men även att placera de stora fönstren i söder för att släppa in så mycket solvärme som möjligt och även att kunna avskärma dessa under de varmare årstiderna för att inte få övertemperaturer inomhus. Dessutom ska planlösningen vara utformad så att temperaturen kan sprida sig mellan de olika rummen. [39]

Grundläggningen har också betydelse för energiförbrukningen. Med en plintgrund blir golvet som en ytterligare yttervägg, medan med platta på mark endast utsätts för markens temperatur som under året är relativt konstant. Ett suterränghus minskar värmeförlusterna ytterligare då en del av väggarna ligger under marken och inte utsätts för utetemperaturen. [39]

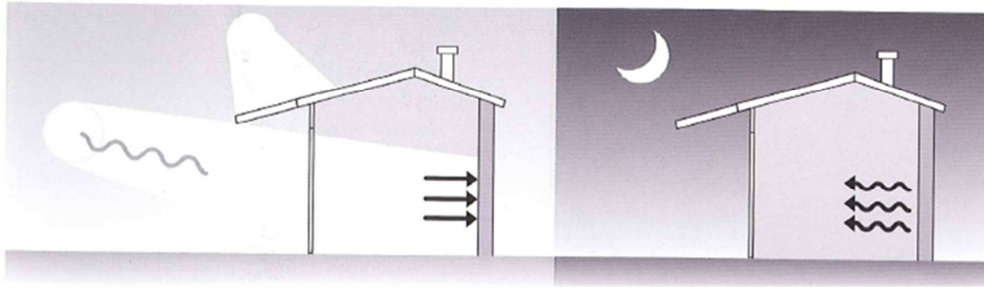
Materialen har också betydelse då tunga hus ofta har mindre energiförluster än lätta hus. Detta beror på att tunga material har bättre värmelagringsförmåga än lätta material. [39]

2.6.4 Passiv värme

Passiv värme kallas den värme som kommer från personer, hushållsel, varmvatten och solinstrålning. För att denna passiva värme ska kunna tillgodoses krävs det att värmesystemet slår av när det blir överskottsvärme i byggnaden. Det är därför viktigt att termostaten placeras så den känner av överskottsvärme. Det också viktigt att värmesystemet är lätt att reglera. Dessutom ska materialen i väggar, tak och golv ha stor värmelagringsförmåga. [39]

Passiv solvärme kan tas till vara genom infallande solstrålning som lagras i en tung byggnadsstomme. Med tung stomme menas till exempel gjutna betonggolv och gjutna eller murade väggar. I dessa tunga material kan värme lagras utan att yttemperaturen ökar alltför mycket. Materialen släpper sedan ifrån sig värmen under natten. På det sättet kan värmen från solen lagras under dagen för att sedan användas under natten. Om stommen inte innehåller några tunga material kan för mycket solinstrålning ge oönskad värme i huset. I det fallet blir temperaturskillnaderna över dygnet stora. [34]

Bilden nedan visar principen för passiv solvärme. Genom att ha ett utskjutande tak kan den varmaste solinstrålningen på sommaren stängas ute för att undvika överhettning, medan den sällsynta, lågt stående vintersolen släpps in. [34]



Figur 2.10 Principen för passiv solvärme [34]

Det går att minska värmebehovet med 15% om den passiva solvärmens utnyttjas. Till år 2010 fanns ett EU-mål där 400 TWh värme skulle sparas med hjälp av solvärme. [34]

Det finns också mycket som boende i en villa kan göra för att minska energiförbrukningen. Till exempel kan inomhustemperaturen sänkas och duschtiden förkortas.

2.7 Energiberäkningsprogram

Här följer en beskrivning av några olika energiberäkningsprogram som finns på marknaden. Programmen som redovisas räknar ut den specifika energianvändningen för byggnader. Det finns även energiprogram som kan räkna ut ett enskilt hushålls energianvändning, men något sådant program har inte studerats. För att ta reda på vilka program som finns på marknaden söktes information på internet och litteratur studerades.

2.7.1 TMF-Energi

TMF-Energi är Trä och Möbel Företagens energiberäkningsprogram. Programmet har utvecklats med hjälp av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut och lanserades i september 2009 i och med de skärpta kraven på specifik energianvändning. Programmet används idag av de flesta småhustillverkarna. [42]

I beräkningsprogrammet ingår inte uträkning av U_m -värden eller köldbryggor, utan det förutsätter programmet att användaren redan har gjort. Dessa värden fungerar endast som indata i programmet. Användaren ska dessutom själv ta reda på årsmedeltemperaturen för orten där byggnaden ska byggas samt prestandavärden hos installationerna som ska finnas i huset. [43]

En uppdaterad version finns från och med mars 2011 som heter TMF-Energi 2.2. I denna version finns fler beräkningsflikar och möjlighet att räkna på garagearea. Programmet beräknar med hjälp av indata en specifik energianvändning i Microsoft Excel Office 2007 för att förenkla för användaren. [42][43]

Programmet är främst riktat till nybyggda småhus med trästomme och normal isoleringsstandard och traditionellt uppvärmningssystem. Det går att räkna på lågenergihus om de installationstekniska lösningar som används ingår i TMF-Energi. Installationerna som beräkningsprogrammet har anpassats för framgår av *tabell 3.1*: [43]

Tabell 2.7 Installationstyper som används i TMF-Energi [43]

Beskrivning	Förkortning
Berg-/markvärmepump, ev. tillskottsvärme elpatron, frånluftsventilation	BMVP + F-vent
Berg-/markvärmepump, ev. tillskottsvärme elpatron, FTX-ventilation	BMVP + FTX
Luft-vattenvärmepump, ev. tillskottsvärme elpatron, frånluftsventilation	LVVP + F-vent
Luft-vattenvärmepump, ev. tillskottsvärme elpatron, FTX-ventilation	LVVP + FTX
Kapacitetsreglerad frånluftsvärmepump, tillskottsvärme elpatron	invFVP
Frånluftsvärmepump med fjärrvärmespets	FVP + FJV
Fjärrvärme, frånluftsventilation, ev. solvärme	FJV + F-vent (+sol)
Fjärrvärme, FTX-ventilation, ev. solvärme	FJV + FTX (+sol)
Bränslepanna, frånluftsventilation, ev. solvärme	BP + F-vent (+sol)
Bränslepanna, FTX-ventilation, ev. solvärme	BP + FTX (+sol)
Elvärme, FTX-ventilation, ev. solvärme	EL + FTX (+sol)

Det finns en viss osäkerhet vid beräkandet av energianvändningen då det beräknade värdet är ett ungefärligt värde som tar hänsyn till ett normalt användande av byggnaden. Möjligheten finns beroende på användningssätt att energianvändningen blir 10-20% lägre eller högre än beräknat. [43]

För programvaran ansvarar SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut och support sker på löpande räkning via Anders Rosenkilde på TMF. [43]

2.7.2 BV²

BV² är ett energiberäkningsprogram som utvecklats av CIT Energy Management och kom med den första versionen redan 1996. Förkortningen BV² står för Byggnadens Värmebalans i Varaktighetsdiagram. [44] BV² är till för den som vill räkna en byggnads värme-, kyl- och energibehov. Programmet är anpassat till alla olika typer av byggnader och det går att välja mellan olika typer av värmeproduktion och klimathållningssystem. [45] Den senaste versionen kom 2010 och är anpassad till de nya kraven i BBR samt energideklarering. [45]

För att kunna använda BV² behövs ett abonnemang och användarlicens. 1-användarlicens kostar 12 000 kr första året och sedan 7 000 kr per år om licensen görs om till abonnemanglicens. [45]

BV² är ett program som utvecklas kontinuerligt och har snabb suppothjälp. Det finns en bra manual med hjälpfunktioner, men det tar ett par timmar att lära sig. Förfärdigheter krävs. [46]

2.7.3 IDA ICE

IDA Indoor Climate and Energy (ICE) är ett energiberäkningsprogram som utvecklats av Equa Simulation AB och kom med den första versionen 1998, men med dåvarande Brisdata. [44]

Programmet används i första hand till att beräkna byggandens specifika energianvändning och effektbehov. Programmet klarar även av att beräkna termiskt inomhusklimat, koldioxidhalter och fuktbalanser i rumsluften. Det går även att ta hänsyn till solinstrålning mm. [44][47]

IDA ICE är unika genom att programmet möjliggör skapande av egna beräkningsmodeller för speciella komponenter, dock krävs god kunskap om programmet för att kunna göra detta. [44]

IDA är ett program som utvecklas kontinuerligt och har mycket snabb supporthjälp. Det finns en bra manual och hjälpfunktioner. Det krävs mycket förkunskaper för att kunna använda programmet, men detaljeringsgraden är hög och användaren kan påverka resultatredovisningens omfattning och layout. [46]

2.7.4 Isover Energi

Isover Energi är utvecklat av Saint-Gobain Isover AB. Programmet kan användas för att beräkna U-värden, köldbryggor och den genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten U_m . Det går även att göra en uppskattning av byggnadens förväntade specifika energianvändning. [48]

Programmet är uppdaterat senast i februari 2011 så att beräkningarna stämmer överens med de nya reglerna i BBR som programmet förutsätter att användaren kan. [49]

Isover Energi ger översiktliga bilder av byggnadens delar och kan användas av byggherrar, projektörer, entreprenörer och studerande. [49]

En demo-version kan laddas ner gratis, men kan inte göra fullständiga beräkningar. En full version av programmet kostar 1 700 per användarlicens och 700 kr för uppgradering. [49]

3 Genomförande

Vi har med hjälp av Anebyhus fått ett hus att arbeta vidare med. Från början fick vi två hus att välja mellan och det hus vi valde att jobba med var Sadelvägen. Vi valde detta hus på grund av dess förutsättningar för Passivhus. På detta hus har vi föreslagit förbättringar och gjort om det så att de skulle uppfylla FEBY:s krav för ett Passivhus. Vi skulle undersöka om det var möjligt att göra om det till ett Passivhus utan att ändra på själva husstommens element, utan bara lägga till eller byta ut installationer som bland annat FTX-system och solfångare.

För att få reda på den information som behövts så har vi samlat information och kunskap från källor som litteratur och hemsidor. Vi har även för att få mer konkret kunskap varit på besök hos Anebyhus. På Anebyhus har vi fått en genomgång av tillverkningshallen, allmän information om Anebyhus samt gjort egna beräkningar med energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1.

I detta kapitel kommer vi att beskriva Anebyhus produktionsled som innehåller fabrikstillverkning och montering, olika energiberäkningsprogram, dimensionering av Sadelvägen utan att ändra husets klimatskal och dimensionering av Sadelvägen så att de ska uppfylla kraven för Passivhus. Början på detta kapitel kommer att handla om Anebyhus produktionsled, vad de gör på fabriken och lite om hur monteringen utförs.

3.1 Anebyhus produktionsled

Här nedan följer en beskrivning av Anebyhus produktionsled. Processerna vi tittat på är fabrikstillverkning och montering. För att svara på frågeställningen: "Vilka krav ställer Anebyhus tillverkning och montering på utformningen av husen?" har vi varit hos Anebyhus i deras tillverkningshall samt för att få en bättre förståelse av prefabricering och montering.

3.1.1 Fabrikstillverkning

För att få reda på hur prefabricering och fabrikstillverkning fungerar så har vi sökt information på internet och varit på besök hos Anebyhus i deras tillverkningshall.

I tillverkningshallen tillverkas ytterväggar, bärande innerväggar och takstolar. Det finns inga skivor monterade på insidan och då finns heller inte tapeter eller kakel på innerväggarna. Detta görs på byggarbetsplatsen när huset står på plats. På det viset är metoden väldigt flexibel och mycket fel går att förebygga. Utformningen av husen är ganska fri. Det går att utforma i stort sett hur som helst, så länge som produktionssystemet klarar av att genomföra det och följer de normer och regler som finns från BBR. Begränsningarna som finns beror på förmågan att frakta väggelementen med lastbil. Därför kan inte väggarnas längd överstiga 8 meter. Även maskinerna har en begränsning vilket gör att de inte kan tillverka tjockare väggar än 324 mm. [50]

Det finns maskiner som har färdiga mallar för alla delar som produceras. Det är en lång process för att en vägg ska bli klar. Det är många moment som väggen ska gå igenom innan den blir en färdig yttervägg. Väggarna byggs inte inifrån och ut i ett stycke utan väggelementen vänds när den går igenom de olika maskinerna. Reglar sätts upp i en maskin som sedan spikas ihop av en förprogrammerad robot.

Mellan reglarna läggs isolering och på isoleringen läggs en plastfolie som ska vara beständig mot fukt. Därefter läggs ytterligare reglar och isolering på. Dessa reglar överlappar de första reglarna för att köldbryggorna som bildas ska bli så små som möjligt. Utanför isoleringen läggs en rejälare impregnerad träfiberskiva som vindsydd. [51]

Till sist spikas panelen på väggen med hjälp av en maskin. Detta är en sammanfattande förklaring på hur en vägg kan se ut och monteras ihop.

3.1.2 Montering

När fabrikstillverkningen är klar ska elementet transporteras till byggarbetsplatsen där den viktigaste delen börjar, speciellt om det ska byggas ett Passivhus. På byggarbetsplatsen gäller det att allt blir rätt och tätt och att ingen fukt kommer in i konstruktionen under byggandet. För att göra det tätt vid anslutningarna använder Anebyhus sig av en tätningslist av gummi, som inte syns för att den oftast täcks över med panel, puts eller tegel.

För att enklare få väggarna på plats så sitter det en styrregel fäst i grunden och i väggarna en skåra som ska passa på styrregeln. Detta är för att det går snabbare att få väggarna på plats och mätningar behöver inte göras konstant för att se så att allt sitter på plats.

När väggarna levereras färdigtillverkade till byggarbetsplatsen och reses så får man fortare ett tätt hus, även om fel självklart kan förekomma. Något som är speciellt med Anebyhus är att de oftast gör ett totalåtagande för varje hus, men även generalentreprenad kan förekomma [52]. De är med hela vägen och ansvarar för att även monteringen går till på rätt sätt. Takstolarna kommer färdiga till byggarbetsplatsen och på detta viset kan de snabbt få på ett tak så att huset skyddas mot nederbörd.

När huset är klart så provtrycks det enligt BBR:s krav som Anebyhus sedan kontrollerar.

3.2 Energiberäkning Normalhus

För att svara på frågeställningen: ”Vad har företaget Anebyhus för energiprestanda idag?” gjordes beräkningar på Anebyhus typhus Sadelvägen.

Som grund till den första energiberäkningen som vi räknade för hand fick vi ta del av en energiberäkning från Anebyhus som de redan gjort på huset med hjälp av energiberäkningsprogrammet TMF-Energi version 2.1. Handberäkningen gjordes på Sadelvägen för att ta reda på vilken energiförbrukningsnivå huset ligger på i dagsläget. Vi åkte sedan till Anebyhus för att få använda energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1. Det gjordes en beräkning på

Sadelvägen med TMF-Energi 2.1 för att jämföra resultatet med handberäkningen som gjordes.

När beräkningar med energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 gjordes så var det ett par faktorer att ta hänsyn till och dessa påverkade resultatet ganska mycket. De två faktorer som påverkade mest var solinstrålningsfaktorn och avskärmningsfaktorn.

Solinstrålningsfaktorn är ett schablonvärde eftersom väderstreck och husets placering på tomten inte är bestämt då huset ritas. Vi valde att använda oss av solinstrålningssiffran 6, för att Sadelvägen är utformad på det viset. Solinstrålningssiffran 9 passar däremot bättre in på hur ett Passivhus bör utformas. Nedan följer en beskrivning av siffrorna.

6 – Normal (ett hus som inte ligger särskilt skuggat och med en jämn fördelning av fönsterytor åt olika väderstreck.) [53]

9 – Hög (ett hus som ligger i ett icke skuggat läge och där fönster placerats för ett högt utnyttjande av passiv solinstrålning.) [53]

Den andra faktorn som påverkade var avskärmningsfaktorn. Den antog olika värden beroende på vilken avskärmning som gällde i området. Nedan följer en beskrivning på faktorn som vi använde oss av och som bäst stämde in på var huset kunde tänkas placeras.

0,07 – Måttlig avskärmning (förortsmiljö, landskap med träd och andra bebyggelser.) [53]

Enligt frågeställningen ”Hur kan utformningen av klimatskalet förbättras för att huset ska uppfylla energikravet för Passivhus samt för att uppfylla kraven från Anebyhus produktionsled?” görs ett försök att sänka energiförbrukningen utan att ändra husets klimatskal. Försök görs genom att byta ut installationer i huset samt att lägga till solfångare på taket.

3.2.1 Normalhus



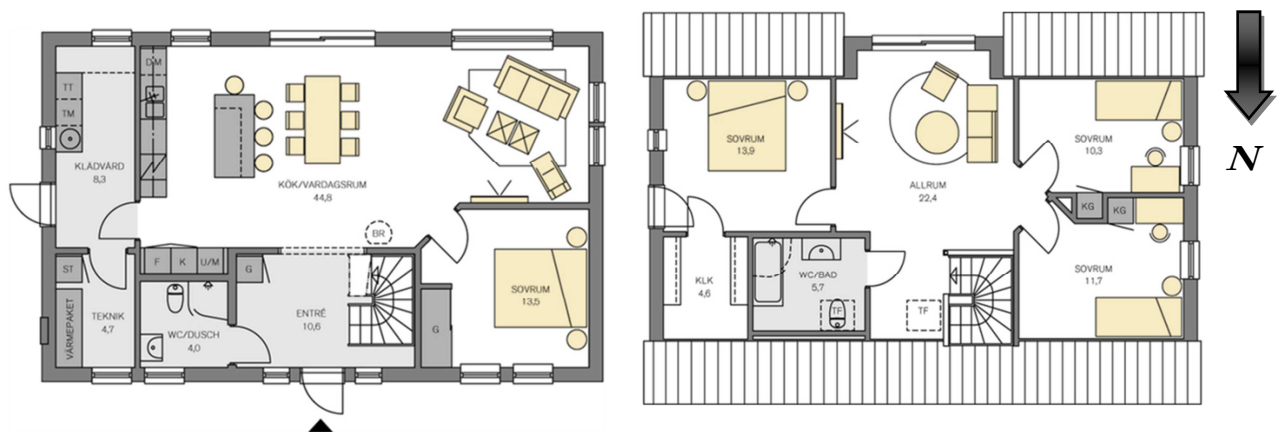
Figur 3.1 Sadelvägen exteriör [54]

Sadelvägen är ett av Anebyhus typhus och har en boarea på 158 m² och rymmer sex rum och kök. Den har stora rum och en öppen planlösning. Det finns god möjlighet till variation i planlösningen som kan passa de flesta önskemål.

Sadelvägen utan några förändringar kallar vi i beräkningen för Normalhus. Normalhuset har ingen bestämd placering eftersom Anebyhus inte har förbestämt i vilket väderstreck huset ska placeras när det blir byggt.

För att vi skulle kunna göra beräkningar bestämde vi att Normalhuset placeras i Jönköping, vilket påverkar årsmedeltemperaturen. Stora fönster ska vara placerade åt söder så att mycket solinstrålning kommer in i huset. Därför är huset vänt så att skjutfönstren hamnar i söder eftersom de har stora fönsterytor. I norr ligger huvudentrén med fyra standardfönster och två smalare fönster. Standardfönstren är 900x1300 mm. Åt väster finns det två större fönster och två standardfönster placerade. I öster finns en ytterdörr, två mindre fönster och en balkongdörr helt i glas.

Det ventilationssystem som används till Sadelvägen är frånluftsvärmepumpen Nibe F750. Det finns även ett vattenburet golvvärmesystem för att öka komforten i huset. Bilden nedan visar originalplanlösningen för Sadelvägen.



Figur 3.2 Sadelvägen, planlösningar [54]

Handberäkning

Vi gjorde en handberäkning på Sadelvägen för att jämföra med den TMF-beräkning som Anebyhus redan hade gjort på huset.

När handberäkningen gjordes så fanns en faktor för återvinningsgrad på ventilationen. Enligt NIBE så har Nibe F750 en återvinningsgrad på 80-100%. [55] Detta är svårt att sätta ett exakt värde på då golvvärme, radiatorer och varmvatten jobbar på olika temperaturer. Detta är något energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 tar hänsyn till. Dock var vi tvungna att förenkla detta i vår handberäkning och antog återvinningsgraden till 80 %. Värdet för handberäkningen redovisas i *Tabell 3.1*.

Tabell 3.1 Resultat från handberäkningen för Normalhus

Normalhus + VP
60 kWh/m ² , år

I tabellen står VP för värmepump.

Enligt handberäkningarna ser vi att Normalhuset inte uppfyller BBR:s krav på 55 kWh/m² och år för byggnader med eluppvärmning. Detta redovisas i olika steg i *Bilaga 1*, *Bilaga 4* och *Bilaga 6*.

För att Normalhuset ska klara BBR:s krav på 55 kWh/m² och år så måste frånluftsvärmepumpen ha en återvinningsgrad på minst 93%.

TMF-beräkning

Vi gjorde en beräkning med energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 för att jämföra det resultat som Anebyhus hade fått på den beräkning de hade gjort på Sadelvägen. Värdet för TMF-beräkningen ses i *Tabell 3.2*.

Tabell 3.2 Resultat från energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 för Normalhus

Normalhus	Normalhus från Anebyhus
49 kWh/m ² , år	48 kWh/m ² , år

Vid en jämförelse mellan den energiberäkning som Anebyhus hade gjort på Sadelvägen från början och vår energiberäkning som vi gjorde med TMF-Energi 2.1 skiljer inte speciellt mycket. Anebyhus hade räknat ut den specifika energianvändningen till 48 kWh/m² och år och vi fick 49 kWh/m² och år. Båda dessa värden ligger under BBR:s krav för eluppvärmd byggnad som är 55 kWh/m² och år. Beräkningar redovisas i *Bilaga 1* och *Bilaga 9*.

3.2.2 Normalhus +

Den tredje frågeställningen var: ”Hur kan utformningen av klimatskalet förbättras för att huset ska uppfylla energikravet för Passivhus samt för att uppfylla kraven från Anebyhus produktionsled?” Eftersom Anebyhus i dagsläget använder deras tillverkningsmaskinens maxkapacitet i frågan om vägg tjocklek, så måste andra åtgärder än tilläggsisolering göras för att kraven från produktionsledet ska uppfyllas.

För att huset ska få en lägre energiförbrukning så rekommenderas att ett FTX-system (Från- och tilluftsventilation med värmeväxling) sätts in i huset. Med ett FTX-system återvinns värmen från frånluften och kan användas för uppvärmning av tilluften. Därför byts frånluftsvärmepumpen Nibe F750 ut mot en RT250S-EC från Temovex som ska fungera som ett FTX-system. En varmvattenberedare från Nibe installeras också i huset för att ersätta värmepumpen där detta ingick.

Dessutom ska fönster och dörrar bytas ut mot fönster och dörrar med lägre U-värden. Detta för att undersöka om energiförbrukningen kan minskas utan att ändra på byggandens klimatskal.

U-värdena för de standardfönster som används är 1,0 W/m²K. [56]

Standardfönstren byts ut mot fönster från Elitfönster. De nya fönstren heter Elit Passiv och har ett U-värde på 0,8 W/m²K. [57]

De skjutfönster som används på Sadelvägen är skjutfönstret Hajom. Det skjutfönstret har vi valt att behålla för att det är ett bra skjutfönster och har ett U-värde på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. [58]

Takfönstren som används har ett U-värde på $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ och byts ut mot ett takfönster från Elitfönster. De nya takfönstren är Elit Takfönster och har ett U-värde på $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. [56][59]

De dörrar som används till Sadelvägen är solida dörrar samt dörrar med glas. Dörrarna med glas har ett U-värde på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. [56] De solida dörrarna har ett U-värde på $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ och dessa byts ut mot dörrar från Ekstrands. [56] Dörrarna är täckmålade utan glasöppning typ Ascot 300 och har ett U-värde på $0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$. [60] Glasdörrarna byts ut mot dörrar från Elitfönster. Dörrarna med glas är av typ helglasad Elit Complete Alu med ett U-värde på $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. [59]

Värdet för beräkningen på Normalhuset med FTX och nya fönster samt dörrar ses i *Tabell 3.3*.

Tabell 3.3 Resultat från handberäkning för Normalhus +

Normalhus +
55 kWh/m², år

Med denna beräkning ser vi att den totala energiförbrukningen minskade jämfört med när frånluftsvärmepumpen var installerad. Huset klarar nu BBR:s krav eftersom det är 110 kWh/m^2 och år som gäller vid icke eluppvärmda byggnader. Det uppfyller dock inte FEBY:s krav för ett Passivhus som ligger på 50 kWh/m^2 och år för byggnader utan eluppvärmning. Beräkningar redovisas i *Bilaga 2*, *Bilaga 4* och *Bilaga 7*.

Vi gjorde en beräkning på huset för att se om det var eluppvärmt eller inte och det visade sig att den specifika värmeeffektbehovet ligger precis under gränsen som är 12 W/m^2 och detta gör att huset inte blir eluppvärmt. Beräkningen på eluppvärmning redovisas i *Bilaga 12*.

3.2.3 Normalhus + med solfångare

För att ytterligare minska Normalhusets energiförbrukning, förutom genom FTX-systemet, varmvattenberedaren samt bättre fönster och dörrar, så placerades det solfångare på taket. Detta för att täcka varmvattenbehovet under sommarhalvåret. Värdet för beräkningen redovisas i *Tabell 3.4*.

