Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Attefallshus

En studie om att miljöcertifiera ett attefallshus

Adam Gillman

Kandidatuppsats för högskoleingenjörsexamen
Huvudområde: Byggnadsteknik
Högskolepoäng: 15hp
Termin/år: VT 2022
Handledare: Fredrik Hermansson
Examinator: Lars-Åke Mikaelsson
Kurskod/registreringsnummer: BT046G
Utbildningsprogram: Byggnadsingenjör, hållbart byggande

Abstract

Because of the ongoing global warming and the increased awareness of the human impact on the climate, the interest in building more sustainably has become enormous, among big construction companies as well as civilians. This study examines if there are any easy ways to construct an attefallshouse that meet the requirements for passive house, according to FEBY gold, and at the same time makes it profitable in the long run. The house used in this study will be used as a holiday house and will hopefully be built in real life, eventually. House A was constructed according to the minimum requirements according to PBL and BBR, while house B used the same frame but in addition there was added more insulation to meet the requirements in FEBY gold. The third house, house C, also used the same frame but was constructed to become a house in between the two others to see how the economical part would change with increased energy management. The higher building costs was then compared to the decreased energy consumption to see which alternative that was most profitable. The result showed that it was not possible to meet the requirements in FEBY gold if you used house A as a starting model. The choice of heating system, electrical elements, and the choice of windows and its size, made it impossible to achieve the extremely low energy consumption that was needed, 26 kWh/m2. When house A and house C were compared it showed that the last one was the most beneficial house purely economically, it was approximately 32 000 SEK cheaper than house A over 50 years.. The conclusion that can be drawn from this study is that there will need to be big changes in a construction of a house to achieve this high passive house status. The small size of this attefallshouse and the chosen heating system for this real estate made it even harder. It would be interesting in the future to see if there are other environmental certification that could be more usable for small holiday houses that civilians could strive towards.

Sammanfattning

På grund av den pågående globala uppvärmningen och den ökade medvetenheten om människans miljöpåverkan har intresset för att bygga hållbart skjutit i höjden, såväl hos stora byggföretag som hos privatpersoner. Studien undersöker om det på ett enkelt sett går att konstruera ett attefallshus som uppfyller kraven för passivhus, FEBY guld, och samtidigt gör det lönsamt i längden. Attefallshuset som studien utgår ifrån är tänkt att användas som ett fritidshus och huset är tänkt att sedan uppföras i verkligheten. Tre olika byggnader kommer konstrueras och beräknas för att sedan jämföras. Hus A kommer konstrueras enligt minimikraven i PBL och BBR, medan hus B utgår från samma stomme men som med hjälp av ökad isolering ska försöka uppnå FEBY guld. Det tredje huset, hus C, konstrueras som ett mellanting mellan de tidigare husen för att se hur lönsamheten förändras med ökad energieffektivitet. De ökade byggkostnaderna jämfördes sedan med den minskade energiförbrukningen för att se vilket alternativ som var mest lönsamt. Resultatet landade i att det inte var möjligt att uppfylla de hårda krav som råder för att certifiera enligt FEBY guld med utgångspunkt i hus A. Val av uppvärmningssystem, el-element, och val av fönster och dess storlek gjorde det helt omöjligt att uppnå den låga årsenergiförbrukning som krävs på 26 kWh/m2. Vid jämförelse mellan hus A och C blev den sistnämnda mest lönsam, med ca 32 000 kr marginal efter 50 år. Slutsatsen som kan dras av studien är att det krävs ingående förändringar i en konstruktion för att uppnå denna miljöcertifiering och för ett så litet hus som ett attefallshus är det ännu svårare, tillsammans med att energipriset påverkar lönsamheten i stor utsträckning. Det hade varit intressant att i framtiden undersöka om det finns någon annan lämplig miljöcertifiering för små fritidshus som privatpersoner kan ha att sträva mot.

Förord

Detta examensarbete markerar dels målgången för mina studier vid Mittuniversitetet och byggingenjörsprogrammet, men även startskottet för en ny fas i mitt liv. Tiden under utbildningen har varit väldigt givande med många nya möten och upplevelser i en stad som var helt ny vid starten. Utbildningen har inte endast gett mig nya kunskaper inom området utan ett helt nytt hem och en ny familj. Jag ser fram emot vad framtiden har att erbjuda även om ovissheten gör sig påmind när nära och kära frågar vad jag ska göra nu.

Jag vill rikta ett stort tack till hela Mittuniversitetet och de lärare som har bidragit till att göra det möjligt att kombinera en universitetsutbildning med en elitsatsning inom längdskidåkning. Flexibiliteten och viljan att hjälpa till vid behov har varit helt ovärderlig. Mina klasskamrater har haft en lika stor del när det kommer till möjligheten att satsa på mina dubbla karriärer. De har alltid haft en förståelse för att jag vid grupparbeten kan ha andra tider och dygnsrytmer än de själva är vana vid. Jag vill också passa på att lyfta fram Fredrik, Elis och Håkan som jag spenderat mycket tid med under utbildningen och som har bidragit till att jag har trivts så pass bra som jag gjort. Sist men inte minns vill jag skicka ett tack till mina föräldrar och min sambo som alltid har stöttat mig både i studierna och i min skidåkning. Jag förstår att det inte alltid har varit lätt och jag hoppas att jag kommer kunna ge tillbaka i framtiden. Det är mina föräldrars fjällstuga och vilja att utvidga med fler bäddar som legat till grund för detta arbete och jag hoppas att jag kan bidra till att uppföra det planerade huset på tomten i framtiden.

Östersund, juni 2022

Adam Gillman

Innehållsförteckning

Abstract I

Sammanfattning II

Förord III

Innehållsförteckning IV

Termer och förkortningar VI

1 Introduktion 1

1.1 Bakgrund 1

1.2 Problemformulering 2

1.3 Syfte 2

1.4 Forskningsfråga/forskningsfrågor 2

1.5 Avgränsningar 3

2 Metod 4

2.1 Avgränsning 5

2.2 Datainsamling 5

2.3 Validitet och reliabilitet 6

2.4 Generaliserbarhet 6

3 Teori 7

3.1 Attefallshus 7

3.1.1 Fritidshus 8

3.2 Miljöcertifieringar 8

3.3 Passivhus 9

4 Resultat 11

4.1 Hus A 11

4.2 Hus B 12

4.3 Hus C 13

5 Diskussion 15

5.1 Metoddiskussion 15

5.2 Resultatdiskussion 15

6 Slutsats 16

6.1 Förslag till fortsatta studier 17

7 Litteraturförteckning ..... A

Bilagor C

Bilaga 1 C

Bilaga 2 ..... D
Bilaga 3 ..... D
Bilaga 4 ..... E
Bilaga 5 ..... E
Bilaga 6 ..... F
Bilaga 7 ..... F
Bilaga 8 ..... G
Bilaga 9 ..... H
Bilaga 10 ..... H
Bilaga 11 I
Bilaga 12 I
Bilaga 13 ..... J

