

Energieffektivisering av ett bostadshus uppfört år 1882

Jonathan Axén

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildning i byggnads- och samhällsteknik

Raseborg 2023

EXAMENSARBETE

Författare: Jonathan Axén

Utbildning och ort: Utbildning i byggnads- och samhällsteknik, ingenjör (YH), Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering

Handledare: Towe Andersson

Titel: Energieffektivisering av ett bostadshus uppfört år 1882

Datum: 25.03.2023

Sidantal: 66

Bilagor: 27

Abstrakt

Med tanke på den nuvarande energibristen är energieffektivisering av gamla byggnader högst aktuellt. Ur både ekologiskt och ekonomiskt perspektiv är det viktigare att effektivisera uppvärmningen och minska energisvinnet. Syftet med examensarbetet är att undersöka vilka åtgärder som kan göras för att förbättra energiprestandan i en byggnad uppförd i slutet av 1800-talet, utan att förstöra dess karaktär.

För examensarbetet används ett exempelobjekt för att presentera hur en energieffektivisering kan genomföras. Byggnadens klimatskärm analyseras och det utförs nya plan- och konstruktionsritningar med hjälp av nytagna mätningar vid exempelobjektet. Utifrån ritningarna utförs U-värdesberäkningar för varje konstruktionsdel. Husets uppvärmningssystem ses över och jämförelse med andra uppvärmningssystem görs.

Utifrån analysen av byggnaden presenteras åtgärdsförslag med syftet att energieffektivisera byggnaden. Platser där värmeförlusterna är störst prioriteras då åtgärdsförslag presenteras. För husets uppvärmningssystem diskuteras den bästa lösningen för att säkerställa att husets uppvärmningssystem fortsättningsvis ska vara ändamålsenligt.

I examensarbetets slutdiskussion presenteras byggnadens nuvarande värmeförluster och hur mycket de kan minskas med hjälp av åtgärdsförslagen.

Språk: svenska

Nyckelord: energieffektivisering, kulturvärde, uppvärmningssystem, U-värde, värmeförlust

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jonathan Axén

Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK), Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennesuunnittelu

Ohjaaja(t): Towe Andersson

Nimike: Vuonna 1882 rakennetun asuinrakennuksen energiatehokkuuden parantaminen

Päivämäärä: 25.03.2023 Sivumäärä: 66

Liitteet: 27

Tiivistelmä

Nykyisen energiapulan vuoksi vanhojen rakennusten energiatehokkuus on erittäin tärkeää. Sekä ekologisesta että taloudellisesta näkökulmasta tärkeämpää on tehostaa lämmitystä ja vähentää energiahukkaa. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millä toimenpiteillä voidaan parantaa 1800-luvun lopulla rakennetun rakennuksen energiatehokkuutta tuhoamatta sen luonnetta.

Opinnäytetyössä esimerkkikohteen avulla esitetään, miten energiatehokkuutta voidaan toteuttaa. Rakennuksen rakennusvaippa analysoidaan ja uudet suunnitelmat ja rakennuspiirustukset tehdään esimerkkikohteessa äskettäin otetuilla mittauksilla. Piirustusten perusteella jokaiselle rakenneosalle tehdään U-arvolaskelmat. Talon lämmitysjärjestelmä käydään läpi ja sitä verrataan muihin lämmitysjärjestelmiin.

Rakennuksen analyysin perusteella esitetään toimenpide-ehtotuksia rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. Toimenpide-ehtotuksia esitettäessä asetetaan etusijalle paikat, joissa lämpöhäviöt ovat suurimmat. Työssä käsitellään lämmitysjärjestelmälle parhaita ratkaisuja, joilla varmistetaan talon lämmitysjärjestelmän toimivuus jatkossakin.

Opinnäytetyön loppukeskustelussa esitetään rakennuksen tämänhetkiset lämpöhäviöt ja kuinka paljon niitä voidaan vähentää opinnäytetyössä ehdotettujen toimenpiteiden avulla.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: energiatehokkuus, kulttuuriarvo, lämmitysjärjestelmä, U-arvo, lämpöhäviö

BACHELOR'S THESIS

Author: Jonathan Axén

Degree Programme: Civil and Construction Engineering

Specialisation: Structural Design

Supervisor(s): Towe Andersson

Title: Energy Efficiency Improvement of a Residential Building Built in 1882

Date: 25.03.2023

Number of pages: 66

Appendices: 27

Abstract

Considering the current energy shortage, the energy efficiency of old buildings is highly relevant. From both an ecological and economic perspective, it is important to make heating more efficient and reduce energy waste. The aim of the thesis was to investigate what measures could be taken to improve the energy performance of a building constructed at the end of the 19th century, without destroying its character.

For the degree project, an example object was used to present how energy efficiency could be implemented. The building's shell is analysed, and new plans and construction drawings were carried out using newly taken measurements of the example object. Based on the drawings, U-value calculations were carried out for each structural part. The house's heating system was reviewed, and comparisons were made with other heating systems.