Tabell 3.4 Resultat från handberäkning för Normalhus + med solfångare

Normalhus + med sol
42 kWh/m², år

Det gjordes en handberäkning för solfångarna för att undersöka hur mycket värme som solfångarna måste täcka. Varje solfångare är $2,52 \text{ m}^2$ stora och det behövs $1,5 \text{ m}^2$ solfångare per person i huset så den totala ytan solfångare blir 6 m^2 . Det behövs alltså totalt ca 3 solfångare. [61] Beräkning på solfångare redovisas i *Bilaga 11*.

Resultatet för Normalhus + med solfångare minskade energiförbrukningen avsevärt jämfört med Normalhus +. FEBY:s krav på 50 kWh/m² och år för icke-eluppvärmda byggnader uppfylls därför. Beräkningar redovisas i *Bilaga 2*, *Bilaga 4* och *Bilaga 7*.

3.3 Energiberäkning Passivhus

Vi ändrade hela klimatskalet för att omforma Normalhuset till ett Passivhus för att visa på ett extremfall, men som inte passar maskinerna i tillverkningshallen. Vi tittade på hur grunden, väggarna och taket som Anebyhus använder till Sadelvägen ser ut och ändrade dessa med konstruktioner från Isover. Vi undersökte även husets fönster, dörrar, ventilationssystem och värmesystem m.m. för att sedan ändra dessa faktorer för att visa på hur mycket bättre värden man får genom ett extremt välisolerat hus. På ritningarna A-01, A-02 och A-03 ses Sadelvägen utformat som ett Passivhus. Det finns även originalritningar på Sadelvägen som kan jämföras med ritningarna på Sadelvägen utformat som ett Passivhus på ritningarna Nya_Sadelvägen-1 och Nya_Sadelvägen-2.

De stora skillnaderna på den nya utformningen av huset är att väggarna är tjockare och att innerväggarna är lite annorlunda placerade. De små fönstren som fanns på ena gaveln är borttagna för att små fönster inte gynnar Passivhustekniken.

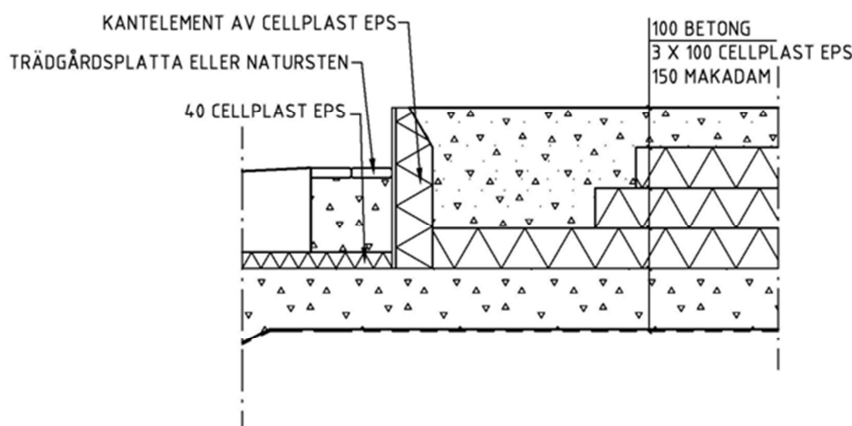
När Passivhuset utformades så placerades det i samma väderstreck som Normalhuset, med de större skjutfönstren i söder.

3.3.1 Dimensionering av Passivhus

Vi undersökte vilken grund, vilka väggar och vilket tak som Anebyhus använder till Sadelvägen. Vi använde sedan samma fönster, dörrar och ventilationssystem som till Normalhus +, för att minska energiförbrukningen. Vi sökte fakta om olika konstruktionsdetaljer på internet och fick även information och ritningar att studera av Anebyhus.

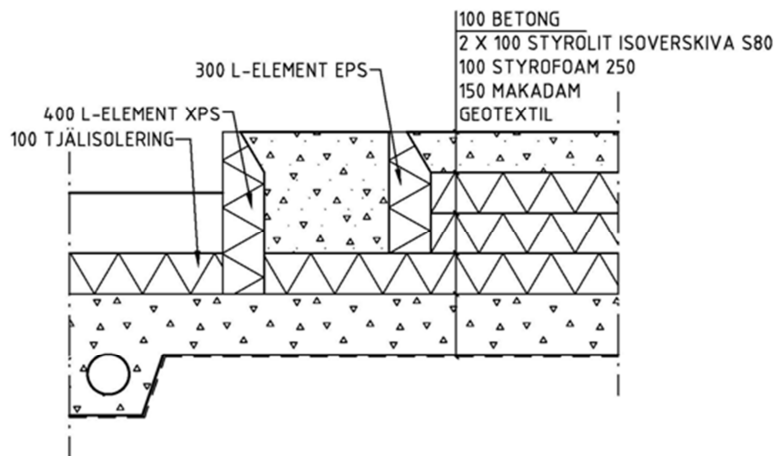
Grund

Den grund som används till Sadelvägen är en platta på mark med golvvärme och har en isolering på 300 mm och ett U-värde på 0,1 W/m²K. [56] Grunden från Normalhuset visas i *Figur 3.3*.



Figur 3.3 Grund från Normalhus

Denna grund byttes ut mot en grund som finns hos Isover, grund G:206. Även denna är en platta på mark med en isoleringstjocklek på 300 mm. U-värdet är 0,094 W/m²K som dock är betydligt bättre än den ursprungliga grunden. [56][62] Grunden från Isover visas i *Figur 3.4*.



Figur 3.4 Grund G:206 från Isover

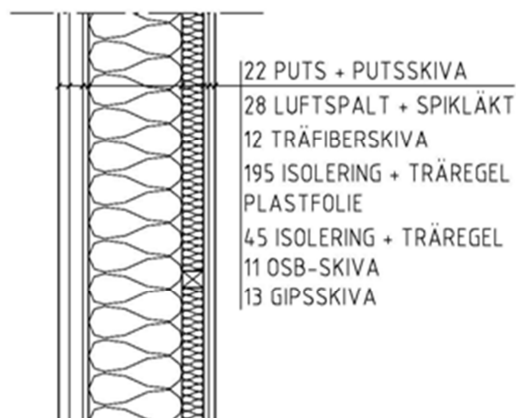
Här följer en sammanfattande tabell över de olika grunderna.

Tabell 3.5 Jämförelse mellan grunderna

	Normalhus		Passivhus	
	U-värde	Isoleringstjocklek	U-värde	Isoleringstjocklek
Grund	0,100 W/m ² K	300 mm	0,094 W/m ² K	300 mm

Väggar

Den vägg som används har en isoleringstjocklek på 240 mm med ett U-värde på 0,165 W/m²K. [56] Den del av väggen för Normalhuset som görs i monteringshallen är fasaden, träfiberskivan, 195 isolering + träreglar och 45 isolering + träreglar. OSB-skivan och gipsskivan monteras på byggarbetsplatsen när huset står på plats. [52] Ytterväggen från Normalhuset visas i *Figur 3.5*.

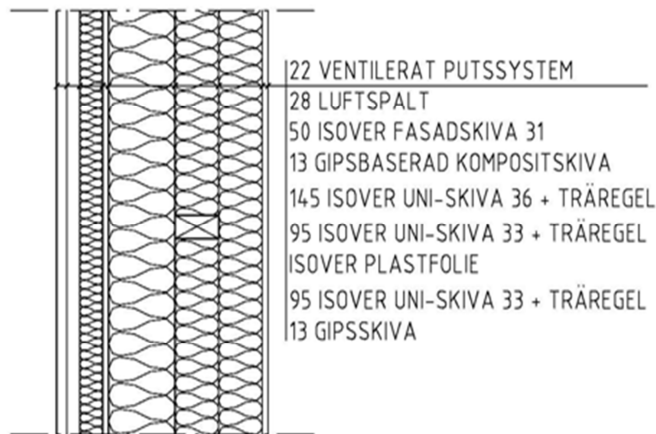


Figur 3.5 Yttervägg från Normalhus

Väggen byttes ut mot en vägg från Isover, yttervägg Y:204. Väggen behöver inte ha en fasad av puts utan den kan även bestå av panel eller tegel.

Ytterväggen har en isoleringstjocklek på 385 mm med ett U-värde på 0,1 W/m²K. [63] Husets stödben och kupsida valdes att utföras i samma tjocklek som väggarna för att förenkla vid beräkning och reducera antalet olika konstruktionsdelar.

Ytterväggen från Isover visas i *Figur 3.6*.



Figur 3.6 Yttervägg Y:204 från Isover

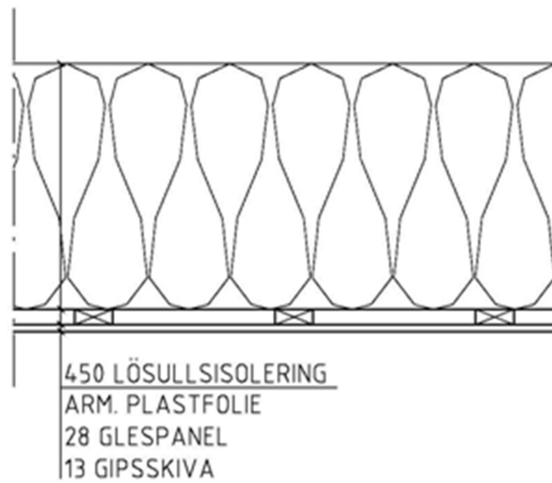
Här följer en sammanfattande tabell över de olika väggarna.

Tabell 3.6 Jämförelse mellan väggarna

	Normalhus		Passivhus	
	U-värde	Isoleringstjocklek	U-värde	Isoleringstjocklek
Vägg	0,165 W/m ² K	240 mm	0,100 W/m ² K	385 mm

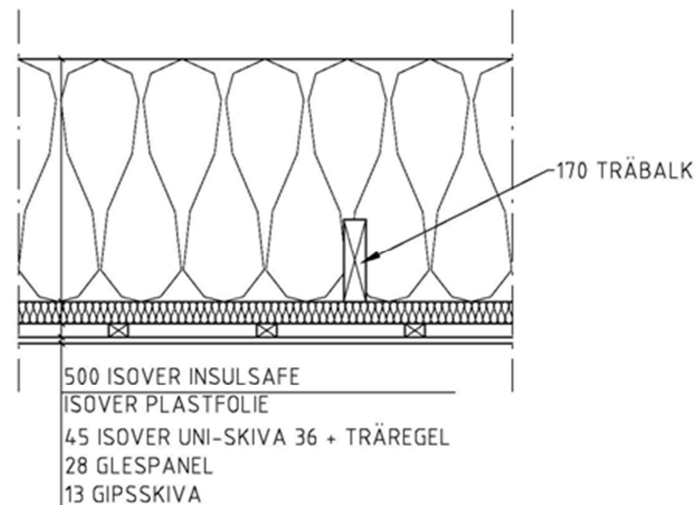
Tak och snedtak

Taket som används har en 450 mm tjock isolering och ett U-värde på 0,093 W/m²K. [56] Taket som används i Normalhuset visas i *Figur 3.7*.



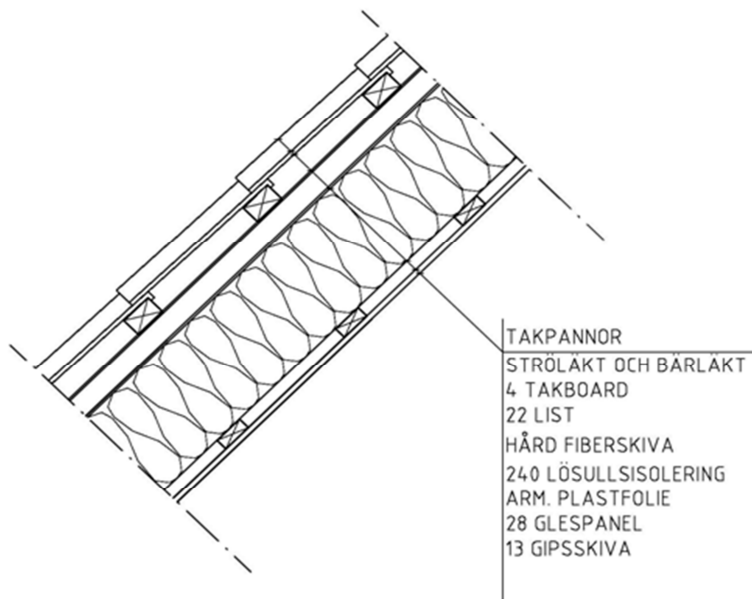
Figur 3.7 Tak från Normalhus

Taket byttes ut mot ett tak från Isover, tak V:202. Det nya taket har en isoleringstjocklek på 545 mm och ett U-värde på 0,08 W/m²K. [64] Taket från Isover visas i *Figur 3.8*.



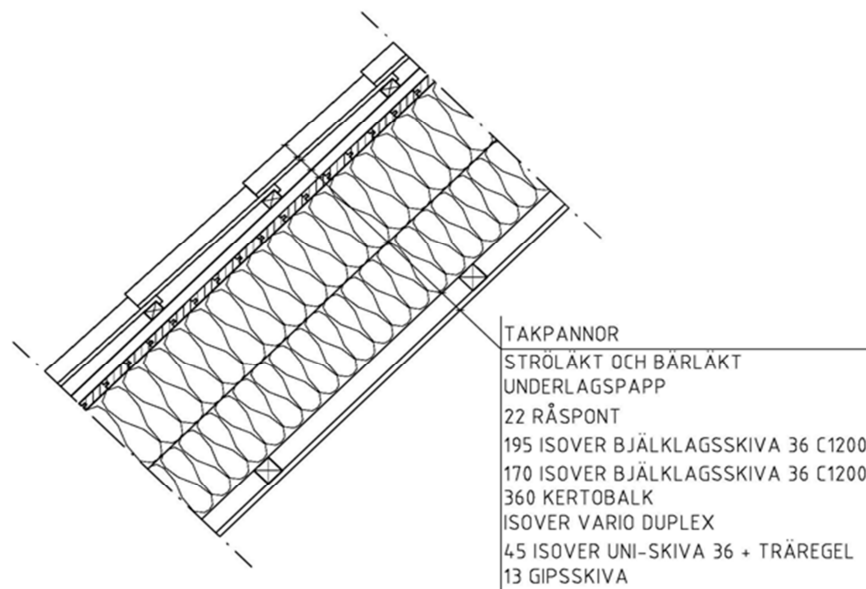
Figur 3.8 Tak V:202 från Isover

Snedtaket som används har en isoleringstjocklek på 240 mm och ett U-värde på 0,172 W/m²K. [56] Snedtaket som används i Normalhuset visas i *Figur 3.9*.



Figur 3.9 Snedtak från Normalhus

Snedtaket byttes ut mot ett snedtak från Isover, snedtak S:204. Det snedtaket har en 410 mm tjock isolering och ett U-värde på 0,09 W/m²K. [65] Snedtaket från Isover visas i *Figur 3.10*.



Figur 3.10 Snedtak S:204 från Isover

För att få ett bra skydd för fönstren så måste takfoten förlängas så att den skyddar mot den varma sommarsolen då solen står som högst. Takfoten får dock inte vara för utdragen eftersom den måste släppa in den mer sällsynta vintersolen som inte står lika högt på himlen.

Här följer en sammanfattande tabell över de olika taken och snedtaken.

Tabell 3.7 Jämförelse mellan taken och snedtaken

	Normalhus		Passivhus	
	U-värde	Isoleringstjocklek	U-värde	Isoleringstjocklek
Tak	0,093 W/m ² K	450 mm	0,080 W/m ² K	545 mm
Snedtak	0,172 W/m ² K	240 mm	0,090 W/m ² K	410 mm

Fönster och dörrar

Det användes samma fönster och dörrar till Passivhuset som till Normalhus +. Fönstren är från Elitfönsters Elit Passiv med ett U-värde på 0,8 W/m²K. [57] De solida dörrarna är från Ekstrands av typ Ascot 300 och har ett U-värde på 0,71 W/m²K. [60] De glasade dörrarna av typ helglas är från Elitfönsters Elit Complete Alu och har ett U-värde på 1,1 W/m²K. [59]

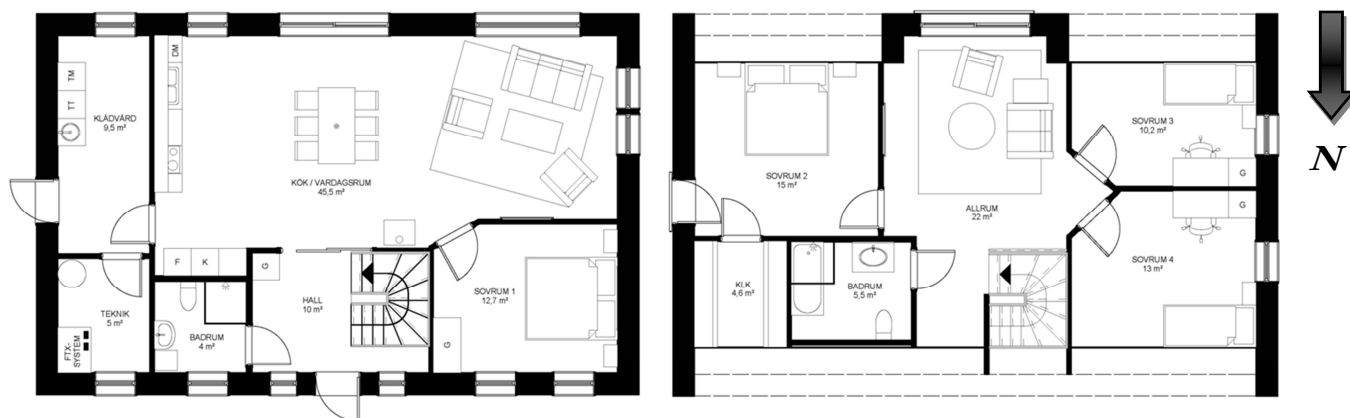
De skjutfönster som användes var samma skjutdörr som i originalutförandet. Det kommer från tillverkaren Hajom och har ett U-värde på 1,2 W/m²K. [58]

Takfönstren är densamma som i Normalhus + och de kommer från Elitfönsters Elit Takfönster och har ett U-värde på 0,9 W/m²K. [59]

För att skydda fönstren mot solinstrålning kan takfoten vara utdragen. Det går även att placera markiser eller persienner vid fönstren som ger ett bra skydd mot sommarsolen.

Det diskuterades även att ett vindfång skulle byggas på huset för att inte värme så lätt skulle ta sig ut genom entrédörren när den öppnas och stängs. Dock ville vi inte förstöra husets utformning så istället sattes en skjutdörr in i entrén som ska fungera som ett vindfång istället för att bygga ut en på huset. Vindfånget som skapades i entrén kommer inte fungera som ett riktigt vindfång då det ska vara ett tätt, slutet rum med två ytterdörrar som mer ska fungera som en sluss.

Bilden nedan visar planlösningen på Sadelvägen utformat som ett Passivhus.



Figur 3.11 Sadelvägen, planlösningar

3.3.2 Normalhus med extra isolering (Passivhus)

Nedan följer beräkningar för Passivhuset.

Handberäkning

Det gjordes en handberäkning för Passivhuset. De åtgärder som gjordes nämndes i föregående kapitel. Värdena för handberäkningen redovisas i *Tabell 3.8*.

Tabell 3.8 Resultat från handberäkningen för Passivhus

Passivhus	Passivhus + sol
47 kWh/m², år	32 kWh/m², år

Resultatet visar att handberäkningen klarar kravet på Passivhus som ligger på 50 kWh/m² och år för icke-eluppvärmda byggnader. Sätts solfångare på taket så blir resultatet 32 kWh/m² och år och då minskar energiförbrukningen ytterligare. Beräkningar redovisas i *Bilaga 3*, *Bilaga 5* och *Bilaga 8*.

TMF-beräkning

En beräkning med energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 gjordes på Passivhus för att få en jämförelse med handberäkningen som gjordes.

Som värmeproduktionssystem har ett FTX-system av typen RT 250S-EC från Temovex satts in i huset. Värdet för TMF-beräkningen redovisas i *Tabell 3.9*.

Tabell 3.9 Resultat från energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 för Passivhus

Passivhus
31 kWh/m², år

Resultatet för Passivhus ligger under gränsen till FEBY:s krav för Passivhus. Kravet är 50 kWh/m² och år för en byggnad utan eluppvärmning. Beräkningarna redovisas i *Bilaga 3* och *Bilaga 10*.

3.3.3 Övriga förslag

Det finns en del andra faktorer som kan spela roll för energiförbrukningen. Det kan ofta bli stor skillnad och det är inte alla gånger det behövs ändringar på husets klimatskal.

Vid fönstren kan markiser eller persienner sättas upp som skyddar mot solen och överhettning under sommarhalvåret. Vid entrén/hallen går det att placera en skjutdörr mot vardagsrummet för att hallen ska fungera som ett vindfång. Då kan inte kall luft ta sig in till hela huset och varm luft kan inte lika lätt ta sig ut.

Hushållsapparater som kylskåp, frys, tvättmaskin, diskmaskin m.m. kan bytas ut så att de blir mer energisnåla. Kylskåp med energiklass A eller B kan bytas ut mot ett kylskåp med energiklass A+ eller A++. Dessa klasser är mer energisnåla och miljövänliga hushållsapparater. Det går även att byta ut andra saker i hemmet som glödlampor. Istället för en vanlig glödlampa kan den ersättas mot en lågenergilampa eller en LED-glödlampa.

Detta gäller hushållsel som inte räknas med i den specifika energianvändningen och är därför inget som tagits med i beräkningarna. Detta är bara förslag på åtgärder som användaren själv kan göra för att ytterligare sänka sin energiförbrukning.

3.4 Modellering

ArchiCAD var det program som användes när ritningarna gjordes. Med det programmet får en bra syn på hur huset ser ut i 3D. Det är lätt att se om utformningen blir bra eller helt fel och om saker fungerar tillsammans. Vi gjorde ritningarna i format A1 i skala 1:50.

De ritningar som vi har utgått ifrån är ritningar som vi fått ta del utav från Anebyhus. Det är ritningar över Sadelvägen. De ritningar som vi gjort visar Sadelvägen utformat som ett Passivhus. Huset har tjockare väggar och inredningen ser ut som den gör på originalritningen. Det kommer även finnas ritningar på fasaderna.

De ursprungliga ritningarna på Sadelvägen där planer, sektioner och fasaderna visas kan ses på ritningarna Nya_Sadelvägen-1 och Nya_Sadelvägen-2. Ritningar på Sadelvägen utformat som ett Passivhus kan ses på ritningarna A-01, A-02 och A-03 där planer och fasader visas.

4 Resultat och analys

Nedan följer en beskrivning av de resultat som svarar på de frågeställningar som presenterades i början av rapporten.

4.1 Anebyhus energiprestanda idag

Här följer resultatet på frågeställningen: ”Vad har företaget Anebyhus för energiprestanda idag?”

Anebyhus energiprestanda ligger idag under BBR:s krav på 55 kWh/m² och år för eluppvärmda byggnader enligt beräkningar med TMF-Energi 2.1 då Sadelvägen har ett värde på 49 kWh/m² och år. Dock klarar Sadelvägen inte kravet enligt våra handberäkningar då värdet hamnar på 60 kWh/m² och år.

Anebyhus har inte börjat utforma eller bygga några Passivhus än, men de anpassar sig efter kundernas efterfrågan och år 2020 närmar sig då alla nybyggda byggnader måste vara nära-nollhus enligt EU-beslutet som togs upp i rapportens början.

4.2 Anebyhus krav på tillverkning och montering

Här följer resultatet på frågeställningen: ”Vilka krav ställer Anebyhus tillverkning och montering på utformningen av husen?”

Anebyhus har inga speciella krav när det gäller husets utformning, det kan i stort sett se ut hur som helst, så länge som produktionssystemet klarar av att genomföra det och följer de normer och regler som finns från BBR. På det viset är det ganska flexibelt. Begränsningarna som finns beror på förmågan att frakta väggelementen med lastbil. Därför kan inte väggarnas längd överstiga 8 meter. Även tillverkningsmaskinerna har en begränsning vilket gör att de inte kan tillverka tjockare väggar än 324 mm.

I själva tillverkningshallen görs ytterväggar, bärande innerväggar och takstolar. Om det finns dörrar och fönster i ytterväggarna så monteras de i väggarna på fabriken. Det finns inga skivor monterade på insidan av väggarna, vilket gör att de olika installationerna är lätta att sätta dit och kunden kan när huset står på plats peka ut om till exempel något extra uttag önskas någonstans. När det inte finns några skivor monterade från början finns heller inga tapeter eller kakel uppsatta på väggarna. Detta är flexibelt och missstolkningar mellan olika parter undviks. Då kan kunden se huset på plats och kunna ändra sig om till exempel färgen som valts inte passar önskemålet. Nackdelen med detta sätt att bygga är att det tar längre tid när huset kommer till byggarbetsplatsen jämfört med om allt byggs helt färdigt på fabriken.

Sadelvägen klarar kravet för Passivhus redan utan att ändra på klimatskalets utformning. Dock med hjälp av solfångare på taket. Detta är något som inte passar alla önskemål, och mer isolering skulle därför behövas för att ersätta solfångarna. Detta fungerar däremot inte i dagsläget eftersom Anebyhus tillverkning inte är anpassade för tjockare väggar. Skulle mer isolering krävas i framtiden så skulle maskinerna behöva bytas ut.

Själva monteringen på byggarbetsplatsen är den viktigaste delen för att huset ska bli tätt och att inte fukt kommer in i byggnaden. Det måste vara kunniga och noggranna arbetare som vet vad de gör och hur de ska göra. Monteringen är extra viktig om man bygger ett Passivhus då det verkligen måste bli tätt för att en låg energiförbrukning ska erhållas.