Termer och förkortningar

Attefallshus – Bygglovsbefriad byggnad om maximalt 30 kvm

Passivhus – Byggnad som uppfyller kraven i FEBY18 Guld

ROT – Renovering, Ombyggnad, Tillbyggnad

Friggebod – En komplementbyggnad om maximalt 15 kvm

BBR – Boverkets Byggregler

PBF – Plan- och byggförordningen

PBL – Plan- och bygglagen

SGBC – Sweden Green Building Council

FEBY – Forum för Energieffektivt Byggande

TNC – Terminologicentrum

EKS – Boverkets konstruktionsregler

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Vid byggande av bostadshus eller andra byggnader har det genom alla tider varit viktigt att värna om resursåtgången på ett eller annat sätt. Förr handlade det mer om tidsåtgång för byggandet och att byggnadsmaterialet skulle räcka till vid exempelvis en stuga som skulle timras. Tillgången på timmer var inte obegränsad då det berodde på hur mycket mark byggherren ägde, eller hur mycket timmer som kunde köpas in. Idag är det i många lägen framför allt ekonomin som gör att det värnas om resurser då det ofta är någon annan som bygger huset och tillverkar materialen som används. Allt eftersom mer kunskap kommer fram angående klimatförändringar och miljöpåverkan, samt hur mycket vi människor bidrar till de naturkatastrofer som sker i världen, har även fokuset på miljövänliga material och byggnadssätt ökat. Då ett bostadshus eller annan byggnad beräknas kunna användas under ca 100 år påverkar det inte bara miljön under byggnadstillfället, utan även under själva användningen. Efter beräkningar och undersökningar har vi idag insett att det finns mycket miljöpåverkan som kan undvikas genom att effektivisera användandet och bygga för att huset ska påverka miljön så lite som möjligt under användningsskedet. Enligt Maria Brogren, energi och miljöchef på Sveriges byggindustrier har det funnits en etablerad och accepterad uppfattning att produktionsfasen endast står för ca 15 % av miljöpåverkan och energianvändningen, medan användningsfasen står för hela 85 %. I och med att användningsfasen har effektiviserats och fokuserats på har fördelningen ändrats nämnvärt och ligger snarare på 50/50 i dagsläget. Det är visserligen svårt att beräkna detta exakt och för att få en mer korrekt siffra behöver en detaljerad analys göras i varje enskilt projekt. Maria nämner att de årliga utsläppen i Sverige för husbyggnadsprojekt är 4 miljoner ton koldioxidekvivalenter och om anläggningsprojekt inkluderas uppgår siffran till hela 10 miljoner ton, lika mycket som landets hela personbilsflotta (1).

Många beräkningar utgår också från fullstora bostadshus samtidigt som det byggs ett stort antal mindre hus runt om i Sverige. Med anledning av detta kommer denna studie att undersöka hur förhållandet mellan

produktionsfasen och användningsfasen ser ut och om det är lönsamt att utforma en mindre byggnad för att effektivisera användningsfasen. Ett i dagsläget fiktivt, men i framtiden verkligt, attefallshus kommer användas som modell i denna studie.

1.2 Problemformulering

För att en byggnad ska anses hållbar är det enkelt att hänvisa till olika miljöcertifieringar såsom Miljöbyggnad, BREEAM eller LEED. Vad dessa miljöcertifieringar egentligen innebär kommuniceras inte lika frekvent och givetvis skiljer de sig mycket åt. För att en byggnad ska anses hållbar kan den vara konstruerad på en mängd olika sätt beroende på var den är placerad i landet, byggnadens form och dess framtida användning. Exempelvis behöver inte ett litet småhus byggas på samma sätt som ett flera våningar högt flerbostadshus och det krävs ingående analyser och detaljerade jämförelser för att se hur en byggnad kan uppföras mest hållbart. Dessa analyser och jämförelser kräver specialistkunskap och är inget en vanlig privatperson kan göra. Det behövs en enkel metod för att kunna jämföra olika konstruktionsalternativ och översätta det till monetära vinster och fördelar i ett längre perspektiv. Därför ska denna studie undersöka hur lönsamheten skiljer sig åt vid förändringar av konstruktionen som kan anses medföra att det blir ett mer hållbart bygge.

1.3 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka vilken typ av konstruktion som är mest lönsam när det kommer till ett mindre komplementbostadshus i form av ett attefallshus. Fokus kommer ligga på vilket alternativ som är mest lönsamt rent ekonomiskt under byggnadens hela tekniska livslängd. Detta för att kunna leverera underlag på ett enkelt sätt så en privatperson kan ta ett rationellt beslut.

1.4 Forskningsfråga/forskningsfrågor

Är det ekonomiskt lönsamt att miljöcertifiera ett attefallshus enlig FEBY18 (Passivhus) jämfört med att endast uppfylla minimikraven i PBL och BBR?

1.5 Avgränsningar

- Endast klimatskalet kommer behandlas där alla hus utgår från samma konstruktion för att klara lasterna men att vissa delar dimensioneras upp.
- Samma U-värde på fönster och dörrar används.
- Minimikonstruktionen ska kunna genomföras på egen hand med hjälp av konstruktionsvirke från bygghandlare.
- Endast variation i transmissionsförluster beaktas då ventilationsförlusterna antas skilja så lite att det inte ger en markant skillnad.
- Uppvärmningsbehovet i antal gradtimmar beräknas genom att utgå från årsmedeltemperaturen på platsen där byggnaden ska uppföras. Användningen antas vara lika stor året runt.

2 Metod

Metoden som valts för att kunna besvara arbetets forskningsfråga är att dimensionera och konstruera tre olika attefallshus, hus A, hus B och hus C. Hus A har dimensionerats för att endast klara de laster och krav som ställs på konstruktionen för att upprätthålla beständighet och uppfylla de minimikrav som finns i PBL och BBR. Utifrån dessa dimensioner i den bärande konstruktionen har byggnaden isolerats och kompletterats med produkter som anses nödvändiga för att byggnaden ska förbli beständig.

Hus B har utgått från exakt samma modell och bärande konstruktion men har istället kompletterats med betydande mängd isolering och i de fall det behövs, grövre dimensioner på träreglar för att uppnå Passivhusnivå. Vid val av fönster och dörrar har en mellanvariant valts för båda husen. Endast reglar och isolering kommer ingå i jämförelsen då det anses vara det enda som skiljer husen åt.

Hus C har även det utgått från hus A men har istället tilläggsisolerats för att bli ett mellanting mellan hus A och B. Tjockleken på klimatskalet har ökats med cirka 90 mm och sedan genomgått samma beräkningar som hus A och B.

Kostnaden för dessa tre hus kommer beräknas genom användandet av Beijer byggmaterials hemsida och dess priser till privatpersoner. Skillnaden i byggpris blir ena faktorn i den slutgiltiga jämförelsen mellan de tre husen. Den andra faktorn är kostnaderna för husens uppvärmning, vilket kommer beräknas för de olika husen. Isovers egna ”U-värdesberäknare” kommer användas vid beräkning av u-värden och transmissionsförluster. El-element antas användas som enda uppvärmningskälla och husen antas ha en livslängd på 50 år vilket är det energiförbrukningen beräknas utifrån. För att prissätta energin som förbrukas används det genomsnittliga priset under det senaste året som gällt för huvudbostaden på tomten, 97,40 öre/kWh. Genom att jämföra den ökade byggnadskostnaden och den minskade energiförbrukningen kan ett resultat nås och en slutsats dras om det är någon idé att bygga med målsättningen att uppnå passivhus för denna typ av byggnad. Husen kommer modelleras i Archicad för att enkelt visualisera hur byggnaden är tänkt att uppföras, se bilaga 13. Husen antas

bli såpass enkla att de kommer kunna uppföras på egen hand av de naturligt händiga ägarna av tomten och därför kommer ingen hänsyn tas till eventuell ökad tidsåtgång mellan de två byggnaderna.

2.1 Avgränsning

Rapporten och beräkningarna avgränsar sig till att endast analysera de ekonomiska skillnaderna mellan de olika konstruktionssätten. Detta framför allt på grund av den svårighet som råder när det gäller att beräkna olika komponenters miljöpåverkan i alla steg. Det hade krävts genomgående livscykelanalyser som inte är rimliga att genomföra för denna studie. Det råder också delade meningar om hur olika slag av miljöpåverkan ska sättas i relation till varandra då det inte endast är mängden koldioxidutsläpp som påverkar miljön utan flera olika delar.