Based on the analysis of the building, action proposals were presented with the aim of making the building more energy efficient. Places where the heat losses were greatest were prioritized when proposals for measures were presented. For the heating system of the house, the best solution was discussed to ensure that the house's heating system will continue to be effective.

In the final discussion of the degree project, the building's current heat losses were presented and how much they could be reduced with the help of the proposed measures in the degree project.

Language: Swedish

Key words: energy efficiency, cultural value, heating system, U-value, heat loss

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte och frågeställningar.....	2
1.2	Avgränsningar	2
2	Metod.....	3
3	Energieffektivisering.....	4
3.1	Energieffektivisering för byggnader med kulturvärde.....	5
3.2	Lagar och krav för renoveringsarbeten.....	6
3.2.1	God byggnadssed.....	8
3.3	Krav för konstruktioner.....	8
3.3.1	U-värde	9
3.3.2	D.O.F. beräkningsprogram	10
4	Åtgärder för energieffektivisering.....	11
4.1	Tilläggsisolering.....	11
4.1.1	Tilläggsisolering av ett hus med självdragsventilation	12
4.1.2	Tilläggsisolera vägg invändigt eller utvändigt	12
4.2	Fönster och dörrar.....	13
4.3	Uppvärmningssystem.....	15
4.3.1	Berg- och jordvärme.....	16
4.3.2	Luft/vatten- värmepump.....	18
4.3.3	Eluppvärmning.....	19
4.3.4	Solenergi	20
4.3.5	Uppvärmning med ved	21
5	Exempelobjekt Gallas.....	22
5.1	Historia.....	24
5.2	Konstruktionsdelar.....	26
5.2.1	Golv	26
5.2.2	Väggar	32
5.2.3	Tak.....	40
5.2.4	Fönster och dörrar	43
5.3	Nuvarande uppvärmningssystem.....	52
6	Åtgärdsförslag för exempelobjektet	54
6.1	För konstruktionsdelarna.....	54
6.1.1	Golv	55
6.1.2	Väggar	57
6.1.3	Tak.....	58
6.1.4	Fönster och dörrar	59
6.2	Åtgärdsförslag för uppvärmningssystemet	60

7	Sammanfattande slutdiskussion	62
	Källor	64

Figurförteckning

Figur 1. Bilden visar hur stor procentuell mängd värmeförluster det är i de olika konstruktionsdelarna. (Energimyndigheten, 2022)	5
Figur 2. Förbrukning av uppvärmningsenergi efter energikälla, i bostadsbyggnader. (Statistikcentralen, 2021).....	16
Figur 3. Hur bergvärmens installationsslangar installeras (till vänster). (Thermia, u.d.).....	17
Figur 4. Hur jordvärmens installationsslangar installeras (till höger). (Thermia, u.d.)	17
Figur 5. Bilden visar luft/vatten - värmepumpens installations princip. (Thermia, u.d.)	
Figur 6. Bilden visar luft/luft - värmepumpens installations princip. (Thermia värmepumpar, u.d.).....	19
Figur 7. Biobränsleanläggning sammankopplad med solpaneler. 1 solpanel, 2 panna, 3 el patron, 4 ackumulatortank, 5 radiator, 6 kall vatten in. (Reinerdahl, 2017)	21
Figur 8. Bild på exempelobjektets framsida. (Axén, 2023)	22
Figur 9. Den äldsta bevarade bilden av byggnaden tagen sommaren 1921. (Houtskärs lokalhistoriska arkiv, 2015).....	22
Figur 10. Princip bild över hur en traditionell mullbänk ser ut. (Hålla hus, u.d.).....	23
Figur 11. Flygfoto över Gallas, taget 1961. (Axén, 2023)	24
Figur 12. Flygfoto över Gallas, taget 1987. (Axén, 2023)	25
Figur 13. Markerade golv på planritning, våning 1. (Axén, 2023).....	26
Figur 14. Golvets uppbyggnad UB 1. (Axén, 2023).....	27
Figur 15. Golvets uppbyggnad UB 2. (Axén, 2023).....	28
Figur 16. Golvets uppbyggnad UB 3. (Axén, 2023).....	29
Figur 17. Golvets uppbyggnad UB 3.1. (Axén, 2023)	30
Figur 18. Golvets uppbyggnad UB 4. (Axén, 2023).....	31
Figur 19. Markerade väggar på planritning, våning 1. (Axén, 2023).....	32
Figur 20. Markerade väggar på planritning, våning 2. (Axén, 2023).....	33
Figur 21. Väggens uppbyggnad YV 1. (Axén, 2023).....	34
Figur 22. Väggens uppbyggnad YV 2. (Axén, 2023).....	35
Figur 23. Väggens uppbyggnad YV 3. (Axén, 2023).....	36
Figur 24. Väggens uppbyggnad YV 4. (Axén, 2023).....	37
Figur 25. Väggens uppbyggnad YV 5. (Axén, 2023).....	38
Figur 26. Väggens uppbyggnad YV 6. (Axén, 2023).....	39
Figur 27. Markerade tak på planritning, våning 1. (Axén, 2023)	40
Figur 28. Markerade tak på planritning, våning 2. (Axén, 2023)	40
Figur 29. Takets uppbyggnad ÖB 1. (Axén, 2023)	41
Figur 30. Takets uppbyggnad ÖB 2. (Axén, 2023)	42
Figur 31. Bild utifrån på ett av de äldsta fönstren på första våningen. (Axén, 2023) ..	43
Figur 32 och figur 33. De gamla och ihop tryckta tätninglisterna i första våningens fönster.	44
Figur 34. Bild inifrån av fönster typ 1. (Axén, 2023)	45
Figur 35. Bild inifrån av fönster typ 2. (Axén, 2023)	46
Figur 36. Bild inifrån av fönster typ 3. (Axén, 2023)	47
Figur 37. Bild inifrån av fönster typ 4. (Axén, 2023)	48
Figur 38. Bild inifrån av fönster typ 5. (Axén, 2023)	49
Figur 39. Bild inifrån av fönster typ 5. (Axén, 2023)	50
Figur 40. Bild inifrån av dörr typ 1. (Axén, 2023).....	51
Figur 41. Kaminen i salen (vänster). (Axén, 2023).....	53