För att få det tätt vid anslutningarna mellan hörn eller väggar använder de på Anebyhus en tätningslist av gummi, som inte syns för att den täcks över med panel. För att enklare få väggarna på plats så sitter det en styrregel fäst i grunden och i väggarna en skåra som ska passa på styrregeln. Detta är för att det går snabbare att få väggarna på plats och mätning behöver inte göras konstant för att se så att allt sitter på plats.

4.3 Energiberäkning

Här följer resultatet på frågeställningen: ”Hur kan utformningen av klimatskalet förbättras för att huset ska uppfylla energikravet för Passivhus samt för att uppfylla kraven från Anebyhus produktionsled?”

4.3.1 Normalhus

Normalhus kallas typhuset Sadelvägen utan förändringar på klimatskalet. Eftersom huset från början inte har en bestämd placering så valde vi att placera huset i Jönköping och vända de större skjutfönstren åt söder för maximal solinstrålning. Dess konstruktioner är anpassade till Anebyhus maskiner.

Handberäkning

Här redovisas resultatet som erhöles vid handberäkning av Sadelvägen och en jämförelse mellan Normalhuset och dess förbättringar med FTX-system samt solfångare. Resultatet redovisas i *Tabell 4.1*.

Tabell 4.1 Resultat från handberäkning

Normalhus + VP	Normalhus +	Normalhus + sol
60 kWh/m², år	55 kWh/m², år	42 kWh/m², år

VP står i tabellen för värmepump. Normalhus + anger att FTX-system ingår, samt bättre dörrar och fönster. Normalhus + sol anger att solfångare dessutom är installerade på taket.

Med handberäkningarna så ser vi att Normalhuset inte uppfyller BBR:s krav på 55 kWh/m² och år för byggnader med eluppvärmning.

Vidare ser vi att resultatet Normalhus + inte klarar FEBY:s krav på 50 kWh/m² och år som är Passivhuskravet. Angående Normalhus + med solfångare så blev resultatet lägre och i och med det så uppfylls FEBY:s krav.

Beräkningarna för Normalhuset redovisas i olika steg i *Bilaga 1*, *Bilaga 2*, *Bilaga 4*, *Bilaga 6* och *Bilaga 7*.

TMF-beräkning

Här redovisas resultatet som erhöles vid beräkning i TMF-Energi 2.1. Resultatet redovisas i *Tabell 4.2*.

Tabell 4.2 Resultat från energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1

Normalhus
49 kWh/m², år

Vi ser en betydlig skillnad i resultat mellan handberäkning och beräkning med TMF-Energi 2.1. TMF-beräkningen ligger under BBR:s krav på 55 kWh/m² och år. Med den beräkning som Anebyhus gjorde på Normalhuset från början och den beräkning som vi gjorde med TMF-Energi 2.1 så är skillnaden minimal. De fick ett värde på 48 kWh/m² och år och vi fick ett värde på 49 kWh/m² och år. Beräkningen ses i *Bilaga 1* och *Bilaga 9*.

4.3.2 Passivhus

Passivhus kallas Sadelvägen med förändringar på klimatskalet i och med utökad isolering samt bättre fönster och dörrar. Denna konstruktion är inte anpassad till Anebyhus maskiner.

Handberäkning

Här redovisas resultatet som erhöles vid handberäkning av Sadelvägen med förbättrat klimatskal - Passivhus. Resultatet för Passivhus samt med solfångare redovisas i *Tabell 4.3*.

Tabell 4.3 Resultat från handberäkning

Passivhus	Passivhus + sol
47 kWh/m², år	32 kWh/m², år

Resultatet visar att Passivhuset ligger under FEBY:s Passivhuskrav som ligger på 49 kWh/m² och år. Handberäkningarna kan ses i *Bilaga 3*, *Bilaga 5*, *Bilaga 8*.

TMF-beräkning

Här redovisas resultatet som erhöles vid beräkning i TMF-Energi 2.1. Resultatet redovisas i *Tabell 4.4*.

Tabell 4.4 Resultat från handberäkning

Passivhus
31 kWh/m², år

Resultatet visar att beräkningen med TMF-Energi 2.1 ligger under FEBY:s krav för Passivhus. Detta resultat ligger nära handberäkningen Passivhus + sol fastän Passivhuset i TMF-beräkningen inte har några solfångare. Beräkningarna kan ses i *Bilaga 3* och *Bilaga 10*.

4.3.3 Jämförande

Nedan följer en jämförande tabell över Normalhuset och Passivhuset utifrån de olika konstruktionernas isoleringstjocklekar och dess U-värden.

Tabell 4.5 Jämförande isoleringstjocklek mellan Normalhuset och Passivhuset

	Normalhus		Passivhus	
	U-värde (W/m ² K)	Isoleringstjocklek (mm)	U-värde (W/m ² K)	Isoleringstjocklek (mm)
Grund	0,100	300	0,094	300
Väggar	0,165	240	0,100	385
Tak	0,093	450	0,080	545
Snedtak	0,172	240	0,090	410
Fönster	1,000	-	0,900	-
Dörrar	0,900	-	0,710	-

4.3.4 Sammanställningstabell

Det gjordes en sammanställningstabell för att jämföra den specifika energiförbrukningen hos olika examensarbeten från olika småhusföretag. De olika småhusföretagen var Eksjöhus, Anebyhus och Myresjöhus. Tabellen redovisas i *Bilaga 13*.

4.4 Energiberäkningsprogram

Den sista frågeställningen var: ”Vilka energiberäkningsprogram finns och används på marknaden och vad använder Anebyhus?” De energiberäkningsprogram som används mest på marknaden är TMF-Energi (Trä och Möbel Företagens energiberäkningsprogram), BV² (Byggnadens Värmebalans i Varaktighetsdiagram), IDA ICE (IDA Indoor Climate and Energy) och Isover Energi.

TMF-Energi används mest av småhustillverkare och det är detta program som Anebyhus använder sig av när de gör sina energiberäkningar. I detta program ingår inte någon uträkning av U_m -värden eller köldbryggor utan detta förutsätter programmet att användaren redan har gjort. Användaren ska även själv ta reda på årsmedeltemperaturen för orten där byggnaden ska byggas. Programmet är främst riktat till nybyggda småhus med trästomme och normal isoleringsstandard och traditionellt uppvärmningssystem. Det finns en viss osäkerhet vid beräkningarna av energianvändningen då inte korrekta indata kan vara inskriven. Dessutom är det beräknade värdet ett ungefärligt värde som tar hänsyn till ett normalt användande av byggnaden. [42][43]

BV² är anpassat till alla olika typer av byggnader och det går att välja mellan olika typer av värmeproduktion och klimathållningssystem. Det är till för den som vill räkna ut en byggnads värme-, kyl- och energibehov. [45]

IDA ICE används i första hand till att beräkna byggnadens specifika energianvändning och effektbehov. Programmet klarar även av att beräkna termiskt inomhusklimat, koldioxidhalter och fuktbalanser i rumsluften. Det går även att ta hänsyn till solinstrålning mm. [44][47]

Isover Energi kan användas för att beräkna U -värden, köldbryggor och den genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten U_m . Det går även att göra en uppskattning av byggnadens förväntade specifika energianvändning. [48] Isover Energi ger översiktliga bilder av byggnadens delar och kan användas av byggherrar, projektörer, entreprenörer och studerande. En demo-version kan laddas ner gratis, men kan inte göra fullständiga beräkningar. [49]

5 Diskussion och slutsatser

Här nedan redovisas diskussioner och slutsatser av rapportens olika delar. Här ingår våra egna åsikter kring examensarbetet samt hur arbetsprocessen har gått.

5.1 Resultatdiskussion

Nedan följer en diskussion och slutsats av rapportens resultat utifrån frågeställningarna i rapportens början.

5.1.1 Anebyhus energiprestanda idag

Anebyhus klarar i dagsläget av kraven BBR har på energiprestanda med energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 då de får en energiförbrukning på 48 kWh/m² och år. Detta är oavsett vilket väderstreck huset är placerat i då programmet inte tar hänsyn till detta. Dock klaras inte kravet på 60 kWh/m² och år med den handberäkning som vi gjorde. Dagens krav ligger på 55 kWh/m² och år för byggnader utan eluppvärmning, men för ett Minienergihus eller ett Passivhus måste energiförbrukningen ytterligare reduceras och där är inte Anebyhus riktigt än, med de installationer de har idag. FEBY:s krav för ett Passivhus ligger på 50 kWh/m² och år för icke-eluppvärmda byggnader i dagsläget. Dessa krav kan komma att skärpas ytterligare så det är lika bra att se framåt i tiden och förbereda sig inför år 2020 då alla nybyggda hus ska vara näronllhus enligt EU-beslutet från 2010.

Anebyhus har idag inga planer på att börja bygga Passivhus även om tanken finns där och medvetenheten om att det inom en snar framtid är dags att lägga om produktionen. I och med de nya kraven har både småhusföretag som Anebyhus och även ventilations- och värmesystemstillverkare blivit tvungna att fokusera på att minska energianvändningen. Vi ser detta som något mycket positivt eftersom detta bidrar till en minskad miljöpåverkan inom byggbranschen.

5.1.2 Anebyhus krav på tillverkning och montering

Något som gäller samtliga prefabricerade hus är noggrannheten på byggarbetsplatsen när huset sätts ihop. Detta kan vara ett stort problem om arbetarna inte är tillräckligt noggranna och huset inte blir tillräckligt tätt och ordentligt byggt. Anebyhus gör till skillnad från andra liknande företag det allra största jobbet på plats där huset kommer stå. I fabriken görs inte helt färdiga vägg- och takelement då gipsskivor, tapet och kakel sätts på plats på väggen när huset står klart och takpannor m.m. sätts på takstolarna när de är resta. Eftersom Passivhusbyggen kräver extra stor precision och noggrannhet är denna byggprocessfördelning positiv för Anebyhus och de kan få ett försprång i framtiden när det gäller att bygga energisnåla hus.

När Anebyhus i framtiden börjar bygga Passivhus så kan några åtgärder behöva göras. Eftersom väggarna på Normalhuset är anpassade till maskinerna så behöver inte väggarna ändras, men kravet för ett Passivhus uppfylls inte med det huset som finns så ett FTX-system måste sättas in och solfångare måste monteras på taket för att kravet ska klaras.

Om Anebyhus vill klara kravet utan att behöva sätta solfångare på taket så måste klimatskalet ändras och en del åtgärder behöver göras i produktionsledet. Dessa åtgärder presenteras i kapitel 3.3.1. Väggarna behöver vara så pass tjocka jämfört med de väggar som tillverkas idag så mallarna i fabriken måste ändras och maskinerna behöver med stor sannolikhet bytas ut.

5.1.3 Energiberäkning

Vi gjorde energiberäkningar både för hand och med hjälp av energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1. När vi räknade för hand antog vi värden på U-korr och köldbryggor från beräkningarna som Anebyhus redan gjort på Sadelvägen. Anebyhus använder sig av ett beräkningsprogram motsvarande Isover Energi, kallat Unorm som räknar ut köldbryggor. U-värden har de räknat ut med hjälp av ett gratisprogram från Paroc. [52] Eftersom vi använde oss av samma konstruktioner kunde vi därför använda dessa uträknade värden. Det som räknades ut för hand var areor och längder.

Anebyhus använder idag konstruktioner ifrån Paroc AB. För att vara anpassade endast till BBR:s krav och inte högre, har de relativt låga U-värden. Trots detta behöver dessa konstruktioner bytas ut mot konstruktioner med lägre U-värden för att klara kraven för Passivhus. Vi valde nya konstruktioner från Isover AB. Vi valde Isover eftersom U-värden och hela konstruktioner fanns färdiga att använda på deras hemsida, vilket förenklade arbetet avsevärt. Kanske vill Anebyhus hellre använda sig av samma isoleringsleverantör som tidigare vid byte av konstruktioner. Paroc har även motsvarande konstruktioner till de som valdes från Isover. Nya beräkningar måste då göras för att resultatet ska stämma överens med materialen som används. Några större skillnader i energiförbrukning borde det inte bli då konstruktionerna i stort sett är motsvarande.

I Normalhuset finns en Nibe F750 installerad. På produktbladet för denna frånluftsvärmepump står det att den har återvinning. Detta syftar på återvinning av värmen från frånluften som sedan används för att värma vattnet. Någon återvinningsgrad fanns inte utskrivet i produktbladet, så efter ett telefonsamtal med Nibes kundtjänst fick vi svaret att återvinningsgraden förmodligen låg mellan 80-100% procent. Eftersom 100% är en omöjlighet fick vi anta att återvinningsgraden var 80% i energiberäkningarna. Eftersom detta värde verkade vara så osäkert hos Nibe reserverar vi oss för att beräkningarna kan vara felaktiga.

Vi räknade även ut solfångare för hand för att se hur stor yta de kommer att ta upp på taket och hur mycket värme som de genererar. Dessa värden räknades ut med tillämpliga formler.

Normalhus

Handberäkningarna som redovisas i tabell 3.1 är gjorda på Normalhuset och visar att huset ligger över BBR:s krav på 55 kWh/m² och år. När frånluftsvärmepumpen byttes ut mot ett FTX-system och fönster samt dörrar byttes ut, utan att ändra på klimatskalet så visar resultatet i tabell 3.3 att ytterligare åtgärder måste vidtas för att klara Passivhuskraven. Detta genom att solfångare installerades på taket. Resultatet i tabell 3.4 visar då att kravet för ett Passivhus uppfylls då det ligger på 50 kWh/m² och år.

Vi gjorde en beräkning för att undersöka om huset räknades som eluppvärmt eller inte och det visade sig att det klarar kravet för icke-eluppvärmt med de installationer som använts.

TMF-beräkningen som gjordes på Normalhuset gjordes som jämförelse till handberäkningen och den beräkning som Anebyhus sedan tidigare hade på Normalhuset. Jämförelsen mellan denna TMF-beräkning och handberäkningen skiljer sig en hel del. Handberäkningen gav ett värde på 60 kWh/m² och år jämfört med TMF:s 49 kWh/m² och år. Vid en så stor differens i energiförbrukning finns anledning att fundera på vad felet kan vara. Detta tas upp i nästa kapiteldel 5.1.4 om Energiberäkningsprogram.

Passivhus

Handberäkningarna på Passivhus som redovisas i tabell 3.8 gjordes för att visa på ett extremfall. Dessa konstruktioner uppfyller inte Anebyhus krav på produktionsledet då bland annat väggarna är för tjocka och maskinerna bara klarar av en total tjocklek på 324 mm. [52] Resultaten visar att vårt Passivhus ligger under FEBY:s krav för Passivhus och klarar kravet. Sätts solfångare på taket så minskas energiförbrukningen ytterligare.

TMF-beräkningen som gjordes på Passivhuset gjordes som jämförelse till handberäkningarna. I jämförelsen mellan handberäkningarna på Passivhus TMF-beräkningen så skiljer det en hel del. Diskussion om denna differens i resultat tas upp i nästa kapiteldel 5.1.4.

Alternativa åtgärder

Anebyhus begränsningar ligger i att väggarna inte kan göras tjockare på fabriken än vad de redan görs idag. Dock finns möjligheten att taket och bjälklaget kan utföras som Passivhuskonstruktion. Denna metod vore värd att testa som ett mellanalternativ till Passivhuset.

Andra åtgärder

Utan att ändra på klimatskalet finns det mycket som man som husägare själv kan göra för att få ner energiförbrukningen. Installationer som kylskåp, frys, tvättmaskin och diskmaskin kan bytas ut mot mer energisnåla apparater. Även personers beteende har betydelse när det gäller att spara energi. Självklart ska man inte låta lampor lysa och låta apparater stå på i onödan. Detta är saker som människor börjar bli mer och mer medvetna om och det är positivt.

I huset är en öppen spis utritad som tillval. Detta är något som borde finnas i huset. Det går att använda den öppna spisen som är inritad eller så går det byta ut

den mot en vattenmantlad pellets-kamin eller något annat som gör att energiförbrukningen ytterligare minskar. Eftersom planlösning på nedervåningen är relativt öppen så passar detta bra och det blir varmt och skönt i hela huset.

5.1.4 Energiberäkningsprogram

Vi undersökte vilka energiberäkningsprogram som räknar ut den specifika energianvändningen som finns på marknaden och hittade information om de vi ansåg vara de vanligast förekommande. Dessa var TMF-Energi, BV2, IDA ICE och

Isover Energi. Många andra kompletterande program finns också att använda som till exempel Unorm som Anebyhus använder för att räkna ut köldbryggor.

En jämförelse mellan originalberäkningarna och handberäkningarna på Sadelvägen visar att det är stor skillnad på värdena på den specifika energianvändningen. Detta kan bero på att i handberäkningen är de flesta formler något förenklade och att vissa faktorer inte tas hänsyn till för att formeln inte ska bli för komplicerad. I ett energiberäkningsprogram kan fler faktorer tas med i beräkningen och det är bara vissa värden som behöva matas in och det blir mindre komplicerat för att datorn räknar ut det mesta automatiskt.

En jämförelse har dock gjorts mellan olika företag och examensarbeten och liknande skillnader i värden mellan handberäkningar och TMF har erhållits, då de allra flesta småhusföretag också använder TMF-Energi. Detta är väldigt intressant eftersom det tyder på att TMF förmodligen inte är det mest optimala programmet för energiberäkning. Ett alternativ kan vara att den handberäkningsmetod som användes i skolan inte är tillförlitlig. För att ta reda på hur det verkligen ligger till behöver provmätningar göras på de färdigbyggda hus Anebyhus har för att kontrollera om de uppskattade värdena verkligen stämmer överens med verkligheten. Detta ska göras enligt BBR och Anebyhus kontrollerar detta. TMF är ett beprövat energiberäkningsprogram framtaget av SP – Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, och eftersom de allra flesta småhusföretag använder sig av programmet så måste det finnas en anledning till att de gör det. Därför behöver frågan om varför resultatet skiljer sig så mycket ställas.

I TMF måste färdiguträknade köldbryggor och U-korrvärden skrivas in manuellt och beräknas inte i programmet. En felkälla kan således vara fel inskrivna eller beräknade värden i programmet. Den mänskliga faktorn kan dock alltid förvränga uträkningar, så detta måste man alltid reservera sig för vid användning av ett så pass manuellt program.

Övriga reglerbara värden i TMF var sol- och avskärmningsfaktorerna. Dessa är schablonvärden som användaren får anta med tanke på var huset ska placeras. Till ett hus med krav endast på kraven från BBR så fungerar detta program alldeles utmärkt. Några särskilda krav på solinstrålning och avskärmning finns inte. Ska det byggas ett Passivhus bör dessa värden ses över lite mer noggrant då mycket mer solvärme än man tror kan tillgodogöras som värme i huset. Kanske bör ett annat energiberäkningsprogram med mer detaljerad indata användas vid beräkning av Passivhus.

Beräkningsprogrammet begränsar möjligheten att använda vilket värme- och ventilationssystem som helst. Se *Tabell 2.7*. Genom att använda ett annat program än TMF kan fler kombinationer och system utredas.

Många av marknadens energiprogram är komplicerade och svåra att sätta sig in i och kräver en kortare utbildning. Detta försvårade vårt arbete något då tyngdpunkten i detta arbete inte legat på att lära oss olika energiberäkningsprogram och tiden har därför inte funnits till att jämföra dessa på en mer grundlig nivå. TMF är ett relativt enkelt program som vi snabbt kunde sätta oss in i, även om det optimala hade varit att få en mer grundlig genomgång.

TMF-Energi har genomgående erhållit betydligt lägre värden än handberäkningarna som gjorts. Som nämnts tidigare så är TMF anpassat främst för nybyggda småhus med trästomme och normal isoleringsstandard samt ett traditionellt uppvärmningssystem. Detta gör att det är ett relativt begränsat program.

5.1.5 Sammanställningstabell

Sammanställningen för den specifika energiförbrukningen redovisas som tidigare nämnts i *Bilaga 13*. Alla småhusföretagen använder TMF-Energi, men denna jämförelse är gjord mellan de olika gruppernas handberäkningar. Alla de presenterade småhusföretagen använder sig av frånluftsvärmepumpen Nibe F750, men som i beräkningarna är utbytt mot FTX-system.

I sammanställningstabellen så räknas inte U-värdena med för att de redan är inräknade i den specifika energiförbrukningen. U-värdena presenteras endast som jämförelse mellan de olika husens värden. Villa Balans och Spirit får liknande U_m -värde då de har lagt till eller ändrat deras konstruktioner. Sadelvägen har ett något högre värde då klimatskalet i det fallet inte är ändrat.

Husen är i stort sett lika stora med undantag för Spirit från Myresjöhus. Spirit har räknat på ett extremfall, det har inte Sadelvägen och Villa Balans, därför skiljer de slutgiltiga värdena mycket mellan dessa.

Vi har erhållit betydligt högre gratisenergi med Sadelvägen än vad de andra husen har. Detta beror på att vi har hög solinstrålning jämfört med Spirit samt solfångare på taket vilket inte Villa Balans har. Dessutom har vi räknat med en något högre återvinningsgrad på FTX-system än de övriga. Vi har en återvinningsgrad på 85% medan de andra har 84% respektive 82%. Denna skillnad bidrar också till att vi har erhållit mer gratisenergi.

Villa Balans har till skillnad från Sadelvägen, lagt till 5 cm extra isolering på originalhuset i väggar och tak. De har även, precis som vi, bytt ut frånluftsvärmepumpen till ett FTX-system samt bytt ut fönster och dörrar. Dock har Villa Balans inte använt solfångare, vilket visar på att Anebyhus förmodligen också skulle klara kravet utan solfångare bara genom ett så litet tillägg av isolering som 5 cm.

Spirit från Myresjöhus har visat på ett extremfall där de bästa möjliga materialen på marknaden har använts samt extrema fönster och dörrar, vilket gör jämförelsen svårare.

Slutsatsen av denna jämförelse är att de flesta småhusföretag inte vet hur bra hus de har eftersom husen klarar Passivhuskraven endast genom att göra små förändringar.

5.2 Metoddiskussion

Av Anebyhus blev vi tilldelade ett av deras typhus att arbeta vidare med. Anebyhus typhus är inte avsedda från början att vara särskilt energisnåla lågenergihus. Ska man bygga ett energisnålt hus bör tanken finnas där redan från början även i utformningen. Alltså är det svårt att förändra ett befintligt hus till ett Passivhus som inte är tänkt att vara det från början. Vi valde ett hus som ändå hade bra grundförutsättningar och gjorde så gott vi kunde för att förändra huset till det bättre ur energibesparingssynpunkt.

Vi anser att vi har åstadkommit det som vi avsett i vårt syfte och våra frågeställningar genom att använda de metoder som vi valde.

5.2.1 Anebyhus produktionsled

Under vårt första besök på Anebyhus fick vi en genomgång av hur fabrikstillverkningen går till i tillverkningshallen. Detta gav en god inblick i hur prefabriceringsprocessen fungerar på ett småhusföretag och hur det fungerar på just Anebyhus.

Detta besök tror vi hade gett mer om det gjorts i ett senare skede i arbetet samt mer grundligt. Besöket kunde ha förbättrats ytterligare genom att ta fotografier på de olika delarna i produktionsledet.

5.2.2 Energiberäkning Normalhus

I beräkningen av Normalhuset var syftet att undersöka om det gick att få ner energiförbrukningen utan att ändra något på husets klimatskal. Detta gjordes för att huset skulle kunna klara kraven för Anebyhus produktionsled. Det gjordes beräkningar på Sadelvägen utan förändringar som vi i beräkningarna kallar för Normalhus. Sedan byttes frånluftsvärmepumpen ut mot ett FTX-system, fönster och dörrar byttes ut till det bättre samt att solfångare placerades på taket.

För att vi skulle kunna göra alla beräkningar var vi tvungna att veta vad Anebyhus hade för U-värden på deras Normalhus Sadelvägen och med hjälp av energiberäkningar som Anebyhus gjort på huset från början kunde U-värden läsas ut. Vi gjorde handberäkningar på Normalhuset eftersom vi redan kunde detta arbetssätt och har gjort det tidigare i andra kurser. Handberäkning gjordes även på Normalhuset med FTX-systemet och utbytta fönster och dörrar kallat Normalhus + samt med solfångare kallat Normalhus + med solfångare. Vi gjorde även beräkningar med energiberäkningsprogrammet TMF-Energi 2.1 för att jämföra dessa med handberäkningarna.

Något vi kunde gjort för att kontrollera värdena ytterligare var att sätta oss in i hur programmet Unorm fungerar. På det viset hade vi kunnat räkna ut köldbryggornas värden igen och även fått reda på om värdena skiljt sig åt på de båda konstruktionerna. Jämförelsen mellan TMF-Energi och handberäkningarna var den enda jämförelsen vi kunde göra då vi inte hade någon kunskap i något annat energiberäkningsprogram och tyvärr räckte inte tiden till att skulle lära oss Unorm eller något annat nytt program som är komplicerat att sätta sig in i under kort tid.

5.2.3 Energiberäkning Passivhus

Sadelvägen dimensionerades av oss för att anpassas till kravet för ett Passivhus. För att dimensioneringen skulle göras krävdes det att vi visste vilka U-värden de olika delarna av huset hade och i och med det kunde vi veta vilka värden som de befintliga konstruktionerna hade och byta ut dessa mot bättre. Konstruktioner från Isover valdes som skulle vara bättre än de nuvarande.

Allt byttes ut mot nya konstruktioner samt nya ventilations- och värmesystem. Vi stötte på ett problem i arbetet eftersom det var svårt att veta vilka alla konstruktionsdelar som stod i Anebyhus beräkning var, som till exempel kupsida och stödben. Vi fick bättre förståelse för vad dessa konstruktionsdelar var under mailkontakt med Anebyhus och fick bra svar. Sedan kunde arbetet fortsätta som vanligt. Konstruktionerna stödben och kupsida hittade vi inga bra Passivhus-konstruktioner på så vi valde att använda samma väggkonstruktion som ytterväggen för att undgå problemen med att ha olika tjocklekar på olika delar av väggen.