Denna avgränsning gör det lättare för familjen att ta ett välgrundat beslut då det är enklare att jämföra olika kostnader istället för olika typer av miljöpåverkan där olika värderingar behöver göras.

Som tidigare nämnts kommer endast klimatskalet beaktas och husen kommer utgå från samma minimikonstruktion som endast klarar att ta upp de laster som kan uppkomma. Skillnaderna mellan husen blir således endast olika tjocklekar på isoleringen och eventuellt tillkommande sekundärreglar. Uppvärmningssystemen antas vara densamma och även antal fönster och dess storlek.

2.2 Datainsamling

Inledningsvis gjordes en litteraturstudie på internet för att samla in information inom området, bland annat om hur dagsläget ser ut när det kommer till miljöcertifieringar och hållbart byggande. Här användes Google som huvudsaklig sökmotor med söktermer såsom exempelvis ”miljöcertifiering Sverige”, ”miljöcertifiering statistik”, ”Hållbart byggande statistik”, ”Attefallshus statistik”, ”Attefallshus Boverket” och ”fritidshus BBR”. Litteraturstudien bidrog också i valet att undersöka just certifiering enligt FEBY18 guld, för att uppnå passivhuskraven. Tidigare kurslitteratur såsom ”Tillämpad

Byggnadsfysik" (2) har också använts vid genomförandet av de beräkningar som varit nödvändiga för att uppnå resultatet.

Prisuppgifter på material och uppvärmning har samlats in från dels den familj som planerar att uppföra den framtida byggnaden, samt från Beijer byggmaterials hemsida som anses vara den bygghandlare där materialet till byggnationen kommer införskaffas. Detta för att priserna som används vid beräkningar ska bli så verklighetstrogna som möjligt då det skiljer sig mycket åt mellan olika ställen i landet beroende på var fastigheten befinner sig.

2.3 Validitet och reliabilitet

Studiens reliabilitet kan anses vara hög då den information och data som använts kommer från trovärdiga källor och direkt från ursprungskällan, såsom boverket, Feby, fastighetsägarna och bygghandlarens egen hemsida. I de fall information eller data har hittats på andra sidor, till exempel i en artikel har informationen kontrollerats parallellt för att vara säker på dess sanningshalt.

Validiteten för studien är svårare att bedöma då avgränsningarna gör att vissa delar faller bort, såsom förändringar i ventilationsförluster och värmetröghet för de olika husen. De beräkningar och information som tagits fram fyller dock studiens syfte att få fram ett tydligt resultat där det framgår hur lönsamheten hos de olika byggnaderna ser ut.

2.4 Generaliserbarhet

Studien är relativt generaliserad då det kommer till uppbyggnad och konstruktion på de olika husen. Husen skulle kunna vara placerade var som helst i Sverige och användas på ett stort antal olika sätt. Kostnadsberäkningarna däremot utgår från en och samma bygghandel, fastighetens lokalisering, fastighetsägarnas förväntade användning och dess nuvarande elavtal. Dessa faktorer spelar stor roll och skulle behöva anpassas för varje enskilt fall för att se vilket alternativ som är mest lönsamt. Sammantaget så är denna studie inte så generaliserad att någon kan ta del av resultatet och följa det rakt av, men det visar på hur det kan se

ut och med hjälp av beräkningsbilagorna kan en liknande jämförelse göras på ett enkelt sätt för en annan fastighet.

3 Teori

3.1 Attefallshus

Ett attefallshus är en byggnad som får uppföras på en tomt som ett komplement till huvudbostaden. Denna komplementbyggnad kräver inte något bygglov, men däremot krävs att en anmälan görs till byggnadsnämnden, ett startbesked erhålls och att ett slutbesked upprättas när bygget är färdigställt. Denna typ av komplementbyggnad infördes 2 juli 2014 och är döpt efter den dåvarande bostadsministern Stefan Attefall. Till skillnad från en friggebod får ett attefallshus uppnå en högsta nockhöjd på 4 meter, användas som självständig bostad samt uppgå till en maximal area på 30 kvm, efter en ändring 1 augusti 2020 som ökade maximala arean från tidigare 25 kvm. Beroende på vad attefallshuset ska användas till krävs att det uppfyller kraven som benämns i BBR och EKS, exempelvis måste alla bostadsfunktioner som ska finnas i en vanlig bostad även finnas i ett attefallshus om det ska användas som permanentboende, såsom utrymme för matlagning, personlig hygien och förvaring. Även krav som tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse eller orienteringsförmåga måste uppfyllas. Det finns några områden där attefallshus inte får byggas trots allt, vilket är områden som är av riksintresse för totalförsvaret, särskilt värdefulla ur historisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt, flygplatser eller liknande (3).

Syftet med införandet av attefallshus som var bygglovsbefriade var att det skulle byggas fler permanentbostäder (4).

Statistiken talar däremot sitt tydliga språk att så inte varit fallet. Sedan införandet 2014 har antalet uppförda attefallshus stabiliserat sig mellan 5- och 6000 årligen där i snitt 84% är komplementbyggnader, såsom garage, förråd, gäststuga eller dylikt. Detta innebär att endast 16 % av attefallshusen byggs med syftet att vara komplementbostäder vilket innebär i snitt mellan 800 och 1000 hus per år. Attefallsreglementet

möjliggör också att det i stället för en fristående komplementbostad eller byggnad, uppförs en tillbyggnad av befintligt bostadshus på maximalt 15 kvm, tillbyggnad i form av takkupor eller att inreda en extralägenhet i huset (5).

I BBR under kapitel 9 tabell 9.2 benämns vad som gäller för småhus under 50 kvm där också attefallshus ingår. Där framgår att det inte finns några krav på energiprestanda uttryckt som primärenergital (EPpet) eller för installerad eleffekt för uppvärmning (kW). Däremot finns det krav när det gäller genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (Um) (W/m^{2}K) som är 0,33 och klimatskärmens genomsnittliga luftläckage vid 50 Pa tryckskillnad (L/sm^2) vilket uppgår till 0,6 (6).

3.1.1 Fritidshus

Om planen är att använda komplementbostadshuset som fritidshus så gäller då samma krav som för vanliga fritidshus, vilket innebär att vissa undantag får göras. De övergripande kraven som finns i PBL, förtydligas i PBF och preciseras i BBR. Undantagen som får göras för fritidshus gäller för tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd, driftutrymmen, energihushållning med vatten, samt bredbandsanslutning. Det finns ingen tydlig definition av ett fritidshus men enligt TNC är det ett småhus som inte är inrättat för helårsboende. Kraven på bostadsutformning och energihushållning får endast undantas om de återfinns i BBR, de som finns i PBL och PBF gäller fortfarande där byggnaden ska anses lämpligt för sitt ändamål. När det däremot gäller tillgänglighetskrav gäller inga alls oavsett var de återfinns. Kraven för energihushållning som alltså gäller, innebär endast att byggnaden ska ha en mycket hög energiprestanda. Så länge som byggnaden används mindre än 4 månader per år eller under en begränsad del av året som innebär att energianvändningen understiger 25 % av den årliga förbrukningen vid helårsanvändning kan kraven på energihushållning undantas (7).

3.2 Miljöcertifieringar

Att miljöcertifiera en byggnad är ett bra sätt att illustrera hur bra den är ur miljösynpunkt. Miljöcertifieringar förenklar en företagslednings möjlighet att marknadsföra sig som miljömedveten och ansvarstagande då det

konkretiserar vilka åtgärder företaget i fråga är villiga att göra. Det finns en mängd olika typer av miljöcertifieringar i Sverige och det absolut vanligaste är Miljöbyggnad som enligt statistik från SGBC står för ca 70 % av Sveriges alla miljöcertifierade byggnader (8).

Miljöbyggnad är ett svenskt miljöcertifieringssystem anpassad efter svenska förhållanden och regler. Genom 16 olika indikatorer bedöms byggnaden utefter energianvändning, innemiljö och använda material (9).

Övriga system som SGBC lyfter fram för miljöcertifiering i Sverige är Miljöbyggnad iDrift, BREEAM, NollCo2, Citylab, GreenBuilding, CEEQUAL och LEED. Även Svanen och FEBY är två system som kan användas.

Enligt statistiken går det också att utläsa att endast 73 småhus är miljöcertifierade, vilket motsvarar 2,3 % av det totala antalet miljöcertifierade byggnader. Även om det kan kännas som ett litet antal ska tilläggas att antal miljöcertifierade byggnader för varje år så långt statistiken sträcker sig, har ökat och hade sin högsta notering under föregående år, 2021. Enligt detta kan antas att antalet kommer fortsätta öka i framtiden (8).

3.3 Passivhus

Passivhus är en benämning av ett hus som är certifierad enligt FEBY. Tidigare var det FEBY12 som gällde men i och med införandet av FEBY18 så har benämningen passivhus bytts ut mot FEBY18 guld. FEBY18 är tänkt att agera som ett stöd inför beställningar av byggherrar som vill garantera låga driftskostnader och låg miljöpåverkan under byggnadens hela livslängd. FEBY18 är indelad i tre nivåer, guld, silver och brons. Guld motsvarar alltså passivhus, silver motsvarar minienergihus och brons motsvarar bbr25 men utan de ”kryphål” som FEBY anser finnas där (10).

På hemsidan för FEBY går det att finna ett dokument om varför FEBY18 är ett bra val och bör användas vid miljöcertifieringar. Skribenterna, Eje Sandberg och Hans Eek, lyfter fram att tack vare de tre olika nivåerna kan

alla byggherrar hitta en ambitionsnivå som passar just dem och samtidigt dra nytta av FEBY-konstruktionen och dess pedagogiska upplägg. De poängterar också att de är en ”light-version” jämfört med övriga klassningssystem, när det kommer till både vilka områden certifieringen omfattar och vilka kostnader som uppstår i och med en certifiering. Enligt FEBY är den viktigaste parametern en energieffektiv byggnad med en låg värmeförlusteffekt vilket styr byggnaderna mot mer yteffektiva konstruktioner. I dokumentet skriver de också att ett bra alternativ är att kombinera FEBY18 med andra certifieringssystem såsom miljöbyggnad eller Svanen då de täcker olika saker men som tillsammans kompletterar varandra och bidrar till hållbart byggande. Exempelvis anser de att miljöbyggnad gynnar värmepumpar orimligt mycket, samt att byggnader med ogynnsamma former också får det onödigt lätt. Svanenmärkta hus däremot nämner de framför allt har som mål att få bort miljöfarliga ämnen och främja en miljöanpassad byggprocess. När det kommer till energiförbrukning tar de enligt Sandberg och Eek den lätta vägen och sätter 15% under kraven i BBR (11).

4 Resultat

4.1 Hus A

Hus A är den byggnad som endast är konstruerad för att uppfylla PBL:s och BBR:s minimikrav när det kommer till konstruktion och energihushållning samt för kunna förbli beständigt. För att se detaljerad information om konstruktionsdelarnas uppbyggnad och materialval, se bilaga 1, 2 och 3.

Byggnadsdel	Yta per byggnadsdel(kvm)	Beräknat U-värde, (W/m2K)	U-värde Inkl. schablonpåslag för köldbryggor(15%)
Bjälklag/golv	30	0,352	0,4048
Ytterväggar	73,5	0,193	0,22195
Yttertak	30	0,170	0,1955
Fönster	5	1,2	1,38
Dörr	2	1,0	1,15
Medelvärde	-	0,2689	0,30927

Tabell 1: U-värden för respektive byggnadsdel hus A

Årsmedeltemperatur Grövelsjön (12)	0,7 grader Celsius
Antal dygn användning (20 grader) per år	70 dygn
Antal dygn underhållsvärme (10 grader)	295 dygn
Antal gradtimmar per år	98 268 Kh

Transmissionsförluster per år	4 270 kWh

Tabell 2: energiförbrukning hus A

Pris per kWh	0,974 kr
Livslängd	50 år
Kostnad energiförbrukning per år	4 159 kr
Kostnad energiförbrukning totalt under livstid	207 949 kr
Kostnad reglar	30 082 kr
Kostnad isolering	37 345 kr
Total kostnad, jämförelsetal	275 376 kr

Tabell 3: kostnader hus A

Genom tabellerna kan det utläsas vilka U-värden de olika byggnadsdelarna har samt hur kostnaderna för uppvärmning och byggnation ser ut.

4.2 Hus B

Hus B är det hus som är konstruerat och dimensionerat för att uppfylla kraven för Passivhus, alltså FEBY guld. Se tabellen nedan för vilka krav FEBY guld för med sig och vilka följdeffekter och krav det sätter på klimatskalet.

Maximal årsenergiförbrukning för eluppvärmd byggnad enligt FEBY guld,	26 kWh/m^2
Antal kvadratmeter uppvärmd yta, inklusive loft/övervåning	36 m^2
Maximal årsenergiförbrukning totalt enligt FEBY guld	936 kWh/år

Krav på genomsnittligt U-värde	0,0678 W/m²K
Krav på genomsnittligt U-värde klimatskal, exklusive förbestämda fönster & dörrar	>0,01 W/m2K
Teoretiskt uppnått U-värde med 2,61 m tjock vägg	0,014 W/m2K

Tabell 4: krav för FEBY guld

Tabellen ovan visar vilka krav den maximala årsenergiförbrukningen sätter på klimatskalet för byggnaden och vilket teoretiskt U-värde som uppnås med tjockare väggar. Se bilaga 4 för att se en detaljerad uppbyggnad av en 2,61 m tjock vägg med u-värde 0,014. Det är alltså praktiskt omöjligt att uppnå en konstruktion som har ett U-värde på 0,01 eller lägre.

4.3 Hus C

Hus C är den konstruktion som med utgångspunkt i hus A tilläggsisolerats med ca 90 mm isolering i tak, väggar och golvbjälklag. För mer detaljerad information om konstruktion och materialval, se bilaga 5, 6 och 7.

Byggnadsdel	Yta per byggnadsdel (kvm)	Beräknat U-värde, (W/m2K)	U-värde Inkl. schablonpåslag för köldbryggor (15%)
Bjälklag/golv	30	0,177	0,204
Ytterväggar	73,5	0,134	0,154
Yttertak	30	0,130	0,150
Fönster	5	1,2	1,38
Dörr	2	1,0	1,15
Medelvärde	-	0,1921	0,2210

Tabell 5: U-värden för respektive byggnadsdel hus C

Årsmedeltemperatur Grövelsjön	0,7 grader Celsius
Antal dygn användning (20 grader) per år	70 dygn
Antal dygn underhållsvärme (10 grader)	295 dygn
Antal gradtimmar per år	98 268 Kh
Transmissionsförluster per år	3051 kWh/år

Tabell 6: energiförbrukning hus C

Pris per kWh	0,974 kr
livslängd	50 år
Kostnad energiförbrukning per år	2 972 kr
Kostnad energiförbrukning totalt under livstid	148 584 kr
Kostnad reglar	35 239 kr
Kostnad isolering	59 053 kr
Total kostnad, jämförelsetal	242 696 kr

Tabell 7: kostnader hus C

5 Diskussion

5.1 Metoddiskussion

Metoden som valdes var anpassad för att arbetet och jämförelsen skulle bli så enkel som möjligt och lättförståelig för privatpersoner som i nästa skede ska ta beslut om konstruktion för deras attefallshus. Det visade sig att den blev lite för enkel för detta arbete. Tanken med att endast fokusera på transmissionsförluster var visserligen en bra avgränsning, men när det kommer till att alla andra delar som uppvärmningssystem, fönster, dörrar och dess mått skulle vara detsamma som för hus A, så blev det inte lika lyckat. Det krävdes mycket större förändringar för att uppfylla kraven för FEBY guld (passivhus) än vad denna metod möjliggjorde. Här skulle jag istället valt att tillåta större förändringar för att sedan försöka optimera de olika alternativen att bli så kostnadseffektiva som möjligt. Hade den metoden valts hade däremot enkelheten försvunnit och privatpersonerna hade haft svårare att förstå resultatet och ta ett välgrundat beslut.