Vi gjorde nya planritningar och fasadritningar på dimensioneringen av Sadelvägen som ett Passivhus. På dessa ritningar kan det ses några skillnader jämfört med originalritningen. Ytterväggarna är tjockare, några småfönster är borttagna och någon innervägg är omdimensionerad.

5.3 Slutsatser

Vårt syfte med det här projektet var att ta fram lösningar för energieffektiva hus som är produktionsanpassade för småhusindustrin. Vi gjorde förändringar i huset utan att ändra på klimatskalet för att se om Passivhuskravet kunde uppfyllas så att det kunde anpassas till Anebyhus tillverkningsmaskiner. Vi förbättrade även klimatskalet på ett av Anebyhus typhus för att visa på ett extremfall som skulle klara kraven för ett Passivhus och räknade ut husets nya specifika energianvändning.

Vi upptäckte att Anebyhus i dagsläget redan har så bra hus att de i stort sett uppfyller kraven för Minienergihus. Utan tilläggsisolering klarade Sadelvägen Passivhuskravet genom ett FTX-system och solfångare på taket. För att klara kravet utan solfångare skulle dock extra isolering behövas, vilket maskinerna på Anebyhus inte klarar av idag. Slutsatsen är dock att Anebyhus inte har så lång väg att gå i Passivhusutvecklingen.

5.4 Rekommendationer

Det finns mycket som skulle kunna utvecklas mer i vårt arbete. För det första räckte inte tiden till att lära oss olika energiberäkningsprogram på en mer grundlig nivå. En bättre insyn i dessa olika beräkningsprogram skulle ge en bättre förståelse för resultaten. En jämförelse mellan olika beräkningsprogram skulle kunna göras för att få en mer djupgående analys av de olika beräkningsprogrammets styrkor och svagheter.

En annan förbättring skulle vara en mer djupgående jämförelse av olika värme- och ventilationssystem. Det skulle vara intressant att se vilka förbättringar den specifika energianvändningen skulle få med en annan kombination av installationer. Det skulle kunna göras en utredning av vilket system som skulle fungera bäst för olika hustyper och vilka kombinationer som skulle ge bäst resultat.

För att få en klarare bild över hur de olika väderstrecken påverkar energiförbrukningen kunde olika beräkningar med huset placerat i olika väderstreck ha gjorts. Då vi har räknat på det mest gynnsamma läget har vi därför erhållit bästa möjliga resultat. Hade beräkningar gjorts även på mindre gynnsamma lägen hade en bättre jämförelse erhållits.

För att göra examensarbetet mer miljöanpassat så skulle också en djupgående analys kunna göras på materialval. Man skulle kunna gå in mer på vilka material som kunde användas och göra det så miljövänligt som möjligt. Till detta skulle man använda sig av databasen BASTA, som har som syfte att fasa ut farliga ämnen från byggindustrin [66], och stämma av så att materialen är med där för att de då är garanterat godkända som miljövänliga.

6 Referenser

- [1] *Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda*. EUR-Lex, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32010L0031:SV:NOT>, (Acc. 2011-02-25)
- [2] *Hur kan användningen av förnybara energikällor främjas i planering och byggande*, Boverket, http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Anvandningen_av_fornybara_%20energikallor.pdf, (Acc. 2011-02-25)
- [3] *Om Anebyhus*, Anebyhus, <http://www.anebyhus.se/om-anebyhus/om-anebyhus> (Acc. 2011-05-31)
- [4] *Energiläget 2010*, Energimyndigheten, http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/6792e3736ce045c4a41f2c397b1eff97/ET2010_45.pdf, (Acc. 2011-03-29)
- [5] *Energistatistik för småhus 2009*, Energimyndigheten, http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/5c31d1b45bd7486aa3003adbdbcb734/ES2011_01W.pdf, (Acc. 2011-03-29)
- [6] *Småhus*, Skatteverket <http://www.skatteverket.se/privat/skatter/fastigheterbostad/fastighetstaxering/smahus.4.76a43be412206334b8980001091.html>, (Acc. 2011-03-29)
- [7] *Energikällor*, Energimyndigheten, <http://www.energimyndigheten.se/sv/energifakta/Energikallor/>, (Acc. 2011-04-01)
- [8] *Fossila bränslen*, Nationalencyklopedin, <http://www.ne.se/lang/fossila-br%C3%A4nslen>, (Acc. 2011-04-01)
- [9] *Elvärme*, Energimyndigheten, <http://www.energimyndigheten.se/sv/hushall/din-uppvarmning/Elvarme/>, (Acc. 2011-04-04)
- [10] *Elvärme*, Energifakta, <http://energifakta.nu/elvarme/>, (Acc. 2011-04-04)

- [11] *Vad är biobränsle?*, Biobränsle, <http://www.xn--biobransle-z2a.se/>,
(Acc. 2011-04-01)
- [12] *Biobränsle*, Energimyndigheten,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/foretag/energieffektivisering-i-foretag/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Uppvarmning/Biobransle/>,
(Acc. 2011-04-01)
- [13] Gross, H. (2008), *Energismarta småhus*
Gross Produktion AB, Stockholm, ISBN 978-91-633-2824-4.
- [14] *Sol*, Energimyndigheten,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Energifakta/Energikallor/Sol--/>,
(Acc. 2011-04-01)
- [15] *Solenergi*, Nationalencyklopedin, <http://www.ne.se/lang/solenergi>,
(Acc. 2011-04-01)
- [16] *BBR avsnitt 9 – Energihushållning*, Boverkets byggregler,
http://www.boverket.se/Global/Bygga_o_forvalta/Dokument/Bygg-%20och%20konstruktionsregler/BBR_avsnitt_9/bbr_2008_suppl_avsnitt_%209_energihushallning.pdf, (Acc. 2011-03-29)
- [17] *Om BBR 16*, NIBE <http://www.nibe.se/Villaguiden/Om-BBR-16/>,
(Acc. 2011-03-30)
- [18] *Forum för Energieffektiva byggnader*, Forum för Energieffektiva byggnader,
<http://www.energieffektivabyggnader.se/vanstermeny/omforumet.4.4a4d22a41128e56161b80001306.html>, (Acc. 2011-05-15)
- [19] *Boverkets Byggregler, BBR - Isolering av klimatskärm och tekniska installationer*,
Broschyr från Isover (2010)
- [20] *Krav på specifik energianvändning och installerad effekt*, Isover
<http://www.isover.se/konstruktioner/bbr/krav+p%C3%A5+specifik+energianv%C3%A4ndning+och+installerad+effekt>, (Acc. 2011-03-30)
- [21] *FEBY Kravspecifikation för Minienergihus*, Version 2009, Forum för
Energieffektiva byggnader,
http://www.energieffektivabyggnader.se/download/18.712fb31f12497ed09a58000141/Kravspecifikation_Minienergihus_version_2009_oktober.pdf,
(Acc. 2011-04-01)

- [22] *FEBY Kravspecifikation för Passivhus*, Version 2009, Forum för Energieffektiva byggnader,
http://www.passivhuscentrum.se/fileadmin/pdf/Kravspecifikation_Passivhus_slutversion_juni_2009_1_juli.pdf, (Acc. 2011-04-01)
- [23] *Passivhus*, Emrahus, http://emrahus.nu/var_teknik.asp?p=var_teknik,
(Acc. 2011-04-01)
- [24] *Byggnader ska bli bättre på att spara energi*, Europaparlamentet,
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?language=sv&type=IM-PRESS&reference=20090612FCS57088#title2>, (Acc. 2011-04-01)
- [25] *Plusbus*, Emrahus, http://emrahus.nu/var_teknik.asp?p=var_teknik,
(Acc. 2011-04-01)
- [26] *Villavärmepumpar*, Energimyndigheten,
http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/83faa2bcf27d405093f1d63c9d33fb52/ET2006_25.pdf, (Acc. 2011-03-30)
- [27] *Värme i villan*, Energimyndigheten,
<http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/7c1f9d13d4c24660b8492251f74e7482/2079.pdf>, (Acc. 2011-03-30)
- [28] *Nibe Frånluft - En ny generation värmepumpar*, NIBE,
http://www.nibe.se/upload/nibe_se/brochure_order/brochure_pdf/639113-8.pdf, (Acc. 2011-03-29)
- [29] *Frånluftsvärmepump Nibe F750*, Produktblad från NIBE (2010)
- [30] Warfvinge, C. (2007) *Installationsteknik AK för V*
Studentlitteratur AB, Lund
- [31] *Från- och tilluftsventilation med återvinning (FTX-system)*, Energimyndigheten,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Ventilation/FTX-system/>
- [32] *Fjärrvärme*, Energimyndigheten,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/hushall/din-uppvarmning/Fjarrvarme/>, (Acc. 2011-04-13)

- [33] *Vad är solvärme?*, Sol & Energiteknik AB,
<http://www.solenergiteknik.se/solvaerme.html>, (Acc. 2011-05-03)
- [34] Andrén, L. (2007), *Solenergi - Praktiska tillämpningar i bebyggelse*, AB Svensk Byggtjänst, ISBN 978-91-7333-230-9
- [35] *Effecta Comfort*, VVSPARTNER.SE, <http://www.vvspartner.se/effecta-comfort-300-paket-plansolfangare-p-546.html>, (Acc. 2011-05-03)
- [36] *Intelli-Heat solfångare*, Sol & Energiteknik AB
<http://www.solenergiteknik.se/solfaangare.html>, (Acc. 2011-05-03)
- [37] *Fakta om solceller*, Energimyndigheten,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/energifakta/Energikallor/Sol--Fakta-om-solceller/>, (Acc. 2011-05-03)
- [38] Berg, S A (2008), *Byggteknik Byt 1b - Energieffektivisering*
Lärnö AB, ISBN 978-91-977925-9-2.
- [39] Bokalders, V., Block, M. (2009), *Byggekologi - Kunskaper för ett hållbart byggande*.
AB Svensk Byggtjänst, ISBN 978-91-7333-362-7.
- [40] *Energikloka konstruktioner - Högre kvalitet, lägre energiförbrukning*, PAROC AB,
http://www.stenull.paroc.se/produktdata/pdf_down/Energikloka_konstruktioner.pdf, (Acc. 2011-04-06)
- [41] *System för lufttäthet och fuktsäkerhet*, Broschyr från Saint-Gobain Isover AB (2009),
http://www.isover.se/files/Isover_SE/Om_Isover/Kontakta_oss/Broschyrer_Bygg/System%20for%20lufttatning.pdf, (Acc. 2011-04-06)
- [42] *TMF-Energiberäkning*, TMF, <http://www.tmf.se/web/tmfenergi.aspx>,
(Acc. 2011-04-13)
- [43] Ruud, S. (2011), *Handledning till demoversionen 2.2*, TMF,
<http://www.tmf.se/web/tmfenergi.aspx>, (Acc. 2011-04-13)
- [44] Bergsten, B. (2001), *Energiberäkningsprogram för byggnader - en jämförelse utifrån funktions- och användaraspekter*
CIT Energy Management AB, ISBN 91-7848-851-6,
http://www.effektiv.org/pdf_filer/Rapport%202001-03.pdf

- [45] BV² Energiberäkningsprogrammet, <http://www.bv2.se/>, (Acc. 2011-04-12)
- [46] *Projekt "Energitårten" fas 1 State of the Art*, Sveriges Byggindustrier, http://www.bygg.org/files/publikationer/2004-11-%2001_Energitartan.pdf, (Acc. 2011-04-12)
- [47] *IDA Klimat och Energi 3.0*, EQUA, <http://www.equa.se/ice/sve.html>, (Acc. 2011-04-13)
- [48] *Isover Energi*, Saint-Gobain Isover AB, http://www.isover.se/files/Isover_SE/Om_Isover/Kontakta_oss/Broschyrer_Bygg/IsoverBoken%20200709/Isover%20Energi.pdf, (Acc. 2011-04-13)
- [49] *Isover Energi 3*, Saint-Gobain Isover AB, <http://www.isover.se/hj%C3%A4lpmedel/ber%C3%A4kningsprogram>, (Acc. 2011-04-13)
- [50] Michael Newman, Anebyhus
- [51] *Tillverkning inomhus*, Anebyhus, <http://www.anebyhus.se/om-anebyhus/om-anebyhus/> (Acc. 2011-05-02)
- [52] Karl Fritzsson, Anebyhus
- [53] *TMF-Energi*, TMF Energi
- [54] *Sadelvägen*, Anebyhus, [http://www.anebyhus.se/vaara-hus/kollektion-ditt-nya-hem/visa-ditt-nya-hem/474eebc9ae34ba6e23d6bec0a6a1731d/?tx_anebyhushouse_pi1\[showUid\]=22](http://www.anebyhus.se/vaara-hus/kollektion-ditt-nya-hem/visa-ditt-nya-hem/474eebc9ae34ba6e23d6bec0a6a1731d/?tx_anebyhushouse_pi1[showUid]=22), (Acc. 2011-05-18)
- [55] Kundtjänst, NIBE
- [56] *Energiberäkningar från TMF*, Anebyhus
- [57] *Elit Passiv*, Elitfönster, http://www.elitfonster.se/Documents/Produktblad/Produktblad_Passiv.pdf (Acc. 2011-05-30)

- [58] *Hajom*, Hajom, http://www.hajom.com/pdf/Hajom_sve_LU.pdf (Acc. 2011-05-30)
- [59] *Prisbok 2011:1*, Elitfönster, http://www.elitfonster.se/Documents/Prislistor/Prisbok_2011.pdf (Acc. 2011-04-20)
- [60] *Ekstrands CE-Labels*, Ekstrands, <http://www.ekstrands.com/media/64316/ce-labels%20ytterd%C3%B6rrar%20-%20f%C3%B6r%20nedladdning%20och%20utskrift.pdf> (Acc. 2011-04-20)
- [61] *Dimensionering av solvärmesystem*, Intelli-heat, <http://solenergiteknik.se/dimensionering.html>, (Acc. 2011-05-05)
- [62] *Sockel med dubbla L-element (StyrofoamTM + Styrolit)*, Saint-Gobain Isover AB, [http://www.isover.se/konstruktioner/grund+och+k%C3%A4llare/g-c3-206+sockel+med+dubbla+l-element+\(sty+c10+sty\)](http://www.isover.se/konstruktioner/grund+och+k%C3%A4llare/g-c3-206+sockel+med+dubbla+l-element+(sty+c10+sty)), (Acc. 2011-04-20)
- [63] *Träregelstomme, ventilerat putssystem*, Saint-Gobain Isover AB, <http://www.isover.se/konstruktioner/ytterv%C3%A4ggar/y-c3-204+tr%C3%A4regelstomme,+ventilerat+putssystem>, (Acc. 2011-04-20)
- [64] *Vindsbjälklag av trä med lösull*, Saint-Gobain Isover AB, <http://www.isover.se/konstruktioner/vindsbj%C3%A4lklag+och+snedtak/v-c3-202+vindsbj%C3%A4lklag+av+tr%C3%A4+med+l%C3%B6sull>, (Acc. 2011-04-20)
- [65] *Snedtak med Isover Vario KM Duplex UV, skivor*, Saint-Gobain Isover AB, <http://www.isover.se/konstruktioner/vindsbj%C3%A4lklag+och+snedtak/s-c3-204+snedtak+med+isover+vario+km+duplex+uv,+skivor>, (Acc. 2011-04-20)
- [66] *Om BASTA*, BASTA, <http://www.bastaonline.se/ombasta>, (Acc. 2011-05-04)

7 Bilagor

Bilaga 1	Beräkning av areor och längder - Normalhus
Bilaga 2	Beräkning av areor och längder - Normalhus +
Bilaga 3	Beräkning av areor och längder - Passivhus
Bilaga 4	Beräkning av solinstrålning - Normalhus, Normalhus +
Bilaga 5	Beräkning av solinstrålning - Passivhus
Bilaga 6	Specifik energianvändning för Sadelvägen - Normalhus
Bilaga 7	Specifik energianvändning för Sadelvägen - Normalhus +
Bilaga 8	Specifik energianvändning för Sadelvägen - Passivhus
Bilaga 9	Sadelvägen - Normalhus
Bilaga 10	Sadelvägen - Passivhus
Bilaga 11	Beräkning av solfångare
Bilaga 12	Beräkning av eluppvärmning
Bilaga 13	Sammanställningstabell

8 Ritningsförteckning

Ritningsnummer	Innehåll	Skala	Datum
A-01	Planlösning, Sadelvägen	1:50	2011-05-17
A-02	Fasad mot Norr och Väster	1:50	2011-05-17
A-03	Fasad mot Söder och Öster	1:50	2011-05-17
Nya_Sadelvägen-1	Sadelvägen, Planer och sektioner	1:100	2011-01-20
Nya_Sadelvägen-2	Sadelvägen, Fasader	1:100	2011-01-20

Beräkning av areor - Normalhus- För beräkning av U_m

	Antal (st)	Dimension (mm)	Area st (m ²)	Area tot (m ²)
Dörrar				
Ytterdörr, YD7	2	1010x2100	2,12	4,24
Glasdörr, 10/21-21	1	1010x2100	2,12	2,12
				6,36
Fönster				
F1, 9/13	8	900x1300	1,17	9,36
F2, 6/20	2	600x2000	1,2	2,4
F3, 9/20	2	900x2000	1,8	3,6
F4, 23/5	1	2300x500	1,15	1,15
F5, 5/5	2	500x500	0,25	0,5
				17,01
Skjutfönster				
F6, 24/21	2	2400x2100	5,04	10,08
Takfönster				
F7, 7,8/9,8	2	800x1000	0,8	1,6
Golv				
	1		89,3	89,3
Tak				
Tak	1		43,74	43,74
Snedtak	1		57,63	57,63
				101,37
Väggar				
Vägg	1		92,77	92,77
Stödben	1		8,22	8,22
Kupsida			1,44	1,44
				102,43

Beräkning av längder- För beräkning av U_m

	Antal (st)	Dimension (mm)	Omkrets (m)	Omkrets tot (m)
Dörrar				
Ytterdörr, YD7	2	1010x2100	6,22	12,44
Glasdörr, 10/21-21	1	1010x2100	6,22	6,22
				18,66
Fönster				
F1, 9/13	8	900x1300	4,4	35,2
F2, 6/20	2	600x2000	5,2	10,4
F3, 9/20	2	900x2000	5,8	11,6
F4, 23/5	1	2300x500	5,6	5,6
F5, 5/5	2	500x500	2	4
F6, 24/21	2	2400x2100	9	18
F7, 7,8/9,8	2	800x1000	3,6	7,2
				92,00
				110,66

U_m-beräkning för Sadelvägen**Beräkning av U_m**

Byggnadsdelar	A _{om} (m ²)	U _{kor}	U _{just} * A
Tak	43,74	0,093	4,1
Snedtak	57,63	0,172	9,9
Vägg	92,77	0,165	15,3
Stödben	8,22	0,215	1,8
Kupsida	1,44	0,217	0,3
Grund	89,3	0,100	8,9
Fönster	17,01	1,000	17,0
Skjutfönster	10,08	1,200	12,096
Takfönster	1,6	1,400	2,24
Dörrar med glas	2,12	1,200	2,544
Dörrar utan glas	4,24	0,900	3,8
Summa:	328,15		78,00

Köldbryggor	ψ	Längd (l)	ψ * l
Vertikal anslutning vid ytterväggshörn	0,02	16,01	0,3202
Anslutning yttervägg- takbjälklag	0,038	3,1	0,1178
Kantbalk	0,213	39	8,307
Anslutning yttervägg-ramverkbjälklag	0,03	42,4	1,272
Anslutning yttervägg-mellanbjälklag	0,024	17,8	0,4272
Dörr/Fönster smyggar	0,036	110,66	3,98376
Summa:			14,43

Beräkning av krav

$$U_m = (\sum U_{just} * A + \sum \Psi * l) / (A_{om}^B + A_{om}^L)$$

$$U_{m,krav} = (0,50 * A_{tempB} + 0,70 * A_{tempL}) / A_{temptot}$$

$$U_m = 0,28$$

$$U_{m,krav} = 0,50$$

$$U_m \leq U_{m,krav} \quad \text{Ja - Kravet uppfylls}$$

Beräkning av areor - Normalhus +- För beräkning av U_m

	Antal (st)	Dimension (mm)	Area st (m ²)	Area tot (m ²)
Dörrar				
Ytterdörr, YD7	2	1010x2100	2,12	4,24
Glasdörr, 10/21-21	1	1010x2100	2,12	2,12
				6,36
Fönster				
F1, 9/13	8	900x1300	1,17	9,36
F2, 6/20	2	600x2000	1,2	2,4
F3, 9/20	2	900x2000	1,8	3,6
F4, 23/5	1	2300x500	1,15	1,15
F5, 5/5	2	500x500	0,25	0,5
				17,01
Skjutfönster				
F6, 24/21	2	2400x2100	5,04	10,08
Takfönster				
F7, 7,8/9,8	2	800x1000	0,8	1,6
Golv				
	1		89,3	89,3
Tak				
Tak	1		43,74	43,74
Snedtak	1		57,63	57,63
				101,37
Väggar				
Vägg	1		92,77	92,77
Stödben	1		8,22	8,22
Kupsida			1,44	1,44
				102,43

Beräkning av längder- För beräkning av U_m

	Antal (st)	Dimension (mm)	Omkrets (m)	Omkrets tot (m)
Dörrar				
Ytterdörr, YD7	2	1010x2100	6,22	12,44
Glasdörr, 10/21-21	1	1010x2100	6,22	6,22
				18,66
Fönster				
F1, 9/13	8	900x1300	4,4	35,2
F2, 6/20	2	600x2000	5,2	10,4
F3, 9/20	2	900x2000	5,8	11,6
F4, 23/5	1	2300x500	5,6	5,6
F5, 5/5	2	500x500	2	4
F6, 24/21	2	2400x2100	9	18
F7, 7,8/9,8	2	800x1000	3,6	7,2
				92,00
				110,66

U_m-beräkning för Sadelvägen**Beräkning av U_m**

Byggnadsdelar	A _{om} (m ²)	U _{kor}	U _{just} * A
Tak	43,74	0,093	4,1
Snedtak	57,63	0,172	9,9
Vägg	92,77	0,165	15,3
Stödben	8,22	0,215	1,8
Kupsida	1,44	0,217	0,3
Grund	89,3	0,100	8,9
Fönster	17,01	0,800	13,6
Skjutfönster	10,08	1,200	12,096
Takfönster	1,6	0,900	1,44
Dörrar med glas	2,12	1,100	2,332
Dörrar utan glas	4,24	0,710	3,0
Summa:	328,15		72,78

Köldbryggor	ψ	Längd (l)	ψ * l
Vertikal anslutning vid ytterväggshörn	0,02	16,01	0,3202
Anslutning yttervägg- takbjälklag	0,038	3,1	0,1178
Kantbalk	0,213	39	8,307
Anslutning yttervägg-ramverkbjälklag	0,03	42,4	1,272
Anslutning yttervägg-mellanbjälklag	0,024	17,8	0,4272
Dörr/Fönster smyggar	0,036	110,66	3,98376
Summa:			14,43

Beräkning av krav

$$U_m = (\sum U_{just} * A + \sum \Psi * l) / (A_{om}^B + A_{om}^L)$$

$$U_{m,krav} = (0,50 * A_{tempB} + 0,70 * A_{tempL}) / A_{temptot}$$

$$U_m = 0,27$$

$$U_{m,krav} = 0,50$$

$$U_m \leq U_{m,krav} \quad \text{Ja - Kravet uppfylls}$$

Beräkning av areor - Passivhus- För beräkning av U_m

	Antal (st)	Dimension (mm)	Area st (m ²)	Area tot (m ²)
Dörrar				
Ytterdörr, YD7	2	1010x2100	2,12	4,24
Glasdörr, 10/21-21	1	1010x2100	2,12	2,12
				6,36
Fönster				
F1, 9/13	8	900x1300	1,17	9,36
F2, 6/20	2	600x2000	1,2	2,4
F3, 9/20	2	900x2000	1,8	3,6
F4, 23/5	1	2300x500	1,15	1,15
				16,51
Skjutfönster				
F6, 24/21	2	2400x2100	5,04	10,08
Takfönster				
F7, 7,8/9,8	2	800x1000	0,8	1,6
Grund				
	1		89,3	89,3
Tak				
Tak	1		43,74	43,74
Snedtak	1		57,63	57,63
				101,37
Väggar				
Vägg	1		92,77	92,77
Stödben	1		8,22	8,22
Kupsida			1,44	1,44
				102,43

Beräkning av längder- För beräkning av U_m

	Antal (st)	Dimension (mm)	Omkrets (m)	Omkrets tot (m)
Dörrar				
Ytterdörr, YD7	2	1010x2100	6,22	12,44
Glasdörr, 10/21-21	1	1010x2100	6,22	6,22
				18,66
Fönster				
F1, 9/13	8	900x1300	4,4	35,2
F2, 6/20	2	600x2000	5,2	10,4
F3, 9/20	2	900x2000	5,8	11,6
F4, 23/5	1	2300x500	5,6	5,6
F6, 24/21	2	2400x2100	9	18
F7, 7,8/9,8	2	800x1000	3,6	7,2
				88,00
				106,66