5.2 Resultatdiskussion

Syftet med hela studien var att på ett enkelt sätt presentera kostnadsskillnader mellan att uppföra ett attefallshus som endast uppfyller minimikraven i BBR, en byggnad som kan certifieras enligt FEBY guld till ett passivhus och ett hus som är ett mellanting. Resultatet talar sitt tydliga språk då valda fönsterytor och uppvärmningssystem, som skulle vara detsamma för alla husen, inte gjorde det möjligt att uppnå tillräckligt låg årsenergiförbrukning för att hus B skulle kunna uppfylla kraven för FEBY guld. För att resultatet skulle blivit annorlunda hade betydligt mindre fönsteryta kunnat väljas alternativt att större förändringar hade gjorts mellan hus A och B. Hus C visar däremot att husets uppvärmningskostnader under byggnadens livstid sänks med knappt 60 000 kr jämfört med hus A och blir i slutändan ca 32 000 kr billigare efter 50 år. Hus C kräver å andra sidan en 27 000 kr större investering vid byggnationstillfället. Resultatet visar att det lönar sig i längden att sträva efter att minska energiåtgången under bruksskedet. Här har fastighetsägarens energipris visserligen en stor påverkan på slutresultatet. Hade ett snitt tagits för hur det ser ut i Sverige eller på någon annan plats i

landet hade resultatet kunna se väldigt annorlunda ut. Här finns det stora möjligheter att studera vidare hur det skulle kunna fungera för att möjliggöra miljöcertifieringar av mindre fritidshus som detta. Det kanske finns någon annan miljöcertifiering än FEBY guld som är bättre lämpad att använda sig av vid sådana här projekt som kan uppmuntra till mer energieffektiva byggnationer.

6 Slutsats

Slutsatser som kan dras efter att ha genomfört detta arbete är många, framför allt att det krävs en hel del för att lyckas med en miljöcertifiering enligt FEBY guld. Kriterierna är framför allt anpassade för större byggnader och tas beslutet att bygga en eluppvärmd byggnad blir det ännu tuffare, med andra ord är det inte endast klimatskärmens förmåga att inte leda ut värme som tas i beaktning.

Vid beräkningar för hus A insågs att den årliga energiförbrukningen, trots ett relativt billigt elpris, innebar ett relativt stor kostnad jämfört med byggkostnaderna för isoleringslagren. Uppvärmningskostnaden som uppgick till knappt 208 000 kr är ungefär tre gånger så mycket som byggnadskostnaderna på ca 68 000 kr.

Med ett annat elpris i framtiden, som mest troligt kommer bli högre, blir uppvärmningskostnaderna ännu större och påverkar slutresultatet ännu mer. Att byggnaden inte beräknas vara uppvärmd under hela året innebär även det att för att liknande hus med annan användning kan uppvärmningskostnaderna stå för en ännu större del. Redan här insåg jag att det finns mycket pengar att spara om man kan minska uppvärmningskostnaderna under byggnadens livslängd.

Under jämförelsen med hus C fick jag det svart på vitt att tilläggsisolering verkligen kan spara mycket pengar i det långa loppet. Med en extra byggnadskostnad på 27 000 kr, sparar man totalt sett under 50 år 32 000 kr för just denna byggnad. För en större byggnad med en större andel användning under året finns det givetvis ännu mer pengar att spara genom att minska på uppvärmningsbehovet. Sedan är det svårt att värdera hur

lönsamt det egentligen är med tanke på att de extra 27 000 kr vid byggnationen annars hade kunnat investerats i något annat som möjligen hade haft en större avkastning än drygt 100 % på 50 år. Att det teoretiskt är mer lönsamt att bygga enligt hus C är det ingen tvekan om. Att elpris, användningsgrad och årsmedeltemperaturen spelar stor roll och är unikt för varje byggnad har förstärkt min uppfattning om att man vid lönsamhetsberäkningar måste utgå från just sina specifika förutsättningar. Studien har också visat hur svårt det är att miljöcertifiera en såhär liten byggnad enligt FEBY guld, men att det trots allt är lönsamt att komma en liten bit på vägen.

6.1 Förslag till fortsatta studier

Utifrån den kunskap som samlats under arbetet med denna uppsats hade jag gärna sett fortsatta studier om hur fritidshus skulle kunna miljöcertifieras för att uppmuntra till energieffektivt byggande och även hur det kostnadsmässigt skulle kunna vara lönsamt för byggherren. Alltså undersöka vilka åtgärder som är direkt lönsamma ekonomiskt för fritidshus och på ett enkelt sett sammanställa det för att även privatpersoner utan specifik utbildning ska kunna förstå resultatet. Detta skulle kräva att större skillnader görs mellan konstruktionerna vilket samtidigt innebär att det blir fler parametrar för byggherren att ta i beaktning än endast de ekonomiska. Frågan är hur privatpersoner väljer att prioritera mellan stora fönsterpartier med fin utsikt och en energieffektiv byggnad

7 Litteraturförteckning

1. **Hus.se.** Den bortglömda klimatpåverkan från byggprocessen. [Online] [Citat: den 2 maj 2022.] https://www.hus.se/nyheter/byggprocessens-miljopaverkan/.

2. **Petersson, Bengt-Åke.** *Tillämpad byggnadsfysik.* u.o. : Studentlitteratur, 2018. 978-91-44-12393-6.

3. **Boverket.** Detta gäller för attefallshus. [Online] 2021. [Citat: den 2 maj 2022.] https://www.boverket.se/sv/byggande/bygga-nytt-om-eller-till/bygga-utan-bygglov/attefallshus/.

4. —. Attefallshus. [Online] 2021. [Citat: den 2 maj 2022.] https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/anmalningsplikt/bygglovbefriade-atgarder/attefallshus/.

5. **Attefallshus.se.** Attefallshus statistik. [Online] 2020. [Citat: den 2 maj 2022.] https://www.attefallshus.se/statistik/.

6. **Boverket.** Boverkets byggregler (2011:6). [Online] 2020. [Citat: den 3 maj 2022.] https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf.

7. —. Krav fritidshus. [Online] 2022. [Citat: den 3 maj 2022.] https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/krav-pa-byggnadsverk-tomter-mm/byggnadsverk/fritidshus/.

8. **Sweden Green Building Council.** Statistik. [Online] [Citat: den 12 maj 2022.] https://extranet.sgbc.se/statistik.

9. —. Miljöbyggnad. [Online] [Citat: den 12 maj 2022.] https://www.sgbc.se/certifiering/miljobyggnad/.