U_m-beräkning för Sadelvägen**Beräkning av U_m**

Byggnadsdelar	A _{om} (m ²)	U _{kor}	U _{just} * A
Tak	43,74	0,080	3,5
Snedtak	57,63	0,090	5,2
Vägg	92,77	0,100	9,3
Stödben	8,22	0,100	0,8
Kupsida	1,44	0,100	0,1
Grund	89,3	0,094	8,4
Fönster	16,51	0,800	13,2
Skjutfönster	10,08	1,200	12,096
Takfönster	1,6	0,900	1,44
Dörrar med glas	2,12	1,100	2,332
Dörrar utan glas	4,24	0,710	3,0
Summa:	327,65		59,41

Köldbryggor	ψ	Längd (l)	ψ * l
Vertikal anslutning vid ytterväggshörn	0,02	16,01	0,3202
Anslutning yttervägg- takbjälklag	0,038	3,1	0,1178
Kantbalk	0,213	39	8,307
Anslutning yttervägg-ramverkbjälklag	0,03	42,4	1,272
Anslutning yttervägg-mellanbjälklag	0,024	17,8	0,4272
Dörr/Fönster smygar	0,02	106,66	2,1332
Summa:			12,58

Beräkning av krav

$$U_m = (\sum U_{just} * A + \sum \Psi * l) / (A_{om}^B + A_{om}^L)$$

$$U_{m,krav} = (0,50 * A_{tempB} + 0,70 * A_{tempL}) / A_{temptot}$$

$$U_m = 0,22$$

$$U_{m,krav} = 0,50$$

$$U_m \leq U_{m,krav} \quad \text{Ja - Kravet uppfylls}$$

Beräkning av solenergi - Normalhus, Normalhus +

JANUARI

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	2,6	2 426,0	6,8	42 797,1	436,0	3,0	3 366,8	126,0	3,5	1 159,7	436,0	1,3	1 485,6
Halvklara dagar	8,5	1 489,0	6,8	85 874,4	323,0	3,0	8 154,1	141,0	3,5	4 242,7	323,0	1,3	3 598,0
Mulna dagar	19,9	357,0	6,8	48 202,7	135,0	3,0	7 978,9	101,0	3,5	7 115,0	135,0	1,3	3 520,7
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				176 874,1			19 499,8			12 517,4			8 604,2

Total summa: 217,5 kWh

FEBRUARI

Antal dagar: 28
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	3,1	4 017,0	6,8	84 491,6	1 223,0	3,0	11 260,2	313,0	3,5	3 434,9	1 223,0	1,3	4 968,5
Halvklara dagar	8,7	2 570,0	6,8	151 705,8	910,0	3,0	23 513,5	371,0	3,5	11 426,1	910,0	1,3	10 375,2
Mulna dagar	16,2	692,0	6,8	76 062,6	378,0	3,0	18 187,1	276,0	3,5	15 828,0	378,0	1,3	8 025,0
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				312 259,9			52 960,7			30 689,0			23 368,7

Total summa: 419,3 kWh

MARS

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	5,6	4 793,0	6,8	182 114,8	2 315,0	3,0	38 503,1	591,0	3,5	11 716,0	2 315,0	1,3	16 989,3
Halvklara dagar	11,2	3 260,0	6,8	247 733,9	1 755,0	3,0	58 378,3	722,0	3,5	28 625,9	1 755,0	1,3	25 759,2
Mulna dagar	14,2	1 029,0	6,8	99 141,1	745,0	3,0	31 419,6	550,0	3,5	27 647,4	745,0	1,3	13 863,8
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				528 989,8			128 301,0			67 989,2			56 612,3

Total summa: 781,9 kWh

APRIL

Antal dagar: 30
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,6	4 571,0	6,8	142 665,5	3 471,0	3,0	47 420,8	963,0	3,5	15 681,5	3 471,0	1,3	20 924,2
Halvklara dagar	12,1	3 407,0	6,8	279 709,6	2 699,0	3,0	96 994,0	1 182,0	3,5	50 629,8	2 699,0	1,3	42 798,2
Mulna dagar	13,3	1 318,0	6,8	118 937,0	1 186,0	3,0	46 848,2	900,0	3,5	42 373,8	1 186,0	1,3	20 671,6
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				541 312,0			191 263,0			108 685,1			84 394,0

Total summa: 925,7 kWh

MAJ

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	5,9	4 079,0	6,8	163 288,5	4 303,0	3,0	75 401,5	1 610,0	3,5	33 626,5	4 303,0	1,3	33 270,6
Halvklara dagar	14,2	3 323,0	6,8	320 161,1	3 406,0	3,0	143 644,6	1 762,0	3,5	88 572,2	3 406,0	1,3	63 382,6
Mulna dagar	10,9	1 516,0	6,8	112 118,1	1 534,0	3,0	49 660,2	1 224,0	3,5	47 229,3	1 534,0	1,3	21 912,3
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				595 567,6			268 706,3			169 427,9			118 565,5

Total summa: 1 152,3 kWh

JUNI

Antal dagar: 30
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,1	3 802,0	6,8	105 765,9	4 726,0	3,0	57 548,5	2 243,0	3,5	32 554,9	4 726,0	1,3	25 393,0
Halvklara dagar	14,9	3 261,0	6,8	329 675,7	3 767,0	3,0	166 701,1	2 240,0	3,5	118 151,0	3 767,0	1,3	73 556,1
Mulna dagar	11,0	1 617,0	6,8	120 684,8	1 714,0	3,0	55 996,4	1 426,0	3,5	55 528,4	1 714,0	1,3	24 708,2
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				556 126,4			280 245,9			206 234,4			123 657,3

Total summa: 1 166,3 kWh

JULI

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,2	3 894,0	6,8	110 967,3	4 579,0	3,0	57 118,4	2 013,0	3,5	29 929,3	4 579,0	1,3	25 203,3
Halvklara dagar	15,7	3 275,0	6,8	348 867,7	3 636,0	3,0	169 543,0	2 063,0	3,5	114 657,4	3 636,0	1,3	74 810,2
Mulna dagar	11,1	1 575,0	6,8	118 618,8	1 645,0	3,0	54 230,7	1 349,0	3,5	53 007,6	1 645,0	1,3	23 929,1
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				578 453,8			280 892,2			197 594,3			123 942,5

Total summa: 1 180,9 kWh

AUGUSTI

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,3	4 308,0	6,8	125 688,1	3 928,0	3,0	50 164,5	1 265,0	3,5	19 255,8	3 928,0	1,3	22 134,9
Halvklara dagar	14,6	3 352,0	6,8	332 052,5	3 072,0	3,0	133 208,1	1 454,0	3,5	75 148,5	3 072,0	1,3	58 777,5
Mulna dagar	12,1	1 410,0	6,8	115 758,9	1 359,0	3,0	48 838,4	1 054,0	3,5	45 147,0	1 359,0	1,3	21 549,7
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				573 499,4			232 210,9			139 551,4			102 462,1

Total summa: 1 047,7 kWh

SEPTEMBER

Antal dagar: 30

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	4,0	4 722,0	6,8	128 155,1	2 818,0	3,0	33 477,8	741,0	3,5	10 492,6	2 818,0	1,3	14 772,0
Halvklara dagar	13,6	3 341,0	6,8	308 294,1	2 164,0	3,0	87 408,3	913,0	3,5	43 955,5	2 164,0	1,3	38 568,5
Mulna dagar	12,4	1 157,0	6,8	97 343,0	935,0	3,0	34 434,2	699,0	3,5	30 683,3	935,0	1,3	15 193,9
A _{fönster} [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				533 792,2			155 320,3			85 131,3			68 534,4

Total summa: 842,8 kWh

OKTOBER

Antal dagar: 31

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	3,1	4 428,0	6,8	93 136,3	1 609,0	3,0	14 814,1	422,0	3,5	4 631,0	1 609,0	1,3	6 536,6
Halvklara dagar	11,8	2 905,0	6,8	232 583,0	1 217,0	3,0	42 651,0	509,0	3,5	21 261,9	1 217,0	1,3	18 819,6
Mulna dagar	16,1	837,0	6,8	91 432,6	518,0	3,0	24 769,2	384,0	3,5	21 885,7	518,0	1,3	10 929,3
A _{fönster} [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				417 152,0			82 234,3			47 778,7			36 285,5

Total summa: 583,5 kWh

NOVEMBER

Antal dagar: 30

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	1,7	3 084,0	6,8	35 572,4	687,0	3,0	3 468,7	186,0	3,5	1 119,3	687,0	1,3	1 530,5
Halvklara dagar	7,6	1 919,0	6,8	98 955,2	509,0	3,0	11 489,1	213,0	3,5	5 730,6	509,0	1,3	5 069,5
Mulna dagar	20,7	479,0	6,8	67 275,3	211,0	3,0	12 972,1	156,0	3,5	11 431,4	211,0	1,3	5 723,9
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				201 802,9			27 929,9			18 281,3			12 323,9

Total summa: 260,3 kWh**DECEMBER**

Antal dagar: 31

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	1,7	1 901,0	6,8	21 927,1	279,0	3,0	1 408,7	88,0	3,5	529,6	279,0	1,3	621,6
Halvklara dagar	8,0	1 156,0	6,8	62 747,7	209,0	3,0	4 965,8	97,0	3,5	2 747,0	209,0	1,3	2 191,2
Mulna dagar	21,3	269,0	6,8	38 876,0	90,0	3,0	5 693,5	68,0	3,5	5 127,3	90,0	1,3	2 512,2
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,6		
Summa:				123 550,8			12 068,0			8 404,0			5 325,0

Total summa: 149,3 kWh

SAMMANSTÄLLNING		
Månad	Solenergi [kWh]	
Januari	217,5	
Februari	419,3	
Mars	781,9	
April	925,7	
Maj	1 152,3	
Juni	1 166,3	
Juli	1 180,9	
Augusti	1 047,7	
September	842,8	
Oktober	583,5	
November	260,3	
December	149,3	
Summa	8 727,4	kWh

Beräkning av solenergi - Passivhus

JANUARI

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	2,6	2 426,0	6,8	42 797,1	436,0	3,0	3 366,8	126,0	3,5	1 159,7	436,0	1,1	1 202,2
Halvklara dagar	8,5	1 489,0	6,8	85 874,4	323,0	3,0	8 154,1	141,0	3,5	4 242,7	323,0	1,1	2 911,6
Mulna dagar	19,9	357,0	6,8	48 202,7	135,0	3,0	7 978,9	101,0	3,5	7 115,0	135,0	1,1	2 849,0
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				176 874,1			19 499,8			12 517,4			6 962,8

Total summa: 215,9 kWh

FEBRUARI

Antal dagar: 28
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	3,1	4 017,0	6,8	84 491,6	1 223,0	3,0	11 260,2	313,0	3,5	3 434,9	1 223,0	1,1	4 020,7
Halvklara dagar	8,7	2 570,0	6,8	151 705,8	910,0	3,0	23 513,5	371,0	3,5	11 426,1	910,0	1,1	8 396,0
Mulna dagar	16,2	692,0	6,8	76 062,6	378,0	3,0	18 187,1	276,0	3,5	15 828,0	378,0	1,1	6 494,1
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				312 259,9			52 960,7			30 689,0			18 910,7

Total summa: 414,8 kWh

MARS

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	5,6	4 793,0	6,8	182 114,8	2 315,0	3,0	38 503,1	591,0	3,5	11 716,0	2 315,0	1,1	13 748,3
Halvklara dagar	11,2	3 260,0	6,8	247 733,9	1 755,0	3,0	58 378,3	722,0	3,5	28 625,9	1 755,0	1,1	20 845,2
Mulna dagar	14,2	1 029,0	6,8	99 141,1	745,0	3,0	31 419,6	550,0	3,5	27 647,4	745,0	1,1	11 219,0
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				528 989,8			128 301,0			67 989,2			45 812,5

Total summa: 771,1 kWh

APRIL

Antal dagar: 30
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,6	4 571,0	6,8	142 665,5	3 471,0	3,0	47 420,8	963,0	3,5	15 681,5	3 471,0	1,1	16 932,6
Halvklara dagar	12,1	3 407,0	6,8	279 709,6	2 699,0	3,0	96 994,0	1 182,0	3,5	50 629,8	2 699,0	1,1	34 633,7
Mulna dagar	13,3	1 318,0	6,8	118 937,0	1 186,0	3,0	46 848,2	900,0	3,5	42 373,8	1 186,0	1,1	16 728,1
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				541 312,0			191 263,0			108 685,1			68 294,4

Total summa: 909,6 kWh

MAJ

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	5,9	4 079,0	6,8	163 288,5	4 303,0	3,0	75 401,5	1 610,0	3,5	33 626,5	4 303,0	1,1	26 923,7
Halvklara dagar	14,2	3 323,0	6,8	320 161,1	3 406,0	3,0	143 644,6	1 762,0	3,5	88 572,2	3 406,0	1,1	51 291,3
Mulna dagar	10,9	1 516,0	6,8	112 118,1	1 534,0	3,0	49 660,2	1 224,0	3,5	47 229,3	1 534,0	1,1	17 732,2
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				595 567,6			268 706,3			169 427,9			95 947,1

Total summa: 1 129,6 kWh

JUNI

Antal dagar: 30
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,1	3 802,0	6,8	105 765,9	4 726,0	3,0	57 548,5	2 243,0	3,5	32 554,9	4 726,0	1,1	20 548,9
Halvklara dagar	14,9	3 261,0	6,8	329 675,7	3 767,0	3,0	166 701,1	2 240,0	3,5	118 151,0	3 767,0	1,1	59 524,1
Mulna dagar	11,0	1 617,0	6,8	120 684,8	1 714,0	3,0	55 996,4	1 426,0	3,5	55 528,4	1 714,0	1,1	19 994,7
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				556 126,4			280 245,9			206 234,4			100 067,6

Total summa: 1 142,7 kWh

JULI

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,2	3 894,0	6,8	110 967,3	4 579,0	3,0	57 118,4	2 013,0	3,5	29 929,3	4 579,0	1,1	20 395,3
Halvklara dagar	15,7	3 275,0	6,8	348 867,7	3 636,0	3,0	169 543,0	2 063,0	3,5	114 657,4	3 636,0	1,1	60 538,9
Mulna dagar	11,1	1 575,0	6,8	118 618,8	1 645,0	3,0	54 230,7	1 349,0	3,5	53 007,6	1 645,0	1,1	19 364,2
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				578 453,8			280 892,2			197 594,3			100 298,4

Total summa: 1 157,2 kWh

AUGUSTI

Antal dagar: 31
F1 0,5

		SÖDER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	VÄSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	NORR	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa	ÖSTER	$A_{\text{fönster}} \times F_1$	Summa
	Antal [st]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]	[Wh/m ²]	[m ²]	[Wh]
Klara dagar	4,3	4 308,0	6,8	125 688,1	3 928,0	3,0	50 164,5	1 265,0	3,5	19 255,8	3 928,0	1,1	17 912,3
Halvklara dagar	14,6	3 352,0	6,8	332 052,5	3 072,0	3,0	133 208,1	1 454,0	3,5	75 148,5	3 072,0	1,1	47 564,7
Mulna dagar	12,1	1 410,0	6,8	115 758,9	1 359,0	3,0	48 838,4	1 054,0	3,5	45 147,0	1 359,0	1,1	17 438,8
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				573 499,4			232 210,9			139 551,4			82 915,7

Total summa: 1 028,2 kWh

SEPTEMBER

Antal dagar: 30

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	4,0	4 722,0	6,8	128 155,1	2 818,0	3,0	33 477,8	741,0	3,5	10 492,6	2 818,0	1,1	11 954,0
Halvklara dagar	13,6	3 341,0	6,8	308 294,1	2 164,0	3,0	87 408,3	913,0	3,5	43 955,5	2 164,0	1,1	31 210,9
Mulna dagar	12,4	1 157,0	6,8	97 343,0	935,0	3,0	34 434,2	699,0	3,5	30 683,3	935,0	1,1	12 295,4
A _{fönster} [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				533 792,2			155 320,3			85 131,3			55 460,3

Total summa: 829,7 kWh

OKTOBER

Antal dagar: 31

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	A _{fönster} × F ₁ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	3,1	4 428,0	6,8	93 136,3	1 609,0	3,0	14 814,1	422,0	3,5	4 631,0	1 609,0	1,1	5 289,7
Halvklara dagar	11,8	2 905,0	6,8	232 583,0	1 217,0	3,0	42 651,0	509,0	3,5	21 261,9	1 217,0	1,1	15 229,4
Mulna dagar	16,1	837,0	6,8	91 432,6	518,0	3,0	24 769,2	384,0	3,5	21 885,7	518,0	1,1	8 844,4
A _{fönster} [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				417 152,0			82 234,3			47 778,7			29 363,4

Total summa: 576,5 kWh

NOVEMBER

Antal dagar: 30

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	1,7	3 084,0	6,8	35 572,4	687,0	3,0	3 468,7	186,0	3,5	1 119,3	687,0	1,1	1 238,6
Halvklara dagar	7,6	1 919,0	6,8	98 955,2	509,0	3,0	11 489,1	213,0	3,5	5 730,6	509,0	1,1	4 102,4
Mulna dagar	20,7	479,0	6,8	67 275,3	211,0	3,0	12 972,1	156,0	3,5	11 431,4	211,0	1,1	4 631,9
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				201 802,9			27 929,9			18 281,3			9 972,9

Total summa: 258,0 kWh**DECEMBER**

Antal dagar: 31

F1 0,5

	Antal [st]	SÖDER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	VÄSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	NORR [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]	ÖSTER [Wh/m ²]	$A_{\text{fönster}} \times F_1$ [m ²]	Summa [Wh]
Klara dagar	1,7	1 901,0	6,8	21 927,1	279,0	3,0	1 408,7	88,0	3,5	529,6	279,0	1,1	503,0
Halvklara dagar	8,0	1 156,0	6,8	62 747,7	209,0	3,0	4 965,8	97,0	3,5	2 747,0	209,0	1,1	1 773,2
Mulna dagar	21,3	269,0	6,8	38 876,0	90,0	3,0	5 693,5	68,0	3,5	5 127,3	90,0	1,1	2 033,0
$A_{\text{fönster}}$ [m ²]		13,6			5,9			7,1			2,1		
Summa:				123 550,8			12 068,0			8 404,0			4 309,1

Total summa: 148,3 kWh

SAMMANSTÄLLNING		
Månad	Solenergi [kWh]	
Januari	215,9	
Februari	414,8	
Mars	771,1	
April	909,6	
Maj	1 129,6	
Juni	1 142,7	
Juli	1 157,2	
Augusti	1 028,2	
September	829,7	
Oktober	576,5	
November	258,0	
December	148,3	
Summa	8 581,6	kWh

Specifik energianvändning - Normalhus

- Sadelvägen

Beräkning av aktiv värme

T_i : 21

$E_{\text{Aktiv}} = Q \times \Delta T \times 24 \times \text{dagar i månad}$

$Q_{\text{TOT}} = Q_{\text{trans}} + Q_{\text{vent}} + Q_{\text{II}}$

$$Q_{\text{trans}} = \Sigma(U \times A) + \Sigma(\psi \times I)$$

$$\Sigma(U \times A) : 78,00$$

$$\Sigma(\psi \times I) : 14,42$$

$$Q_{\text{trans}} = 92,4 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{vent}} = 0,33 \times n \times V \times (1-v)$$

$$n : 0,52$$

$$V : 380,36$$

$$v : 0,80$$

$$Q_{\text{vent}} = 13,154 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{II}} = 0,33 \times n_{\text{II}} \times V$$

$$n_{\text{II}} : 0,10$$

$$V : 380,36$$

$$Q_{\text{II}} = 12,552 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$Q_{\text{TOT}} = 118,1 \text{ W/}^\circ\text{C}$

Månad	Dagar	T_u [°C]	Q_{TOT} [W/°C]	ΔT [°C]	E_{Aktiv} [kWh]
Januari	31	-3,6	118,1	24,6	2162,0
Februari	28	-3,8	118,1	24,8	1968,6
Mars	31	-0,9	118,1	21,9	1924,7
April	30	3,7	118,1	17,3	1471,4
Maj	31	9,6	118,1	11,4	1001,9
Juni	30	13,9	118,1	7,1	603,9
Juli	31	15	118,1	6	527,3
Augusti	31	14,1	118,1	6,9	606,4
September	30	10,2	118,1	10,8	918,5
Oktober	31	6,4	118,1	14,6	1283,1
November	30	1,5	118,1	19,5	1658,5
December	31	-2	118,1	23	2021,4

Behovet av varmvatten

$$E_{vv} = 1160 \times V_{vv} \times (T_{vv} - T_{inkom}) \quad E_{vv} = \quad 4009,0 \quad \text{kWh}$$

$$V_{vv} : \quad 72$$

$$T_{vv} : \quad 55$$

$$T_{inkom} : \quad 7$$

Varmvattenbehov per månad: 334,1 kWh

Beräkning av passiv värme

$$E_{Passiv} = 0,7 \times E_{EL} + 0,2 \times E_{vv} + E_p + E_{sol}$$

$$E_{EL} = 2500 + 800 \times \text{antal personer} \quad E_{EL} = \quad 475,0 \quad \text{kWh/månad}$$

$$E_{vv} = 1160 \times V_{vv} \times (T_{vv} - T_{inkom}) \quad E_{vv} = \quad 334,1 \quad \text{kWh/månad}$$

$$E_p = (14 \times 0,080 \times \text{antal personer}) \times 365 \quad E_p = \quad 136,3 \quad \text{kWh/månad}$$

Månad	0,7 x E _{EL}	0,2 x E _{vv}	E _p	E _{sol}	E _{Passiv} [kWh/månad]
Januari	332,5	66,8	136,3	217,5	753,1
Februari	332,5	66,8	136,3	419,3	954,9
Mars	332,5	66,8	136,3	718,9	1254,5
April	332,5	66,8	136,3	925,7	1461,3
Maj	332,5	66,8	136,3	1 152,3	1687,9
Juni	332,5	66,8	136,3	1 166,3	1701,9
Juli	332,5	66,8	136,3	1 180,9	1716,5
Augusti	332,5	66,8	136,3	1 047,7	1583,3
September	332,5	66,8	136,3	842,8	1378,4
Oktober	332,5	66,8	136,3	583,5	1119,1
November	332,5	66,8	136,3	260,3	795,9
December	332,5	66,8	136,3	149,3	684,9

Total energianvändning

$$E_{TOT} / A_{temp} = \text{kWh/m}^2$$

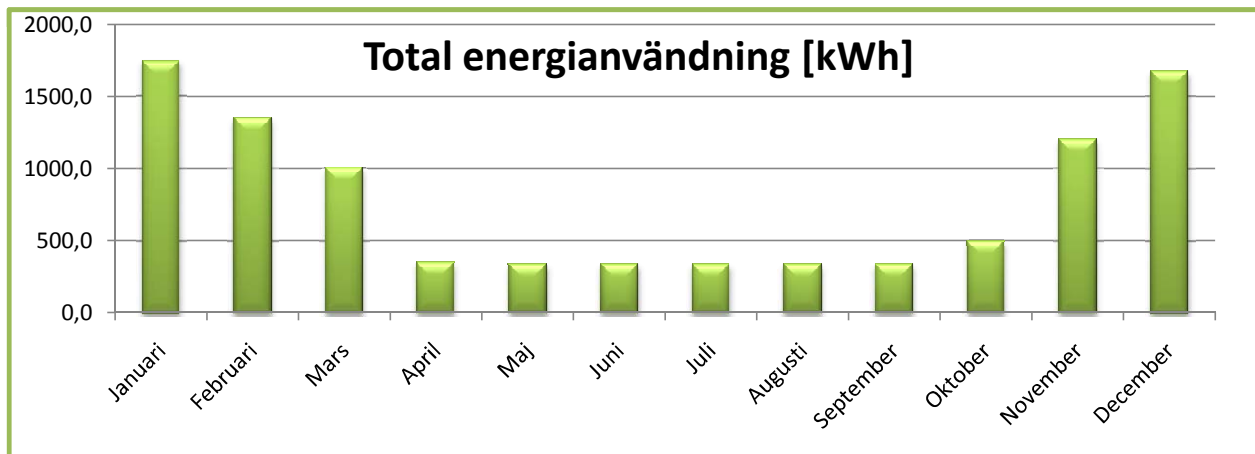
BBRs-krav: 55 kWh/m² vid uppvärmning med elvärme

E_{TOT} = Total värmeförlust + Varmvattenbehov - Total passiv värme

A_{temp} : 158,5

Månad	E_{Aktiv} [kWh]	E_{Vv} [kWh]	E_{Passiv} [kWh]	E_{TOT} [kWh]	Total energianvändning [kWh/m ²]
Januari	2162,0	334,1	753,1	1743,0	10,9968
Februari	1968,6	334,1	954,9	1347,8	8,50374
Mars	1924,7	334,1	1254,5	1004,3	6,33627
April	1471,4	334,1	1461,3	344,2	2,17147
Maj	1001,9	334,1	1687,9	-351,9	2,10776
Juni	603,9	334,1	1701,9	-763,9	2,10776
Juli	527,3	334,1	1716,5	-855,1	2,10776
Augusti	606,4	334,1	1583,3	-642,8	2,10776
September	918,5	334,1	1378,4	-125,8	2,10776
Oktober	1283,1	334,1	1119,1	498,1	3,14279
November	1658,5	334,1	795,9	1196,7	7,55009
December	2021,4	334,1	684,9	1670,6	10,5399

59,7798 = Kravet uppfylls ej
(59,7798 > 55)



Specifik energianvändning - Normalhus +

- Sadelvägen

Beräkning av aktiv värme

T_i : 21

$E_{\text{Aktiv}} = Q \times \Delta T \times 24 \times \text{dagar i månad}$

$Q_{\text{TOT}} = Q_{\text{trans}} + Q_{\text{vent}} + Q_{\text{II}}$

$Q_{\text{trans}} = \Sigma(U \times A) + \Sigma(\psi \times I)$

$\Sigma(U \times A) :$ 72,78

$\Sigma(\psi \times I) :$ 14,43

$Q_{\text{vent}} = 0,33 \times n \times V \times (1-v)$

$n :$ 0,52

$V :$ 380,36

$v :$ 0,85

$Q_{\text{II}} = 0,33 \times n_{\text{II}} \times V$

$n_{\text{II}} :$ 0,10

$V :$ 380,36

$Q_{\text{trans}} =$ 87,2 W/°C

$Q_{\text{vent}} =$ 9,8658 W/°C

$Q_{\text{II}} =$ 12,552 W/°C

$Q_{\text{TOT}} =$ 109,6 W/°C

Månad	Dagar	T_u [°C]	Q_{TOT} [W/°C]	ΔT [°C]	E_{Aktiv} [kWh]
Januari	31	-3,6	109,6	24,6	2006,4
Februari	28	-3,8	109,6	24,8	1827,0
Mars	31	-0,9	109,6	21,9	1786,2
April	30	3,7	109,6	17,3	1365,5
Maj	31	9,6	109,6	11,4	929,8
Juni	30	13,9	109,6	7,1	560,4
Juli	31	15	109,6	6	489,4
Augusti	31	14,1	109,6	6,9	562,8
September	30	10,2	109,6	10,8	852,5
Oktober	31	6,4	109,6	14,6	1190,8
November	30	1,5	109,6	19,5	1539,2
December	31	-2	109,6	23	1875,9

Behovet av varmvatten

$$E_{vv} = 1160 \times V_{vv} \times (T_{vv} - T_{inkom}) \quad E_{vv} = \quad 4009,0 \quad \text{kWh}$$

$$V_{vv} : \quad 72$$

$$T_{vv} : \quad 55$$

$$T_{inkom} : \quad 7$$

Varmvattenbehov per månad: 334,1 kWh

Beräkning av passiv värme

$$E_{passiv} = 0,7 \times E_{EL} + 0,2 \times E_{vv} + E_p + E_{sol}$$

$$E_{EL} = 2500 + 800 \times \text{antal personer} \quad E_{EL} = \quad 475,0 \quad \text{kWh/månad}$$

$$E_{vv} = 1160 \times V_{vv} \times (T_{vv} - T_{inkom}) \quad E_{vv} = \quad 334,1 \quad \text{kWh/månad}$$

$$E_p = (14 \times 0,080 \times \text{antal personer}) \times 365 \quad E_p = \quad 136,3 \quad \text{kWh/månad}$$

Månad	0,7 x E _{EL}	0,2 x E _{vv}	E _p	E _{sol}	E _{passiv} [kWh/månad]
Januari	332,5	66,8	136,3	217,5	753,1
Februari	332,5	66,8	136,3	419,3	954,9
Mars	332,5	66,8	136,3	718,9	1254,5
April	332,5	66,8	136,3	925,7	1461,3
Maj	332,5	66,8	136,3	1 152,3	1687,9
Juni	332,5	66,8	136,3	1 166,3	1701,9
Juli	332,5	66,8	136,3	1 180,9	1716,5
Augusti	332,5	66,8	136,3	1 047,7	1583,3
September	332,5	66,8	136,3	842,8	1378,4
Oktober	332,5	66,8	136,3	583,5	1119,1
November	332,5	66,8	136,3	260,3	795,9
December	332,5	66,8	136,3	149,3	684,9

Total energianvändning

$$E_{TOT} / A_{temp} = \text{kWh/m}^2$$

FEBYs-krav: 50 kWh/m² vid uppvärmning utan elvärme

E_{TOT} = Total värmeförlust + Varmvattenbehov - Total passiv värme

A_{temp} : 158,5

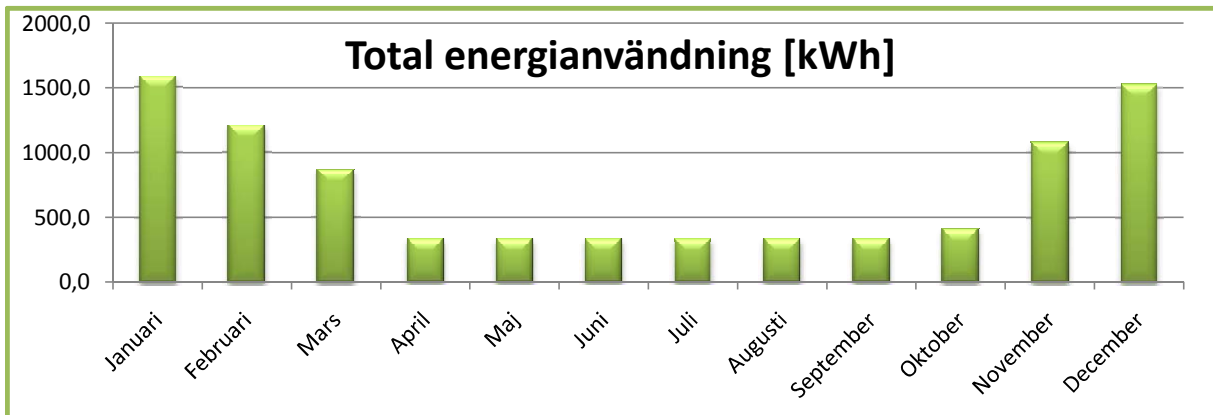
Månad	E_{Aktiv} [kWh]	E_{Vv} [kWh]	E_{Passiv} [kWh]	E_{TOT} [kWh]	Total energianvändning [kWh/m ²]
Januari	2006,4	334,1	753,1	1587,4	10,015
Februari	1827,0	334,1	954,9	1206,2	7,610
Mars	1786,2	334,1	1254,5	865,8	5,463
April	1365,5	334,1	1461,3	238,3	2,108
Maj	929,8	334,1	1687,9	-424,0	2,108
Juni	560,4	334,1	1701,9	-807,4	2,108
Juli	489,4	334,1	1716,5	-893,0	2,108
Augusti	562,8	334,1	1583,3	-686,4	2,108
September	852,5	334,1	1378,4	-191,8	2,108
Oktober	1190,8	334,1	1119,1	405,8	2,560
November	1539,2	334,1	795,9	1077,4	6,797
December	1875,9	334,1	684,9	1525,1	9,622

54,715 = Kravet uppfylls ej
(54,715 > 50)

Med solfångare blir den totala energianvändningen:

42,068 kWh/m²

Kravet uppfylls då det ligger på 50 kWh/m²



Specifik energianvändning - Passivhus

- Sadelvägen

Beräkning av aktiv värme

T_i : 21

$E_{\text{Aktiv}} = Q \times \Delta T \times 24 \times \text{dagar i månad}$

$$Q_{\text{TOT}} = Q_{\text{trans}} + Q_{\text{vent}} + Q_{\text{II}}$$

$$Q_{\text{trans}} = \Sigma(U \times A) + \Sigma(\psi \times I)$$

$$\Sigma(U \times A) : 59,41$$

$$\Sigma(\psi \times I) : 12,58$$

$$Q_{\text{trans}} = 72,0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{vent}} = 0,33 \times n \times V \times (1-v)$$

$$n : 0,52$$

$$V : 380,36$$

$$v : 0,85$$

$$Q_{\text{vent}} = 9,8658 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{II}} = 0,33 \times n_{\text{II}} \times V$$

$$n_{\text{II}} : 0,10$$

$$V : 380,36$$

$$Q_{\text{II}} = 12,552 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{TOT}} = 94,4 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Månad	Dagar	T_u [°C]	Q_{TOT} [W/°C]	ΔT [°C]	E_{Aktiv} [kWh]
Januari	31	-3,6	94,4	24,6	1727,9
Februari	28	-3,8	94,4	24,8	1573,4
Mars	31	-0,9	94,4	21,9	1538,2
April	30	3,7	94,4	17,3	1175,9
Maj	31	9,6	94,4	11,4	800,7
Juni	30	13,9	94,4	7,1	482,6
Juli	31	15	94,4	6	421,4
Augusti	31	14,1	94,4	6,9	484,7
September	30	10,2	94,4	10,8	734,1
Oktober	31	6,4	94,4	14,6	1025,5
November	30	1,5	94,4	19,5	1325,5
December	31	-2	94,4	23	1615,5

Behovet av varmvatten

$$E_{vv} = 1160 \times V_{vv} \times (T_{vv} - T_{inkom}) \quad E_{vv} = \quad 4009,0 \quad \text{kWh}$$

$$V_{vv} : \quad 72$$

$$T_{vv} : \quad 55$$

$$T_{inkom} : \quad 7$$

Varmvattenbehov per månad: 334,1 kWh

Beräkning av passiv värme

$$E_{passiv} = 0,7 \times E_{EL} + 0,2 \times E_{vv} + E_p + E_{sol}$$

$$E_{EL} = 2500 + 800 \times \text{antal personer} \quad E_{EL} = \quad 475,0 \quad \text{kWh/månad}$$

$$E_{vv} = 1160 \times V_{vv} \times (T_{vv} - T_{inkom}) \quad E_{vv} = \quad 334,1 \quad \text{kWh/månad}$$

$$E_p = (14 \times 0,080 \times \text{antal personer}) \times 365 \quad E_p = \quad 136,3 \quad \text{kWh/månad}$$

Månad	0,7 x E _{EL}	0,2 x E _{vv}	E _p	E _{sol}	E _{passiv} [kWh/månad]
Januari	332,5	66,8	136,3	215,9	751,5
Februari	332,5	66,8	136,3	414,8	950,4
Mars	332,5	66,8	136,3	771,1	1306,7
April	332,5	66,8	136,3	909,6	1445,2
Maj	332,5	66,8	136,3	1 129,6	1665,2
Juni	332,5	66,8	136,3	1 142,7	1678,3
Juli	332,5	66,8	136,3	1 157,2	1692,8
Augusti	332,5	66,8	136,3	1 028,5	1564,1
September	332,5	66,8	136,3	829,7	1365,3
Oktober	332,5	66,8	136,3	576,5	1112,1
November	332,5	66,8	136,3	258,0	793,6
December	332,5	66,8	136,3	148,3	683,9

Total energianvändning

$$E_{TOT} / A_{temp} = \text{kWh/m}^2$$

FEBY-krav: 50 kWh/m² vid uppvärmning utan elvärme

E_{TOT} = Total värmeförlust + Varmvattenbehov - Total passiv värme

A_{temp} : 158,5

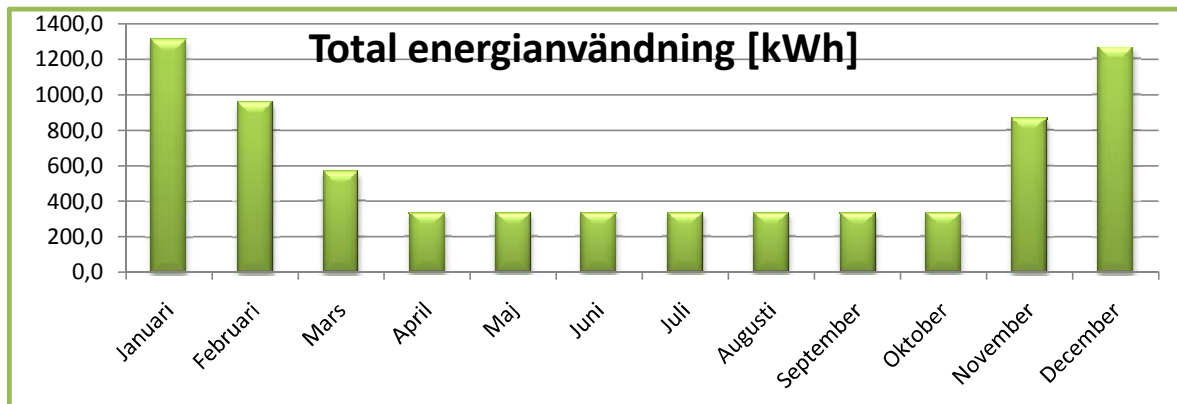
Månad	E_{Aktiv} [kWh]	E_{Vv} [kWh]	E_{Passiv} [kWh]	E_{TOT} [kWh]	Total energianvändning [kWh/m ²]
Januari	1727,9	334,1	751,5	1310,5	8,268
Februari	1573,4	334,1	950,4	957,1	6,038
Mars	1538,2	334,1	1306,7	565,6	3,569
April	1175,9	334,1	1445,2	64,8	2,108
Maj	800,7	334,1	1665,2	-530,4	2,108
Juni	482,6	334,1	1678,3	-861,6	2,108
Juli	421,4	334,1	1692,8	-937,3	2,108
Augusti	484,7	334,1	1564,1	-745,4	2,108
September	734,1	334,1	1365,3	-297,1	2,108
Oktober	1025,5	334,1	1112,1	247,5	2,108
November	1325,5	334,1	793,6	866,0	5,464
December	1615,5	334,1	683,9	1265,7	7,985

46,078 = Kravet uppfylls
(46,078 < 50)

Med solfångare blir den totala energianvändningen:

31,324 kWh/m²

Kravet uppfylls då det ligger på 50 kWh/m²





Beräkning U_m

Objekt: **Nya Sadelvägen - Normalhus**
Uppvärmad area: 158,5 m²

Byggnadsdel	Area (m ²)	U _{kor} (W/m ² K)	Markkor	U _{just} x Area (V)
Yttervägg 240	92,77	0,165	1	15,30705
Grundmur	0	0,26	1	0
Fönster, standard	17,01	1	1	17,01
Skjutfönster, Hajom	10,08	1,2	1	12,096
Takfönster	1,6	1,4	1	2,24
Dörr utan glas	4,24	0,9	1	3,816
Dörr med glas	2,12	1,2	1	2,544
Tak 450	43,74	0,093	1	4,06782
Tak 400/Oisol vindsv 340 skiv	0	0,111	1	0
Grund 300	89,3	0,1	0,75	6,6975
Snedtak 240	57,63	0,172	1	9,91236
Kupsida / 145	1,44	0,217	1	0,31248
Inv.gavelement / ryggåstak	0	0,217	1	0
Yttervägg stödben 1½ / 195	8,22	0,215	1	1,7673
Yttervägg 95	0	0,42	1	0
Golv mellanbjälklag/krypgrund	0	0,23	1	0
				75,77051

Linjära Köldbryggor	Längd	Ψ-värde	Ψ _{xL}
#1 Vertikal anslutning vid ytterväggshörn	16,01	0,02	0,3202
#2 Anslutning yttervägg-takbjälklag	3,1	0,038	0,1178
#3 Kantbalk	39	0,213	8,307
#4 Dörr/Fönster-smygar	110,5	0,036	3,978
#5 Dörr/Fönster-smygar i källarvägg		0,055	0
#6 Anslutning yttervägg-ramverkbjälklag	42,4	0,030	1,272
#7 Anslutning yttervägg-mellanbjälklag	17,8	0,024	0,4272
#8 Ryggåsnock		0,020	0
			14,4222

Punktformiga Köldbryggor	Antal	X-värde	X _{xA}
Inv./Utv. Balkgenomförningar		0,050	0
Fasadmätarskåp	1	0,104	0,104
Vindslucka	1	0,708	0,708
			0,812

Sammanvägt **91,00471**

Omslutande area 328,15 m²
Summa fönster/dörr area 35,05 m²
Andel fönster/dörrar/hajom mot golvarea 22%
Andel av köldbryggor av totala förluster 17%

U_m **0,27732656 W/m²K**

Um beräkningen gjord av: Marie Andersson och Sophie Eriksson
Datum: 2011-04-15

hus med frekvens-/kapacitetsreglerad frånluftsvärmepump

Data ifyllda av: Marie och Sophie

TMF-program version 2.1

Datum: 2011-04-15

Fritextruta/kommentarer:

INDATA

Allmänt	
Hustillverkare:	AnebyhusAB
Husmodell:	Nya Sadelvägen
Beställningsnummer:	
Ordernummer:	
Husets placering/ort:	Jönköping
Klimatzon:	III
Fastighetsbeteckning:	
Adress:	
Köpare:	

Defaultvärden	
Trum, medel, uppv.säsong	21,0 (°C)
Personvärme, specifik	80 (W/person)
Närvarotid, medel	14 (h/dygn)
Varmvattenanv. specifik	14 (m³/(person år))
Antal personer	4 (st)

Byggnad	
T _{ute, medel}	5,2 (°C)
DVUT, 1-dygn (24 h)	-21,7 (°C)
DVUT, 2-dygn (48 h)	-20,9 (°C)
DVUT, 3-dygn (72 h)	-20,2 (°C)
DVUT, 4-dygn (96 h)	-19,5 (°C)
Tidskonstant (τ)	60 (h)
DVUT, aktuell	-20,5 (°C)
A _{temp}	159 (m²)
A _{om, total}	328,15 (m²)
A _{om, byggnadsskal}	238,85 (m²)
A _{bottenplatta}	89,3 (m²)
U _m	0,277 (W/(K m²))
UA _{tot}	90,89755 (W/K)
Värmeeffektbehov vid DVUT	6,74 (kW)
Lufttäthet V _{n50}	0,6 (l/s m²)
Avskärning (e)	0,07 (-)
Passiv solinstrålning	6 (W/m²)
q infiltration, medel	0,8 (l/s)

Värmeproduktion	Nibe F750
Q nom	60 (l/s)
P vp värme, nom 20/35°C	1872 (W)
COP, värme, nom 20/35°C	3,67 (-)
P vp värme, nom 20/45°C	1791 (W)
COP, värme, nom 20/45°C	3,25 (-)
P vp värme, max 20/35°C	4709 (W)
COP, värme, max 20/35°C	2,69 (-)
P vp värme, max 20/45°C	5047 (W)
COP, värme, max 20/45°C	2,31 (-)
Superheater, varmvatten	nej
Tomgångseffekt, el	60 (W)
Märkeffekt	6030 (W)

Värmedistribution	
A-klassade cirk.pumpar	ja
Pel cirk.pump, medel	66 (W)
Vattenburen golvvärme	89 (m²)
Resurseffektiva blandare	ja

Ventilation	
Eleffektiv ventilation	ja
Pel fläkt, medel	55 (W)
Spec. luftflöde	0,35 (l/s/m²)
Luftflöde, medel	55,5 (l/s)
SFP	1,0 (W/l/s)
Spisfläkt/-kåpa	Siemens
Luftflöde, forcerat	83 (l/s)
Pel, forcerat	70 (W)
Drifttid	1,0 (h/dygn)

Direktelvärm	
Elektriska handdukstorkar	0 st
termostat och/eller timer	nej
årlig energianvändning	0 (kWh/år)
Elgolvvärme (badrum/hall)	0 m²
termostat och/eller timer	nej
årlig energianvändning	0 (kWh/år)
Märkeffekt direktelvärm	0 (W)
Annan specifik elförbrukare	0 (kWh/år)
varav intern värmeavgivning	0 (%)

UTDATA

E hushållsel	6490 (kWh/år)
E ut värmesystem	13730 (kWh/år)
E varmvattenanv.	3560 (kWh/år)
E värmeläckage VVB	1430 (kWh/år)
E el fläktar	508 (kWh/år)
E el cirk.pump, värmedistr.	412 (kWh/år)
E el vp kompressor	6625 (kWh/år)
E elpatron	233 (kWh/år)
E direktelvärm	0 (kWh/år)
E annan specifik elförbrukare	0 (kWh/år)
E köpt energi (exkl. hushållsel)	7782 (kWh/år)
E köpt energi totalt	14272 (kWh/år)
E energianvändning värmesyst.	19641 (kWh/år)
E energianvändning totalt	26131 (kWh/år)
E energibesparing värmepump	11859 (kWh/år)
Specifik energianvändning	49 (kWh/m²/år)
Kravnivå i BBR 16 (BFS 2008:20)	55 (kWh/m²/år)
P el max vp kompressor	2,79 (kW)
P elpatron, max	1,56 (kW)
P direktelvärm	0,00 (kW)
Dim. eleffekt för uppvärmning	4,35 (kW)
Installerad märkeffekt	6,03 (kW)
Kravnivå i BBR 16 (BFS 2008:20)	5,21 (kW)

Beräkning av specifik energianvändning för hus med frekvens-/kapacitetsreglerad frånluftsvärmepump

Beräkningen avser: Husmodell: Nya Sadelvägen
 Beställningsnummer:
 Ordernummer:
 Husets placering/ort: Jönköping
 Klimatzon: III
 Fastighetsbeteckning:
 Adress:
 Köpare:

För att uppfylla de krav som Boverkets byggregler ställer på energianvändningen, enligt avsnitt 9 i BBR 16 (BFS 2008:20), har vid projektering och beräkning följande allmänna indata använts för att representera "normalt brukande":

- inomhustemperatur; 21 °C, under uppvärmningssäsongen
 - tappvarmvattenanvändning; 14 m³/person och år (60 °C)
 - personvärme; 80 W/person, närvarotid 14 h/dygn¹

För det aktuella huset har vidare följande specifika indata använts:

- antal personer; 4 st
 - hushållsel; 6490 kWh/år²
 - årsmedeltemperatur, ute; 5,2 °C
 - tempererad golvarea; 159 m²
 - medelluftflöde; 55,5 l/s

Vidare har fabrikantdata för följande installationer använts:

Frånluftsvärmepump typ; Nibe F750
 Spisfläkt/-kåpa typ; Siemens

Beräkningen har gett följande resultat:

Totalt levererad/köpt elenergi;	14272 kWh/år
Energianvändning ³ ;	7782 kWh/år
Specifik energianvändning^{3,4};	49 kWh/m² per år
Kravnivå enligt BBR 16 (BFS 2008:20);	55 kWh/m ² per år
Dim. eleffektbehov för uppvärmning⁵;	4,4 kW
Installerad märkeffekt;	6,0 kW
Kravnivå enligt BBR 16 (BFS 2008:20);	5,2 kW

1) Brukarrelaterade indata enligt "Indata för energiberäkningar i kontor och småhus", Boverket, oktober 2007

2) Beräknat enligt formel i "Energideklaration för byggnader - en regelsamling", Boverket februari 2007

3) Exklusive hushållsel, men inklusive driftel för fläktar, pumpar, etc

4) Detta motsvarar också husets preliminära beräknade värde för energideklarering av dess energianvändning.

Beräkningen har skett med marginal för variationer i tillverkningsprocess och variationer i "normalt brukande".

Vid en energimedveten användning bör verklig energianvändning kunna bli 10-20 % lägre än beräknat.

Vid ett energislösande beteende kan verklig energianvändning istället bli 10-20 % högre, eller mer.

5) Exklusive eleffekt till fläktar och cirkulationspumpar för värmefördistribution.