10. **Forum för Energieffektivt Byggande.** [Online] [Citat: den 12 maj 2022.] https://www.feby.se/Kriterier.

11. **Sandberg, Eje och Eek, Hans.** Varför FEBY18? [Online] den 30 oktober 2017. [Citat: den 12 maj 2022.] https://www.feby.se/files/2019-01/1548065597_varfoer-feby18.pdf.

12. **SMHI.** smhi.se. *Dataserier med normalvärden för perioden 1991-2020.* [Online] https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.167816!/Normal-temp-1991-2020.xlsx.

Bilagor

Bilaga 1

Projekt: Hus A

Konstruktion: yttertak
Ursprungskonstruktion: Egen konstruktion: Snedtak

Påslag avseende oavsiktliga springor: 0,000 W/m²K
Påslag för ouppvärmt utrymme utanför 0,000 m²K/W
Total tjocklek: 304 mm

U-värde: **0,170 W/m²K**

Skikt	Typ	Material	Tjocklek (mm)	W/mK	Material (regel)	% (regel)	W/mK (regel)	m²K/W
1	H	Gipsskiva, Gyproc GPL Planum el. likv.	13	0,250				0,052
2	KR	ISOVER Träregelskiva 35 c450	45	0,035	Träreglar	14	0,140	0,905
3	H	ISOVER Vario Xtra - Variabel ångbroms inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
4	R	ISOVER Träregelskiva 35 c450	220	0,035	Träreglar	14	0,140	4,427
5	H	Trä	23	0,140				0,164
6	H	Underlagspapp	1	0,000				0,000
7	H	Tätskikt	1	0,000				0,000

Saint-Gobain Sweden AB ("ISOVER") lämnar inte några löften med avseende på information eller övrigt innehåll i detta dokument. ISOVER gör exempelvis inga åtaganden med avseende på beräkningar, ritningar eller andra lösningar i detta dokument som Du skapat genom att använda Programmet U-värdesberäknaren ("Programmet"), vare sig vad gäller deras tillförlitlighet, resultat eller förmåga att uppfylla Dina behov. ISOVER tillhandahåller Programmet i befintligt skick och tar inte något ansvar för att den information som presenteras i Programmet eller detta dokument är korrekt.

Skapad 2022-05-12 22:36:43 av:

Figur 1: U-värdesberäkning yttertak hus A

Bilaga 2

Projekt: Hus A

Konstruktion: yttervägg
Ursprungskonstruktion: Egen konstruktion: Ytterväggar

Påslag avseende oavsiktliga springor: 0,000 W/m²K
Total tjocklek: 260 mm

U-värde: **0,193 W/m²K**

Skikt	Typ	Material	Tjocklek (mm)	W/mK	Material (regel)	% (regel)	W/mK (regel)	m²K/W
1	H	Standardgipsskiva, Gyproc Normal (GN)	13	0,250				0,052
2	KR	ISOVER Träregelskiva 35 c450	45	0,035	Träreglar	14	0,140	0,905
3	H	ISOVER Vario Xtra - Variabel ångbroms inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
4	R	ISOVER Träregelskiva 35 c600	120	0,035	Träreglar	12	0,140	2,521
5	H	ISOVER VEMPRO Vindskydd inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
6	H	ISOVER Fasadskiva 30	30	0,030				1,000
7	L	Luftspalt, horisontella spikreglar	28	0,000				0,090
8	H	Ventilerad träpanel	22	0,140				0,157

Saint-Gobain Sweden AB ("ISOVER") lämnar inte några löften med avseende på information eller övrigt innehåll i detta dokument. ISOVER gör exempelvis inga åtaganden med avseende på beräkningar, ritningar eller andra lösningar i detta dokument som Du skapat genom att använda Programmet U-värdesberäknaren ("Programmet"), vare sig vad gäller deras tillförlitlighet, resultat eller förmåga att uppfylla Dina behov. ISOVER tillhandahåller Programmet i befintligt skick och tar inte något ansvar för att den information som presenteras i Programmet eller detta dokument är korrekt.

Skapad 2022-05-12 22:36:43 av:

Figur 2: U-värdesberäkning för yttervägg hus A

Bilaga 3

Projekt: Hus A

Konstruktion: bjälklag
Ursprungskonstruktion: Egen konstruktion: Grund och källare

Påslag avseende oavsiktliga springor: 0,000 W/m²K
Total tjocklek: 163 mm

U-värde: **0,352 W/m²K**

Skikt	Typ	Material	Tjocklek (mm)	W/mK	Material (regel)	% (regel)	W/mK (regel)	m²K/W
1	H	Trä	20	0,140				0,143
2	H	Golvspånskiva	22	0,180				0,122
3	H	ISOVER VEMPRO Vindskydd inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
4	R	ISOVER Träregelskiva 35 c600	120	0,035	Träreglar	12	0,140	2,521

Saint-Gobain Sweden AB ("ISOVER") lämnar inte några löften med avseende på information eller övrigt innehåll i detta dokument. ISOVER gör exempelvis inga åtaganden med avseende på beräkningar, ritningar eller andra lösningar i detta dokument som Du skapat genom att använda Programmet U-värdesberäknaren ("Programmet"), vare sig vad gäller deras tillförlitlighet, resultat eller förmåga att uppfylla Dina behov. ISOVER tillhandahåller Programmet i befintligt skick och tar inte något ansvar för att den information som presenteras i Programmet eller detta dokument är korrekt.

Skapad 2022-05-12 22:36:43 av:

Figur 3: U-värdesberäkning bottenbjälklag hus A

Bilaga 4

Projekt: exjobb passiv

Konstruktion: yttervägg Passiv extrem

Ursprungskonstruktion: Egen konstruktion: Ytterväggar

Påslag avseende oavsiktliga springor: 0,000 W/m²K

Total tjocklek: 2 610 mm

U-värde: **0,013 W/m²K**

Skikt	Typ	Material	Tjocklek (mm)	W/mK	Material (regel)	% (regel)	W/mK (regel)	m²K/W
1	H	Standardgipsskiva, Gyproc Normal (GN)	13	0,250				0,052
2	KR	ISOVER Träregelskiva 35 c450	45	0,035	Träreglar	14	0,140	0,905
3	H	ISOVER Vario Xtra - Variabel ångbroms inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
4	R	ISOVER Träregelskiva 35 c600	120	0,035	Träreglar	12	0,140	2,521
5	H	ISOVER VEMPRO Vindskydd inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
6	SR	ISOVER Träregelskiva 35 c600	220	0,035	Träreglar	12	0,140	4,622
7	SR	ISOVER Träregelskiva 35 c600	220	0,035	Träreglar	12	0,140	4,622
8	SR	ISOVER Träregelskiva 35 c600	220	0,035	Träreglar	12	0,140	4,622
9	SR	ISOVER Träregelskiva 35 c600	220	0,035	Träreglar	12	0,140	4,622
10	H	ISOVER Fasadskiva 30	1000	0,030				33,333
11	H	ISOVER Fasadskiva 30	500	0,030				16,667
12	L	Luftspalt, horisontella spikreglar	28	0,000				0,090
13	H	Ventilerad träpanel	22	0,140				0,157

Saint-Gobain Sweden AB ("ISOVER") lämnar inte några löften med avseende på information eller övrigt innehåll i detta dokument. ISOVER gör exempelvis inga åtaganden med avseende på beräkningar, ritningar eller andra lösningar i detta dokument som Du skapat genom att använda Programmet U-värdesberäknaren ("Programmet"), vare sig vad gäller deras tillförlitlighet, resultat eller förmåga att uppfylla Dina behov. ISOVER tillhandahåller Programmet i befintligt skick och tar inte något ansvar för att den information som presenteras i Programmet eller detta dokument är korrekt.