Beräkningen har gjorts med beräkningshjälpmedel som framtagits av SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut på uppdrag av TMF, Trä och Möbelindustriförbundet, för trähustillverkande medlemmar inom TMF. Beräkningshjälpmedlet är i huvudsak baserat på SS-EN ISO 13790 men med anpassning av defaultvärden till svenska förhållanden. Indata är i tillämpliga delar baserade på provningsresultat från EN-standarder för respektive typ av installation (EN-14511, EN-1148, EN-1151, EN-13141-3, -4, -7)



Beräkningen har gjorts av: Marie och Sophie
 AnebyhusAB
 2011-04-15



TMF-program version 2.1

Eventuella kommentarer:

Beräkning U_m Objekt: **Nya Sadelvägen - Passivhus**Uppvärmad area: 158,5 m²

Byggnadsdel	Area (m ²)	U _{korrr} (W/m ² K)	Markkorrr	U _{just} x Area (V)
Yttervägg 385	92,77	0,1	1	9,277
Grundmur	0	0,26	1	0
Fönster, standard	16,51	0,9	1	14,859
Skjutfönster, Hajom	10,08	1,2	1	12,096
Takfönster	1,6	0,9	1	1,44
Dörr utan glas	4,24	0,71	1	3,0104
Dörr med glas	2,12	1,1	1	2,332
Tak 545	43,74	0,08	1	3,4992
Tak 400/Oisol vindsv 340 skiv	0	0,111	1	0
Grund 300	89,3	0,094	0,75	6,29565
Snedtak 410	57,63	0,09	1	5,1867
Kupsida / 385	1,44	0,1	1	0,144
Inv.gavelelement / ryggåstak	0	0,217	1	0
Yttervägg stödben 1½ / 240	8,22	0,1	1	0,822
Yttervägg 95	0	0,42	1	0
Golv mellanbjälklag/krypgrund	0	0,23	1	0
				58,96195

Linjära Köldbryggor	Längd	Ψ-värde	Ψ _{xL}
#1 Vertikal anslutning vid ytterväggshörn	16,01	0,02	0,3202
#2 Anslutning yttervägg-takbjälklag	3,1	0,038	0,1178
#3 Kantbalk	39	0,213	8,307
#4 Dörr/Fönster-smygar	106,5	0,02	2,13
#5 Dörr/Fönster-smygar i källarvägg		0,055	0
#6 Anslutning yttervägg-ramverkbjälklag	42,4	0,030	1,272
#7 Anslutning yttervägg-mellanbjälklag	17,8	0,024	0,4272
#8 Ryggåsnock		0,020	0
			12,5742

Punktformiga Köldbryggor	Antal	X-värde	X _{xA}
Inv./Utv. Balkgenomförningar		0,050	0
Fasadmätarskåp	1	0,104	0,104
Vindslucka	1	0,708	0,708
			0,812

Sammanvägt **72,34815**

Omslutande area 327,65 m²
Summa fönster/dörr area 35,05 m²
Andel fönster/dörrar/hajom mot golvarea 22%
Andel av köldbryggor av totala förluster 19%

 U_m **0,22080925 W/m²K**

Um beräkningen gjord av: Marie Andersson och Sophie Eriksson

Datum: 2011-04-15

hus med berg-/markvärmepump och FTX-ventilation

Data ifyllda av: Marie och Sophie
Datum: 2011-04-15

TMF-program version 2.1

Fritextruta/kommentarer:

El-patron 2 kW

INDATA

Allmänt			Värmeproduktion			IVT HE C9			Direktelvärme		
Hustillverkare:	AnebyhusAB		P vp värme, 0/35°C	8700 (W)		termostat och/eller timer	nej		st		
Husmodell:	Sadelvägen - Passivhus		COP, värme, 0/35°C	4,09 (-)		årlig energianvändning	0		(kWh/år)		
Beställningsnummer:			P vp värme, 0/45°C	8220 (W)		Elgolvvärme (badrum/hall)	0		m ²		
Ordernummer:			COP, värme, 0/45°C	3,21 (-)		termostat och/eller timer	nej				
Husets placering/ort:	Jönköping		Markvärmepump	nej		årlig energianvändning	0		(kWh/år)		
Klimatzon:	III		Kollektorstorlek	100 (%)		Märkeffekt direktelvärme	0		(W)		
Fastighetsbeteckning:			Superheater, varmvatten	nej		Annan specifik elförbrukare	0		(kWh/år)		
Address:			A-klassad brinepump	ja		varav intern värmeavgivning	0		(%)		
Köpare:			Tomgångseffekt, el	150 (W)							
			Placering utanför klimatskal	nej							
Defaultvärden			Märkeffekt			6800 (W)					
Trum, medel, uppv.säsong	21,0	(°C)	Värmedistribution								
Personvärme, specifik	80	(W/person)	A-klassade cirk.pumpar	ja							
Närvarotid, medel	14	(h/dygn)	Pel cirk.pump, medel	56 (W)							
Varmvattenanv. specifik	14	(m ³ /(person år))	Vattenburen golvvärme	89 (m ²)							
Antal personer	4	(st)	Resurseffektiva blandare	ja							
Byggnad			Ventilation			FTX					
T _{ute, medel}	5,2	(°C)	Eleffektiv ventilation	ja							
DVUT, 1-dygn (24 h)	-21,7	(°C)	Pel fläkt, medel	105 (W)							
DVUT, 2-dygn (48 h)	-20,9	(°C)	Luftflöde, medel	55,5 (l/s)							
DVUT, 3-dygn (72 h)	-20,2	(°C)	Normaldrift								
DVUT, 4-dygn (96 h)	-19,5	(°C)	Pel fläktar	105 (W)							
Tidskonstant (τ)	96	(h)	Spec. luftflöde	0,35 (l/s/m ²)							
DVUT, aktuell	-19,5	(°C)	Luftflöde	55,5 (l/s)							
A _{temp}	159	(m ²)	SFP	1,9 (W/l/s)							
A _{om, total}	328,15	(m ²)	Reducerat flöde	nej							
A _{om, byggnadsskal}	238,85	(m ²)	Frånvarotid	0 (h/dygn)							
A _{bottengplatta}	89,3	(m ²)	Pel fläktar	32 (W)							
U _m	0,22	(W/(K m ²))	Spec. luftflöde	0,10 (l/s/m ²)							
U _{A,tot}	72,193	(W/K)	Luftflöde	15,9 (l/s)							
Värmeeffektbehov vid DVUT	3,89	(kW)	Värmeåtervinning								
Lufttäthet V _{n50}	0,6	(l/s m2)	Nominellt flöde	75,0 (l/s)							
Avskärning (e)	0,07	(-)	Temp.verkn.grad (+2 °C)	85,0 %							
Passiv solinstrålning	6	(W/m ²)	Temp.verkn.grad (-15 °C)	85,0 %							
q infiltration, medel	13,8	(l/s)	Spisfläkt-kåpa	Siemens LI13130SD							
			Luftflöde, forcerat	83 (l/s)							
			Pel, forcerat	70 (W)							
			Drifttid	1,0 (h/dygn)							

Beräkning av specifik energianvändning för hus med bergvärmepump med FTX-ventilation

Beräkningen avser: Husmodell: Sadelvägen - Passivhus
 Beställningsnummer:
 Ordernummer:
 Husets placering/ort: Jönköping
 Klimatzon: III
 Fastighetsbeteckning:
 Adress:
 Köpare:

För att uppfylla de krav som Boverkets byggregler ställer på energianvändningen, enligt avsnitt 9 i BBR 16 (BFS 2008:20), har vid projektering och beräkning följande allmänna indata använts för att representera " normalt brukande ":

- inomhustemperatur; 21 °C, under uppvärmningssäsongen
 - tappvarmvattenanvändning; 14 m³/person och år (60 °C)
 - personvärme; 80 W/person, närvarotid 14 h/dygn¹

För det aktuella huset har vidare följande specifika indata använts:

- antal personer; 4 st
 - hushållset; 6490 kWh/år²
 - årsmedeltemperatur, ute; 5,2 °C
 - tempererad golvarea; 159 m²
 - medelluftflöde; 55,5 l/s

Vidare har fabrikantdata för följande installationer använts:

Mark-/bergvärmepump typ; IVT HE C9
 Frånluftsfläkt/-aggregat typ; FTX
 Spisfläkt/-kåpa typ; Siemens LI13130SD

Beräkningen har gett följande resultat:

Totalt levererad/köpt elenergi;	11405 kWh/år
Energianvändning ³ ;	4915 kWh/år
Specifik energianvändning^{3,4};	31 kWh/m² per år
Kravnivå enligt BBR 16 (BFS 2008:20);	55 kWh/m ² per år
Dim. eleffektbehov för uppvärmning⁵;	1,6 kW
Installerad märkeffekt;	6,8 kW
Kravnivå enligt BBR 16 (BFS 2008:20);	5,2 kW

1) Brukarrelaterade indata enligt "Indata för energiberäkningar i kontor och småhus", Boverket, oktober 2007

2) Beräknat enligt formel i "Energideklaration för byggnader - en regelsamling", Boverket februari 2007

3) Exklusive hushållset, men inklusive driftel för fläktar, pumpar, etc

4) Detta motsvarar också husets preliminära beräknade värde för energideklarering av dess energianvändning.

Beräkningen har skett med marginal för variationer i tillverkningsprocess och variationer i " normalt brukande ".

Vid en energimedveten användning bör verklig energianvändning kunna bli 10-20 % lägre än beräknat.

Vid ett energislösande beteende kan verklig energianvändning istället bli 10-20 % högre, eller mer.

5) Exklusive eleffekt till fläktar och cirkulationspumpar för värmdistribution.

Beräkningen har gjorts med beräkningshjälpmedel som framtagits av SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut på uppdrag av TMF, Trä och Möbelindustriförbundet, för trähustillverkande medlemmar inom TMF. Beräkningshjälpmedlet är i huvudsak baserat på SS-EN ISO 13790 men med anpassning av defaultvärden till svenska förhållanden. Indata är i tillämpliga delar baserade på provningsresultat från EN-standarder för respektive typ av installation (EN-14511, EN-1148, EN-1151, EN-13141-3, -4, -7)



Beräkningen har gjorts av: Marie och Sophie
 AnebyhusAB
 2011-04-15



TMF-program version 2.1

Eventuella kommentarer:

El-patron 2 kW

Beräkning av solfångare

- För Sadelvägen, Normalhus + och Passivhus

Solfångare för tappvarmvatten

Vårt behov: 4 009 kWh/år

Total m² solfångare: 1,5 x antal personer = **6 m²**

Solfångarens area: 2.52 m²

Antal solfångare: 6 / 2,52 = 2,4 => 3 st

Solfångarens utbyte/panel: 1 037 kWh/år

Totalt utbyte 3 x 1 037 = 3 111 kWh/år

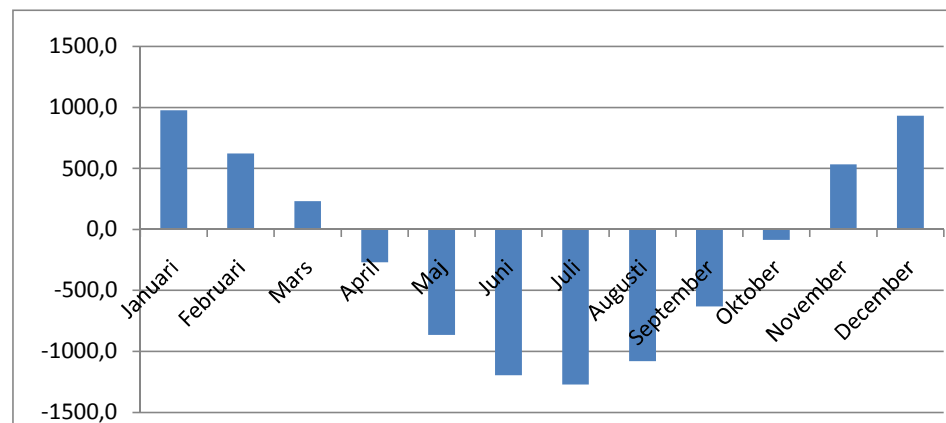
Detta anses täcka behovet för varmvatten under vår, sommar och höst.

På vintern måste vattnet värmas på annat vis. (Värmepump)

Solfångare för tappvarmvatten

Månad	E _{Aktiv} [kWh]	E _{Passiv} [kWh]	E _{TOT} [kWh]
Januari	1727,9	751,5	976,4
Februari	1573,4	950,4	623,0
Mars	1538,2	1306,7	231,6
April	1175,9	1445,2	-269,2
Maj	800,7	1665,2	-864,5
Juni	482,6	1678,3	-1195,7
Juli	421,4	1692,8	-1271,3
Augusti	484,7	1564,1	-1079,4
September	734,1	1365,3	-631,2
Oktober	1025,5	1112,1	-86,6
November	1325,5	793,6	531,9
December	1615,5	683,9	931,6

Det totala energibehovet (jan, feb, mar, nov, dec): **3294,5**



Påslag av varmvatten för vintermånaderna (jan, feb, mar, nov, dec):

4964,9 kWh/år

Beräkning av eluppvärmning

- För Sadelvägen, Normalhus + och Passivhus

Effekt för FTX-system: **900 W**

Effekt för varmvattenberedare: **1000 W**

Golvarea A_{temp} : **158,5 m²**

För eluppvärmning gäller:

$$\text{eleffekt}/A_{\text{temp}} > 12 \text{ W/m}^2 \quad = \quad \mathbf{11,99} < 12 \text{ W/m}^2$$

Med denna kontroll så blir byggnaden icke-eluppvärmd!

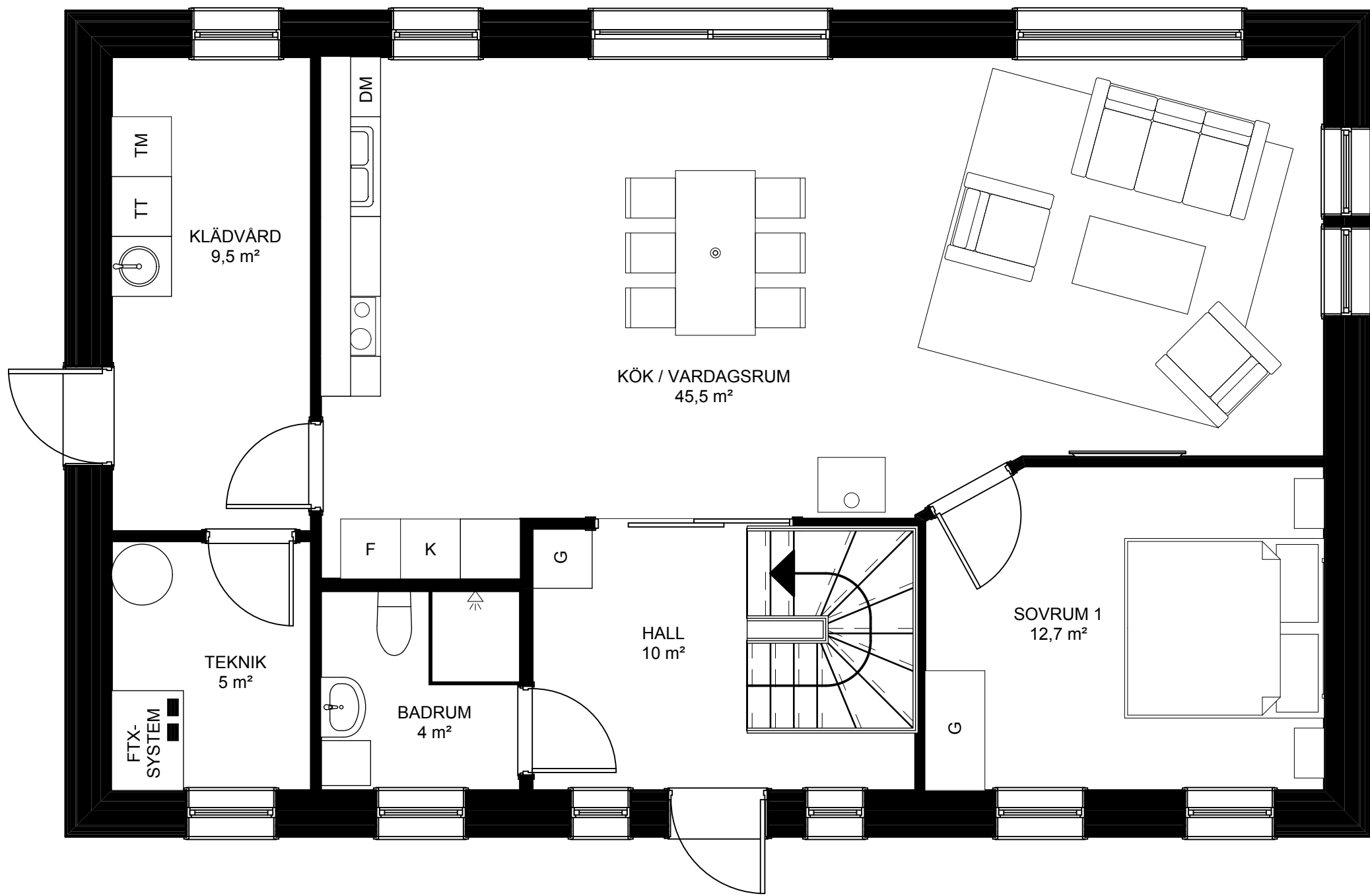
Förslag till sammanställningstabell för specifik energiförbrukning från Examensarbeten på JTH.

Tabellen förutsätter att ingen kyla är installerad.

Angivelserna för gratisenergin skall bara gälla för den tid då den energin används till uppvärmning.

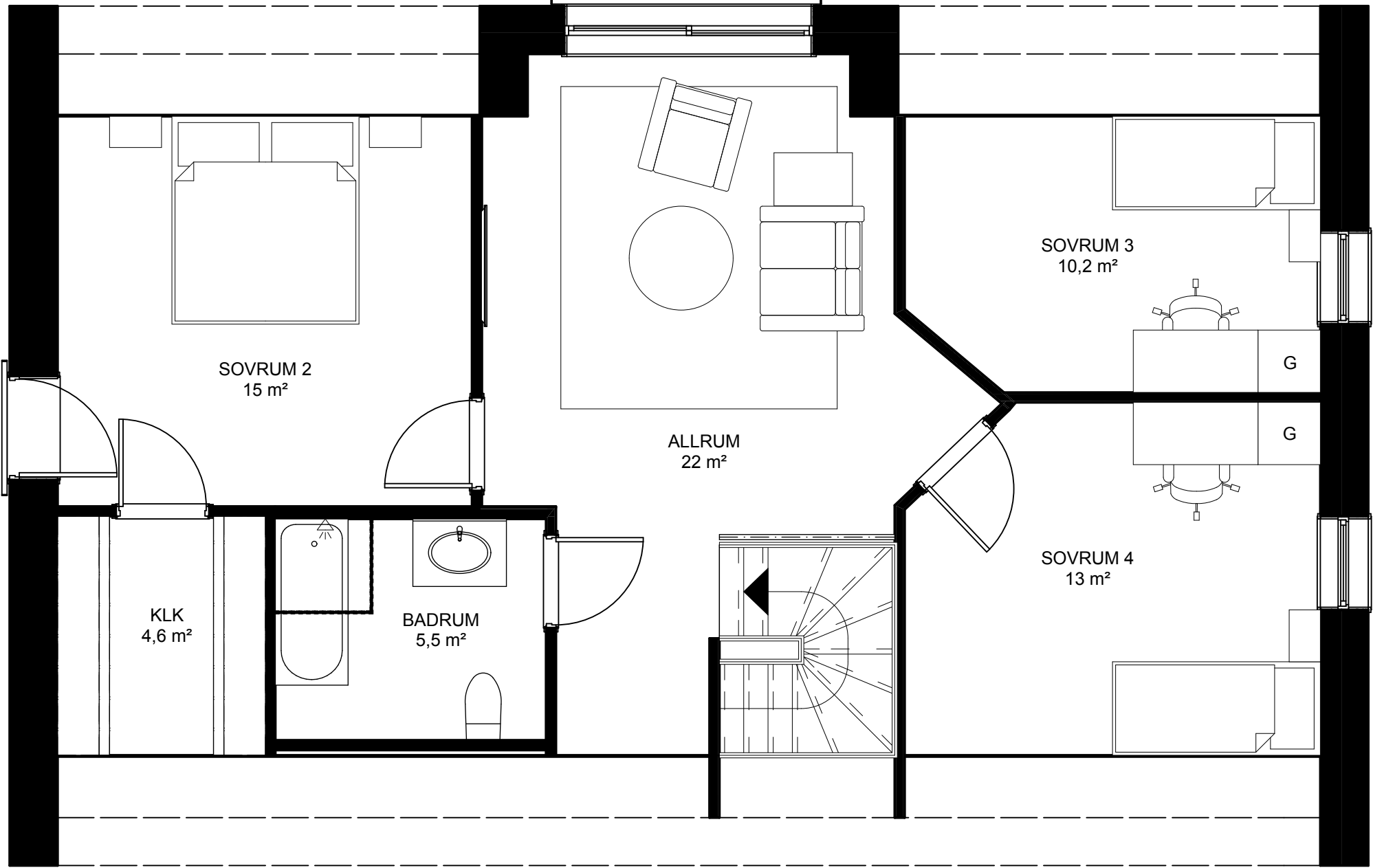
Övrig gratisenergi skapar ju övertemperaturer som måste ventileras (eller kylas) bort.

		Villa Balans Jönköping	Sadelvägen Jönköping	Spirit Jönköping
Area A _{temp}	enhet m ²	156	158,5	196
Dimensionerande innetemp	°C	21	21	20
Årsmedelvärde på utetemp	°C	6,1	5,2	5,3
U _{tak}	W/m ² K	0,08	0,093	0,08
U _{vägg}	W/m ² K	0,13	0,165	0,092
U _{golv}	W/m ² K	0,10	0,1	0,103
U _{fönster}	W/m ² K	0,8	0,09	0,62
U _{dörr}	W/m ² K	0,7	0,71	0,52
Byggnadens genomsnittliga U _m	W/m ² K	0,174	0,28	0,15
Specifik Energiförbrukning				
Transmission	kWh/m ² och år	40	51,3	19
Ventilation	kWh/m ² och år	32	38,7	22
Luftläckage	kWh/m ² och år	6,4	7,4	4
Varmvatten	kWh/m ² och år	20	25,3	27
Fastighetsel	kWh/m ² och år	7,5	6,5	3,4
TOT energibehov	kWh/m ² och år	105,9	129,2	75,4
Energi som inte behöver köpas för uppvärmningsändamål "Gratisenergi"				
Personvärme	kWh/m ² och år	5,2	5,2	3,5
"Spillvärme" från hushållsel	kWh/m ² och år	9,4	12,6	8,5
"Spillvärme" från varmvatten	kWh/m ² och år	2	2,5	2,3
Återvinning ventilation. FTX	kWh/m ² och år	27	32,9	18
Återvinning från frånluftsvärmepump FVP	kWh/m ² och år			
"Gratisenergi" från berg/jord-värme	kWh/m ² och år			
Solinstrålning	kWh/m ² och år	16	14,8	5
Solfångare	kWh/m ² och år		19,6	13
TOT "Gratisenergi"	kWh/m ² och år	59,6	87,6	50,3
TOT Behov av "köpt energi"		46,3	41,6	25,1
Effektbehov, el:				
Uppvärmning	W/m ²	6,2	5,68	9,5 inkl vv
Varmvatten	W/m ²	6,25	6,31	
TOT Behov av "installerad el-effekt"	W/m ²	12	11,99	9,5
Hur täcks köpt energibehov				
		L Johansson M Sahlberg	M Andersson S Eriksson	M Mannikoff J Lundberg



Bottenvåning

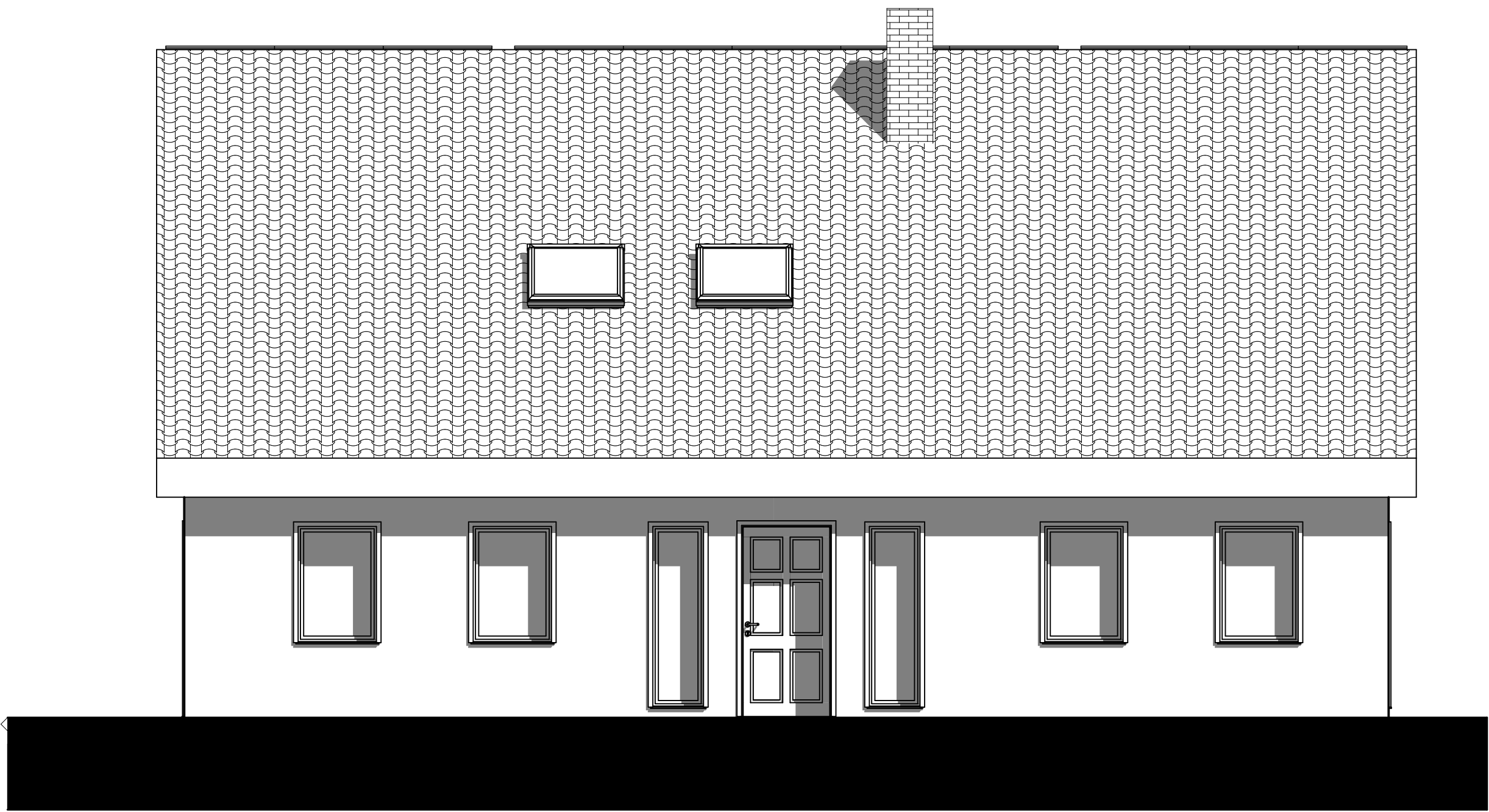
1:50



Vindsvåning

1:50

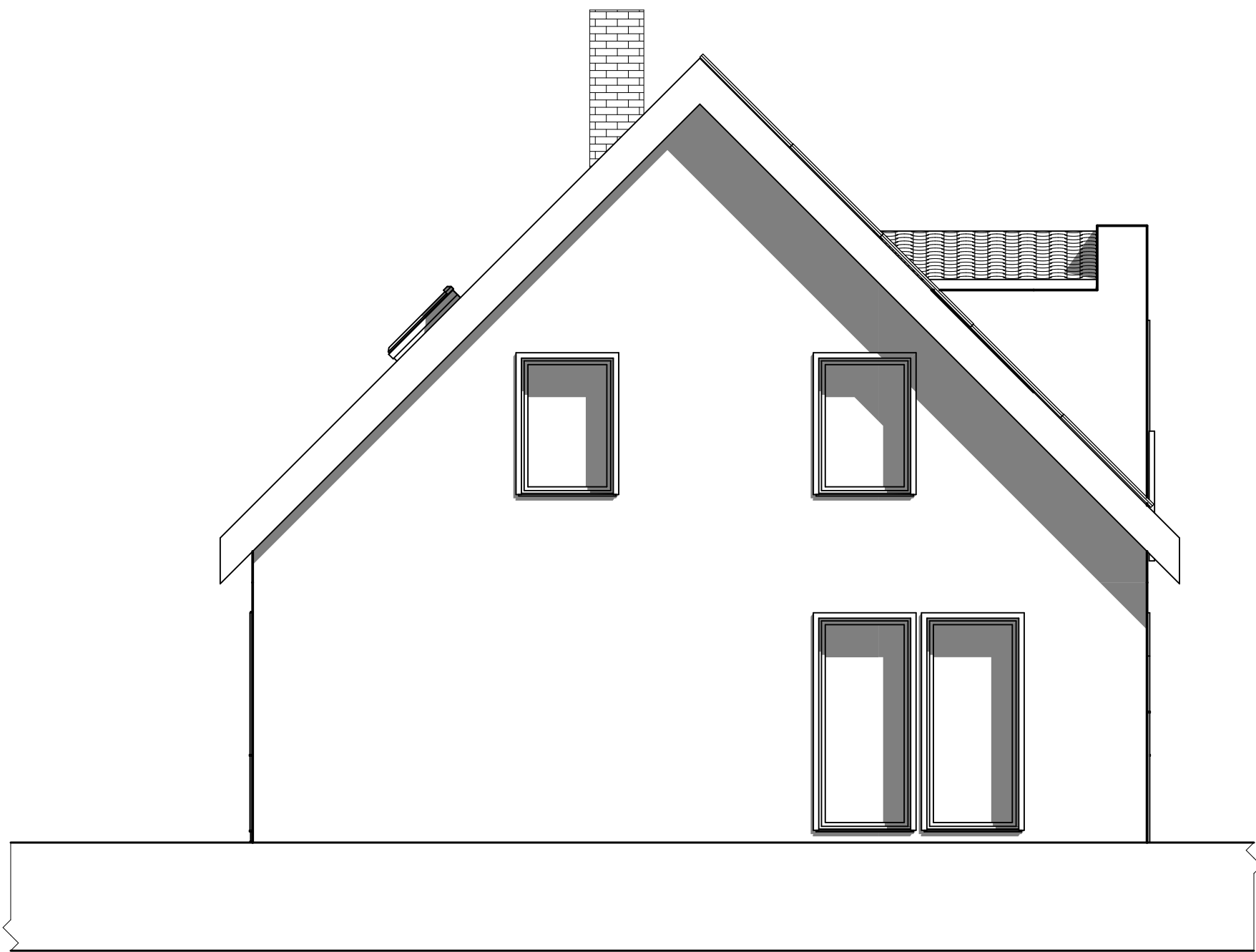
BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN
Förslagshandling				
Sadelvägen				
Examensarbete Tekniska Högskolan i Jönköping Bb08				
A Graphisoft				
UPPDRAG NR		RITAD AV Marie Andersson	HANDLÄGGARE	
DATUM		ANSVARIG		
2011.05.31		Marie Andersson, Sophie Eriksson		
Planritning Bottenvåning Vindsvåning				
SKALA 1:50		NUMMER A-01		BET