Skapad 2022-05-20 10:49:27 av:

Figur 4: U-värdesberäkning exempel yttervägg hus B

Bilaga 5

Projekt: Hus C

Konstruktion: yttertak hus C

Ursprungskonstruktion: Egen konstruktion: Snedtak

Påslag avseende oavsiktliga springor: 0,000 W/m²K

Påslag för ouppvärmt utrymme utanför 0,000 m²K/W

Total tjocklek: 399 mm

U-värde: **0,130 W/m²K**

Skikt	Typ	Material	Tjocklek (mm)	W/mK	Material (regel)	% (regel)	W/mK (regel)	m²K/W
1	H	Gipsskiva, Gyproc GPL Planum el. likv.	13	0,250				0,052
2	KR	ISOVER Träregelskiva 35 c450	45	0,035	Träreglar	14	0,140	0,905
3	H	ISOVER Vario Xtra - Variabel ångbroms inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
4	R	ISOVER Träregelskiva 35 c450	220	0,035	Träreglar	14	0,140	4,427
5	SR	ISOVER UNI-skiva 35 (Träregelskiva c600/c1200)	95	0,035	Träreglar	12	0,140	1,996
6	H	Trä	23	0,140				0,164
7	H	Underlagspapp	1	0,000				0,000
8	H	Tätskikt	1	0,000				0,000

Saint-Gobain Sweden AB ("ISOVER") lämnar inte några löften med avseende på information eller övrigt innehåll i detta dokument. ISOVER gör exempelvis inga åtaganden med avseende på beräkningar, ritningar eller andra lösningar i detta dokument som Du skapat genom att använda Programmet U-värdesberäknaren ("Programmet"), vare sig vad gäller deras tillförlitlighet, resultat eller förmåga att uppfylla Dina behov. ISOVER tillhandahåller Programmet i befintligt skick och tar inte något ansvar för att den information som presenteras i Programmet eller detta dokument är korrekt.

Skapad 2022-05-24 14:22:58 av:

Figur 5: U-värdesberäkning yttertak hus C

Bilaga 6

Projekt: Hus C

Konstruktion: yttervägg hus C
Ursprungskonstruktion: Egen konstruktion: Ytterväggar

Påslag avseende oavsiktliga springor: 0,000 W/m²K
Total tjocklek: 335 mm

U-värde: **0,134 W/m²K**

Skikt	Typ	Material	Tjocklek (mm)	W/mK	Material (regel)	% (regel)	W/mK (regel)	m²K/W
1	H	Standardgipsskiva, Gyproc Normal (GN)	13	0,250				0,052
2	KR	ISOVER Träregelskiva 35 c450	45	0,035	Träreglar	14	0,140	0,905
3	H	ISOVER Vario Xtra - Variabel ångbroms inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
4	R	ISOVER Träregelskiva 35 c600	145	0,035	Träreglar	12	0,140	3,046
5	H	ISOVER VEMPRO Vindskydd inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
6	H	ISOVER Fasadskiva 30	80	0,030				2,667
7	L	Luftspalt, horisontella spikreglar	28	0,000				0,090
8	H	Ventilerad träpanel	22	0,140				0,157

Saint-Gobain Sweden AB ("ISOVER") lämnar inte några löften med avseende på information eller övrigt innehåll i detta dokument. ISOVER gör exempelvis inga åtaganden med avseende på beräkningar, ritningar eller andra lösningar i detta dokument som Du skapat genom att använda Programmet U-värdesberäknaren ("Programmet"), vare sig vad gäller deras tillförlitlighet, resultat eller förmåga att uppfylla Dina behov. ISOVER tillhandahåller Programmet i befintligt skick och tar inte något ansvar för att den information som presenteras i Programmet eller detta dokument är korrekt.

Skapad 2022-05-24 14:15:03 av:

Figur 6: U-värdesberäkning yttervägg hus C

Bilaga 7

Projekt: Hus C

Konstruktion: bjälklag hus C
Ursprungskonstruktion: Egen konstruktion: Grund och källare

Påslag avseende oavsiktliga springor: 0,000 W/m²K
Total tjocklek: 258 mm

U-värde: **0,177 W/m²K**

Skikt	Typ	Material	Tjocklek (mm)	W/mK	Material (regel)	% (regel)	W/mK (regel)	m²K/W
1	H	Trä	20	0,140				0,143
2	H	Golvspånskiva	22	0,180				0,122
3	H	ISOVER VEMPRO Vindskydd inkl. tätningstillbehör	1	0,000				0,000
4	R	ISOVER Träregelskiva 35 c600	120	0,035	Träreglar	12	0,140	2,521
5	H	ISOVER Bjälklagsskiva P 36	95	0,036				2,639

Saint-Gobain Sweden AB ("ISOVER") lämnar inte några löften med avseende på information eller övrigt innehåll i detta dokument. ISOVER gör exempelvis inga åtaganden med avseende på beräkningar, ritningar eller andra lösningar i detta dokument som Du skapat genom att använda Programmet U-värdesberäknaren ("Programmet"), vare sig vad gäller deras tillförlitlighet, resultat eller förmåga att uppfylla Dina behov. ISOVER tillhandahåller Programmet i befintligt skick och tar inte något ansvar för att den information som presenteras i Programmet eller detta dokument är korrekt.

Skapad 2022-05-20 11:39:56 av:

Figur 7: U-värdesberäkning bjälklag hus C

Bilaga 8

Snözon Grövelsjön S0, kN/m2	3,5	si noll, snö	0,8	
Partialkoefficient k-virke	1,3	kvalitet	C24	
CC-avstånd, i m	0,45	fmk	24	
egentyngd, gk, kN/m2	0,7	fvk	4	
kmod	0,8	bredd	45	
klimatklass	2	kcr	0,75	
lastvaraktighet	medel			
säkerhetsklass 2	0,91			
formfaktor tak	0,8			
längd i m	4			
Snölast, Sk, Kn/m2	2,8			
lastnedräkning, 6,10a	1,7628975			
lastnedräkning 6.10b	2,06388	dimensionerande	2,06388	
Dim böjmoment, Med	4,12776			
Dim tvärkraft, Ned	4,12776			
stagad?	JA			
Dim hållfasthet				
fmd	14,76923077			
fvd	2,461538462			
dim böjkapacitet, Mrd=fmd*W				
h erforderligt i mm	193,0401513			
dim tvärkapacitet, Vrd=A*fvd/1,5				
h erforderligt i mm	74,529	avgörande h--->	194	väljer 45x220

Figur 8: Dimensioneringsberäkningar takåsar

Bilaga 9

Kmod	0,8	C24	Stagad	nyttig last qk, kn/m2	2	SI noll	0,7
partialkoefficient Ym	1,3	fc,0,k	21	egentyngd tak+bjlk, kN/m2	1,2		
Längd i m	3700	E0,05	7400	snölast, Sk, kN/m2	2,8	SI noll	0,8
bredd i m	45	Beta,c	0,2	lastbredd i meter	2		
höjd i meter	120	sääkerhetsklass 2	0,91				
cc avstånd i meter	0,6						
belastande kraft per m, kN							
lastberäkning, 6.10a	7,73136						
6.10b, nyttig huvudlast	8,5176	dim Ned	8,5176				
6.10b, snölast huvudlast	8,45208						
Tryckkraft per regel, kN	8,5176						
dim tryckhållfasthet, fc,0,d, Mpa	12,9230769						
slankhet	106,8098						
relativt slankhetstal	1,81115248	över 0,3					
k värde	2,29125191						
kc värde	0,2706607						
erforderlig höjd, i mm	54,1144937						
Bärförmåga, Nc,0,Rd, i Newton	18887,9527	ger i kN	18,9				
		vilket är mer än belastande kraft			OK!		

Figur 9: Dimensioneringsberäkningar ytterväggar

Bilaga 10

Golvåsar, regel mitt under hus		C24			
cc avstånd i meter	0,6	fmk	24		
partialkoeffeicient Ym	1,3	fvk	4		
kmod	0,8	bredd, mm	45		
egentyngd, kN/m2	0,5	kcr	0,75		
Längd i meter	2	säkerhetsklass 2	0,91		
Nyttig last, kN/m2	2	SI noll	0,7		
lastnedräkning, 6.10a	1,51515				
lastnedräkning, 6.10b	1,9656	dim last i kN/m	1,9656		
Dim böjmoment, Med, kNm	0,9828				
Dim, tvärkraft, Ned, kN	1,9656				
Dim hållfasthet, fmd	14,7692308				
Dim hållfasthet, fvd	2,46153846				
stagad JA					
dim böjkapacitet, Mrd=fmd*W					
h erforderligt i mm	94,1939489				
dim tvärkapacitet, Vrd=A*fvd/1,5					
h erforderligt i mm	35,49	avgörande h erf-->	95	väljer 45x120	

Figur 10: Dimensioneringsberäkningar golvåsar

Bilaga 11

u värde medel	0,268933	dim u-värde-->	0,3092729					
årsmedeltemp, Grövelsjön 1990-2020	0,7	väljer medel för 91-20		https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.167816!/Normal-temp-1991-2020.xlsx				
		gradtimmar						
Antal dagar 20 grader	70	32 424	totalt	Qt=(Um*Aom*tdeltaTår)/1000		4270,023878	kWh/år	
antal dagar 10 grader	295	65 844	98 268					
genomsnittligt elpris, kr/kWh	0,974							
				livsälngd i år	kostnad tot			
Q förluster, Qt kWh	4270	kostnad per år	4158,98	50	207949			
	tak	tak	vägg	vägg	vägg	golv		
kostnad reglar	45x220, 4,5n	45x45, löpmeter, c14	45x120, 3,7m	45x45, löpmeter, c14		45x120, cc600, 4,2m		TOTALT, reglar
antal alt, antal löpmeter	17	67,5	39	207		13		
pris styck/per rad	516,24	25,9	273	25,9		273		
pris	8776,08	1748,25	10647	5361,3		3549		30082
kostnad isolering	cc450, 220mm tjock, 0,035 u, 4m	cc 450, 45 mm tjock, 0,035 u, 7,5 m	cc600, 120 mm tjock, 0,035 u,	cc450, 45 mm tjock, 0,035 u, antal löpmeter	fsd, skv,30mm, kvm, 0,03 u	cc600, 120 mm tjock, u 0,035,		TOTALT, isolering
antal löpmeter	68	68	145	207	74	52		
antal kvadratmeter isolering	27,88	27,88	81,2	84,87	74	29,12		
pris styck/kvm	308,09	59,1	111	59,1	133,06	111		
	8589,5492	1647,708	9013,2	5015,817	9846,44	3232,32		37345
TOTAL kostnad, regler, isolering + el, jämförelsetal	275376							

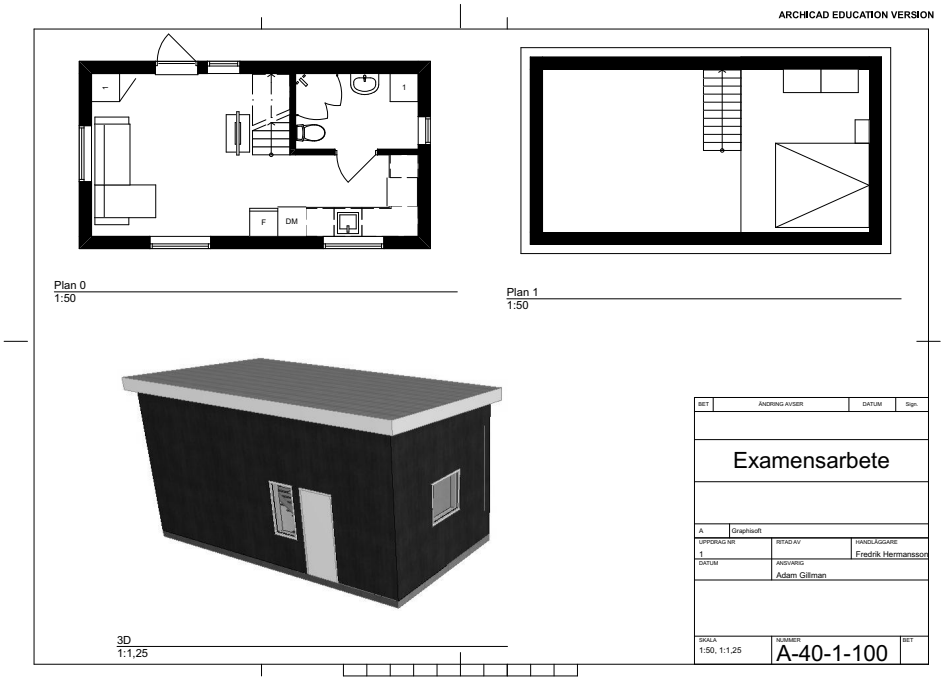
Figur 11: Kostnadsberäkningar hus A

Bilaga 12

u värde medel	0,1921355	dim u-värde-->	0,220955843							
årsmedeltemp, Grövelsjön 1990-2020	0,7	väljer medel för 91-20		https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.167816!/Normal-temp-1991-2020.xlsx						
		antal gradtimmar			transmissionsförluster					
Antal dagar 20 grader	70	32 424	totalt gradtimmar	Qt=(Um*Aom*tdeltaTår)/1000						
antal dagar 10 grader	295	65 844	98 268		3050,66088	kWh/år				
genomsnittligt elpris, kr/kWh	0,974									
				livslängd i år	kostnad totalt					
Q förluster, Qt kWh	3051	kostnad per år	2971,674	50	148584					
	tak	tak	tak	vägg	vägg	vägg	golv	golv		
kostnad reglar	45x220, 4,5m, cc450	45x45, löpmeter, c14, cc450	45x95, c14, cc600, löpmeter	45x145, 3,7m	45x45, löpmeter, c14		45x120, cc600, 4,2m			TOTALT, reglar
antal alt, antal löpmeter	17	67,5	60	39	207		13			
pris styck/per rad	516,24	25,9	47,6	332	25,9		273			
pris	8776,08	1748,25	2856	12948	5361,3		3549			35239
kostnad isolering	220mm tjock, 0,035 u, 4m	cc 450, 45 mm tjock, 0,035 u, 7,5 m	cc600, 95 mm tjockt, 0,035 i u-värde	cc600, 120 mm tjock, 0,035 u,	mm tjock, 0,035 u, antal löpmeter	fsd, skv, 80 mm, kvm, 0,03 u	cc600, 120 mm tjock, u 0,035,	bjälklagsskiva, 95 mm, u-värde 0,036, kvm		TOTALT, isolering
antal löpmeter/kvm	68	68	52,5	145	207	74	52	30		
antal kvadratmeter isolering	27,88	27,88	29,4	81,2	84,87	74	29,12	30		
pris styck/kvm	308,09	59,1	86	123	59,1	345	111	78,04		
	8589,5492	1647,708	2528,4	9987,6	5015,817	25530	3232,32	2341,2		58873
TOTAL kostnad, regler, isolering + el, jämförelsetal	242696									

Figur 12: Kostnadsberäkningar hus C

Bilaga 13



Figur 13: Modell av byggnaden från Archicad