A5

Fasad mot Norr

1:50

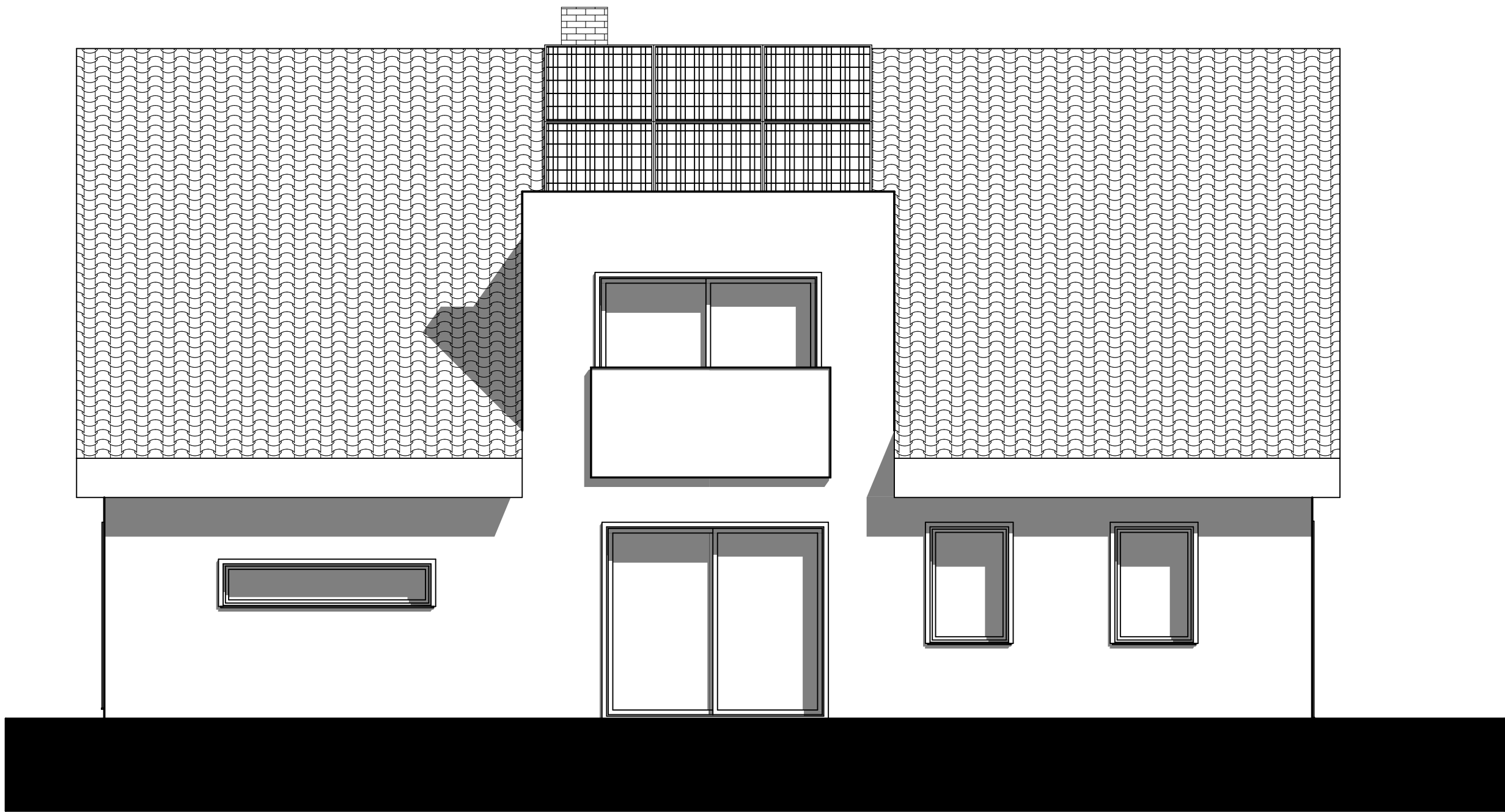


A8

Fasad mot Väster

1:50

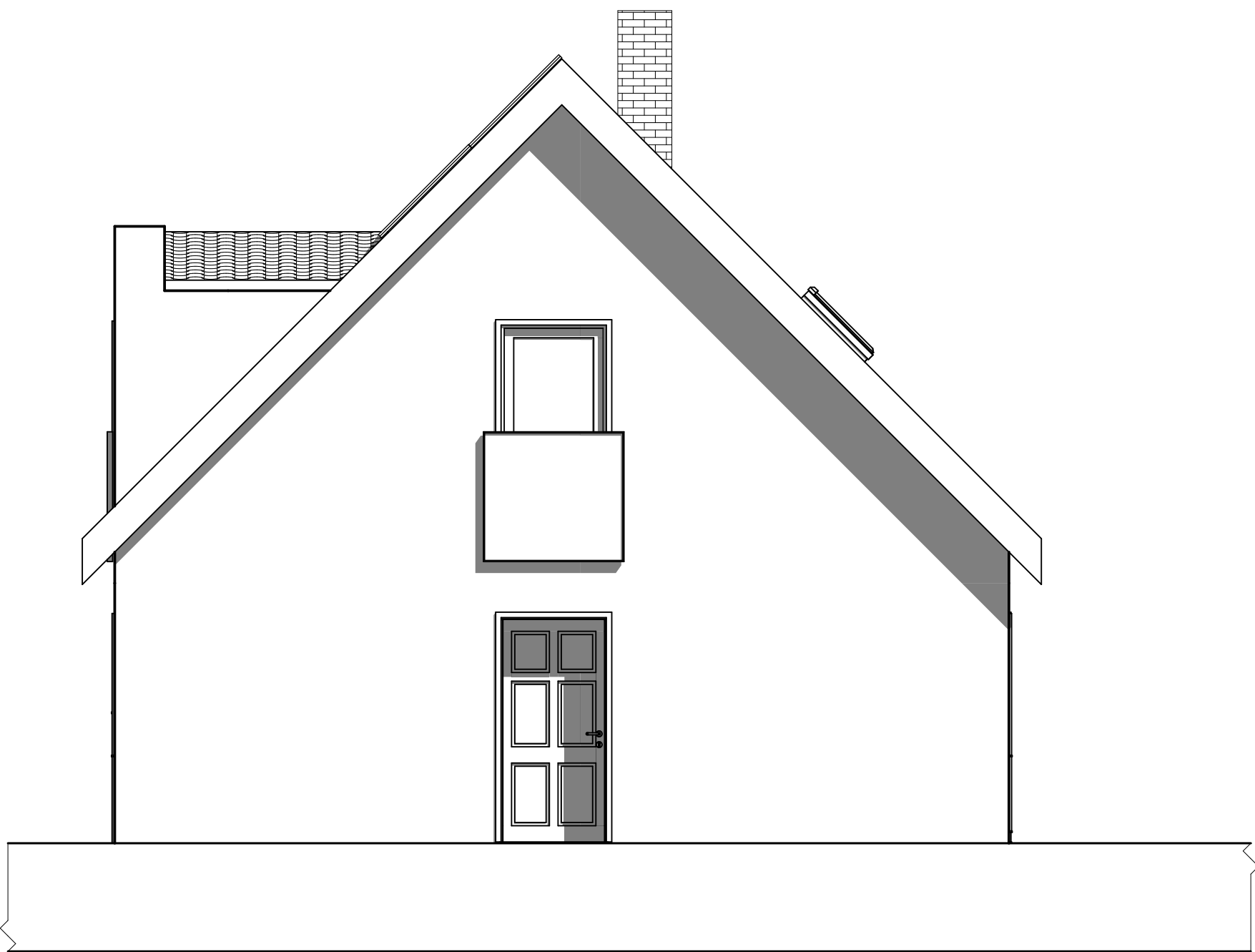
BET	ANT	ÄNDRING AVSER	DATUM	SIGN
Förslagshandling				
Sadelvägen				
Examensarbete Tekniska Högskolan i Jönköping Bb08				
A	Graphisoft			
UPPDRAG NR	RITAD AV Marie Andersson		HANDLÄGGARE	
DATUM	ANSVARIG			
2011.05.31	Marie Andersson, Sophie Eriksson			
Fasaddrättning Fasad mot Norr Fasad mot Väster				
SKALA 1:50	NUMMER A-02			BET



A6

Fasad mot Söder

1:50

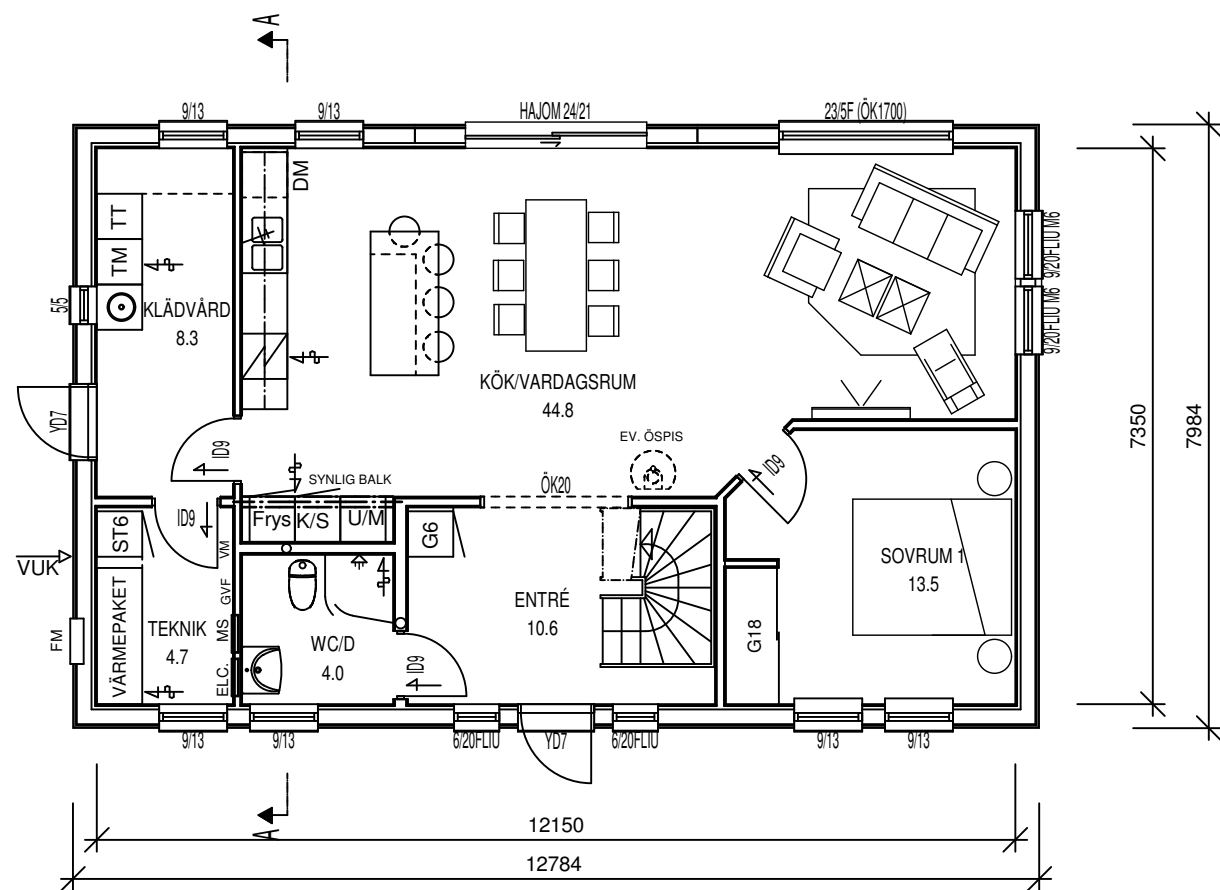


A7

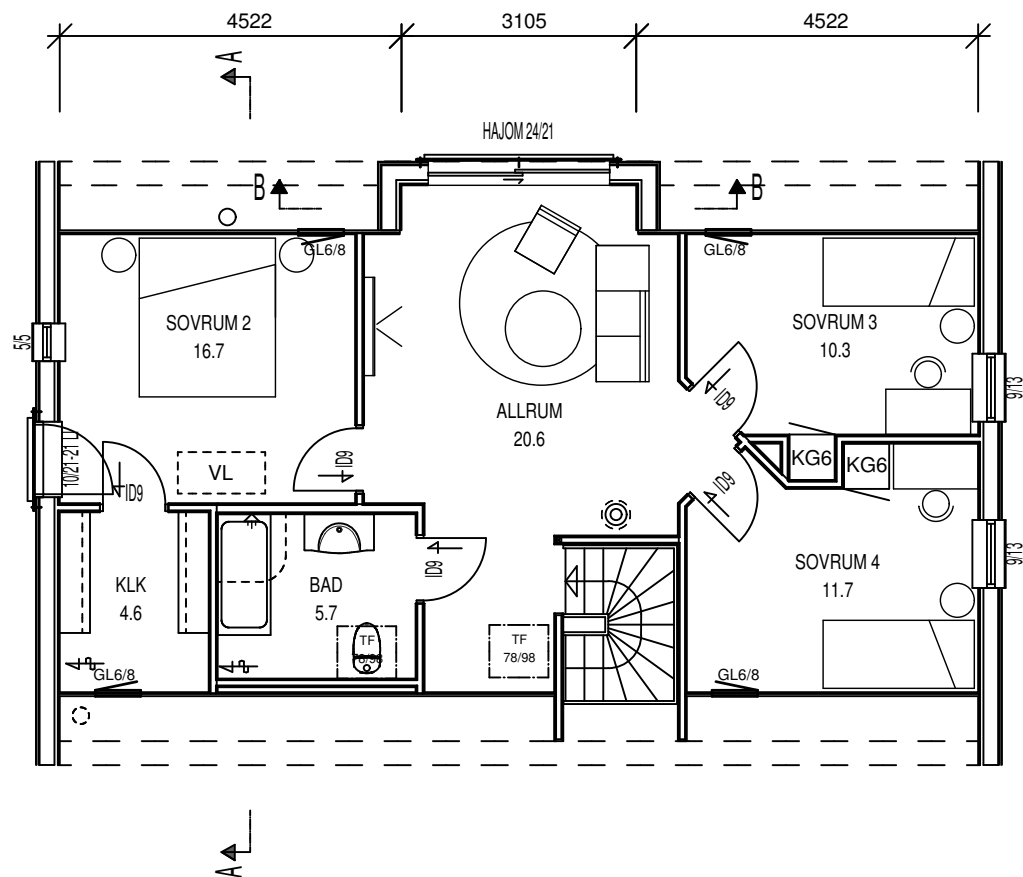
Fasad mot Öster

1:50

BET	ANT	ÄNDRING AVSER		DATUM	SIGN
Förslagshandling					
Sadelvägen					
Examensarbete Tekniska Högskolan i Jönköping Bb08					
A	Graphisoft				
UPPDRAG NR		RITAD AV		HANDLÄGGARE	
		Marie Andersson			
DATUM		ANSVARIG			
2011.05.31		Marie Andersson, Sophie Eriksson			
Fasaddrättning					
Fasad mot Söder					
Fasad mot Öster					
SKALA 1:50		NUMMER			BET
		A-03			



ENTRÉVÅNING
BOAREA 89.3 KVM
BYGGN.AREA 102.1 KVM



VINDSVÅNING
BOAREA 69.2 KVM

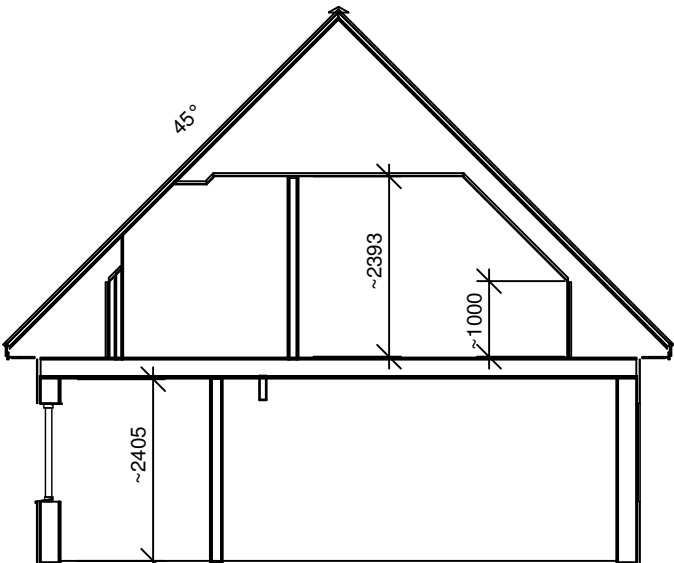
F= EJ ÖPPNINGSBART FÖNSTER
R= RÅGLAS
LIU=LAMINERAT GLAS INSIDAN & UTSIDAN
M= GLASDELANDE POST

F-VENT. VIA FVP, ÅTERVINNING
TILL RADIATOR- OCH TAPPVARMVATTEN.

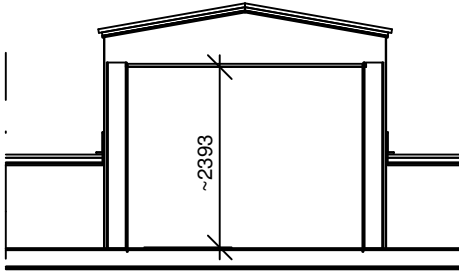
TILLUFT VIA FRESH-90 I YTTERVÄGG.

UPPVÄRMNING VIA GOLVVÄRME ALT. RADIATORER.
PLACERING ENL. LEVERANTÖR.

ALLT UTÖVER TECKNAT KONTRAKT
INGÅR EJ FRÅN ANEBYHUS



SEKTION A-A



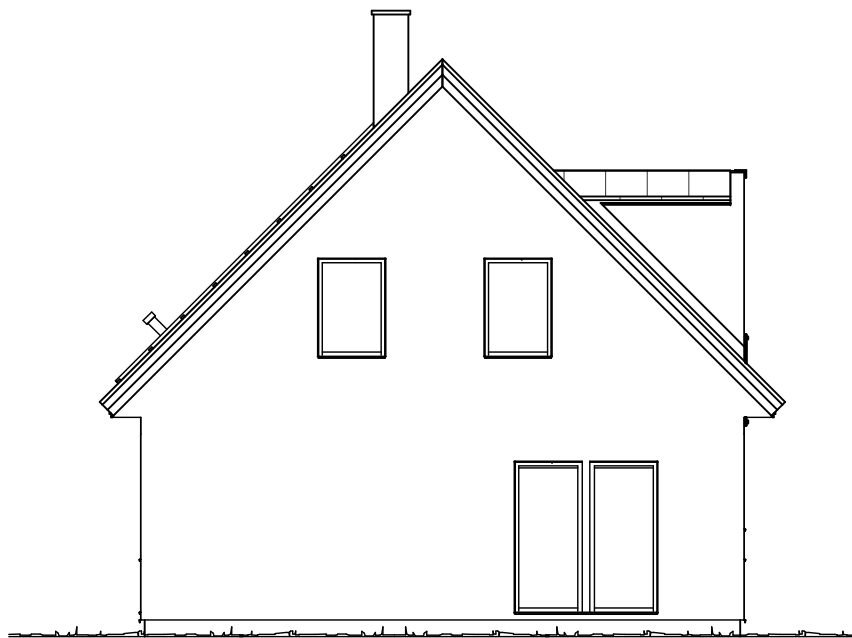
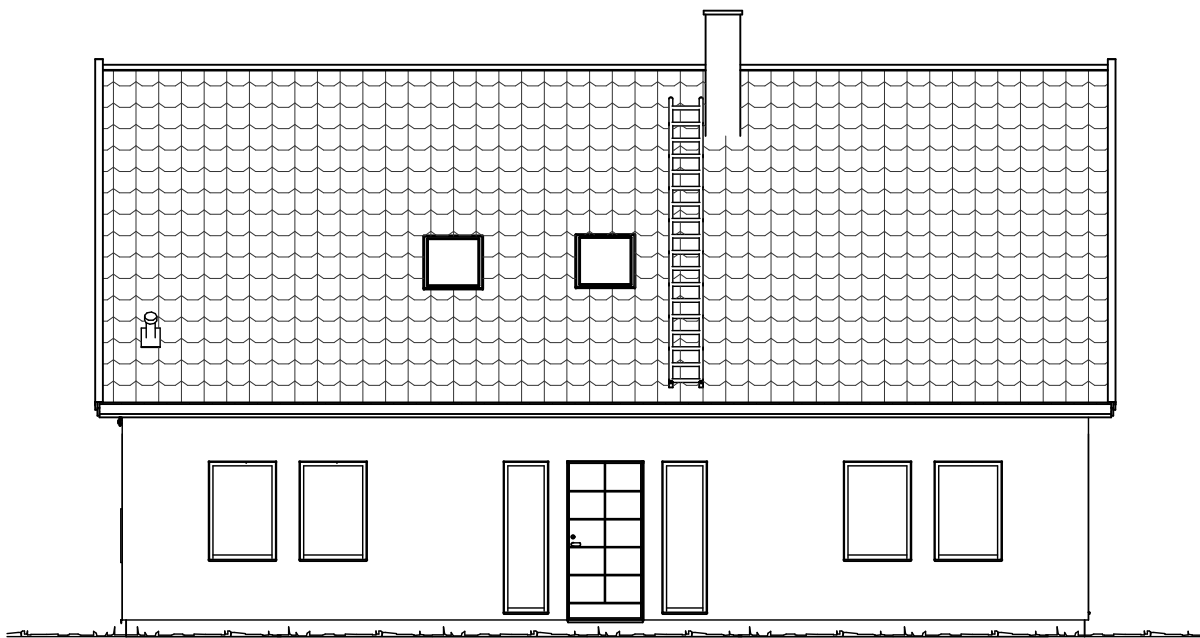
SEKTION B-B

NY SADELVÄGEN



Box 184, 578 24 ANEBY
www.anebyhus.se
Tel +46/380/47000
Fax +46/380/47091

A			MN	11.01.20
Reg	Ant	Revideringen avser	Sign	Datum
Ordernr Byggherre NYA_SADELVÄGEN				
Fastighetsbeteckning				
Innehåll PLANER OCH SEKTION				
Hustyp nr dat 11.01.03				
Vägg	P240	Ritningsnr	NYA_SADELVÄGEN-1	Reg A



NY SADELVÄGEN



Box 184, 578 24 ANEBY
www.anebyhus.se

Tel +46/380/47000
Fax +46/380/47091

Ritad av
MN

Granskad av

Datum

Skala
1:100

Vägg
P240

Ritningsnr
NYA_SADELVÄGEN-2

Reg
A

A			MN	11.01.20
Reg	Ant	Revideringen avser	Sign	Datum
Ordernr	Byggherre NYA_SADELVÄGEN			
Fastighetsbeteckning				
Innehåll	FASADER			
Hustyp	nr	dat	11.01.03	
Vägg	P240		Ritningsnr	Reg
			NYA_SADELVÄGEN-2	A