Figur 42. Spisen i köket (höger). (Axén, 2023)	53
Figur 43. Totala värmeförluster vid utförande av de olika åtgärderna. (Axén, 2023)	63

1 Inledning

Med tanke på den nuvarande energibristen blir energieffektivisering av gamla byggnader alltmer aktuellt. Ur både ett ekologiskt och ett ekonomiskt perspektiv blir det viktigare att effektivisera uppvärmningen och minska energisvinnet. Energieffektivisering av byggnader är även en viktig del av arbetet mot klimatförändringen. Människans miljöpåverkan kan minskas genom insatser för att spara energi och genom att använda den energi som finns så smart som möjligt. Med tanke på att energipriset har stigit rejält den senaste tiden kan gemene man spara pengar genom att undvika onödiga energikostnader. Energieffektivisering av byggnader främjar både den enskilda individens ekonomi och miljön.

Inför vintern 2022–2023 har det varslats om energibrist. Finlands invånare kan vara tvungna att klara sig utan el och värme under vissa tider av dygnet ifall det blir en väldigt kall vinter. Detta eftersom Finland och andra länder slutade köpa in energi från Ryssland efter invasionen av Ukraina. Energitillgången kan komma att bli ett problem ifall det blir en väldigt kall vinter och Finlands egna energikällor inte räcker till. (Schauman, 2022)

Som läget ser ut i oktober 2022 har Finlands invånare lyckats sänka sin energianvändning med 8 %, jämfört med år 2021. Behovet att spara energi upphör i maj när vädret blir varmare. Finländare uppmanas ändå att minska på onödigt användande av energi året om och på det sättet värna om miljön. (Karlsson, 2022)

Som grund för examensarbetet är behovet att energieffektivisera befintliga byggnader och samtidigt minska kostnaderna för att värma upp byggnaderna. Det väckte ett intresse hos mig att se över en byggnad som finns i min släkt, mitt barndomshem, där mina föräldrar bor. Byggnaden uppfördes i slutet av 1800-talet ute i skärgården på Houtskär. Byggnaden är i stort behov av energieffektivisering, eftersom det idag är svårt att hålla huset varmt, speciellt under kalla vinterdagar. Byggnaden kommer att användas som exempelobjekt för att presentera hur en energieffektivisering kan göras på ett gammalt bostadshus.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med examensarbetet är att undersöka vilka åtgärder som kan göras för att förbättra energiprestandan i en byggnad uppförd i slutet av 1800-talet, utan att förstöra dess karaktär.

Arbetet ska presentera platser där de största värmeförlusterna förekommer och presentera rimliga lösningar för att förebygga dem. Byggnadens uppvärmningssystem ses över och alternativa uppvärmningsmetoder jämförs.

Arbetets frågeställningar är följande:

- Vad bör man tänka på vid energieffektivisering av ett gammalt bostadshus?
- På vilket sätt kan en energieffektivisering genomföras på exempelobjektet?

1.2 Avgränsningar

Arbetet avgränsas enligt följande:

- Arbetet behandlar inte energieffektivisering för vitvaror, lampor, belysning och bruksenergi.
- Arbetet fokuserar endast på energieffektiviseringsåtgärder som är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt genomförbara.
- Arbetet behandlar inte ekonomiska kostnader för energieffektiviseringsreoveringar, som exempelvis kostnader för en tilläggsisolering.
- Arbetet behandlar inte uppvärmningssystem som drivs av kol, olja eller naturgas.

2 Metod

I arbetet används ett exempelobjekt för att tydliggöra hur en energieffektivisering kan göras. Exempelobjektets konstruktionsdelar analyseras och utifrån det görs nya ritningar som används för att göra beräkningar av U-värdet. Byggnadens nuvarande uppvärmningssystem jämförs med andra alternativ.

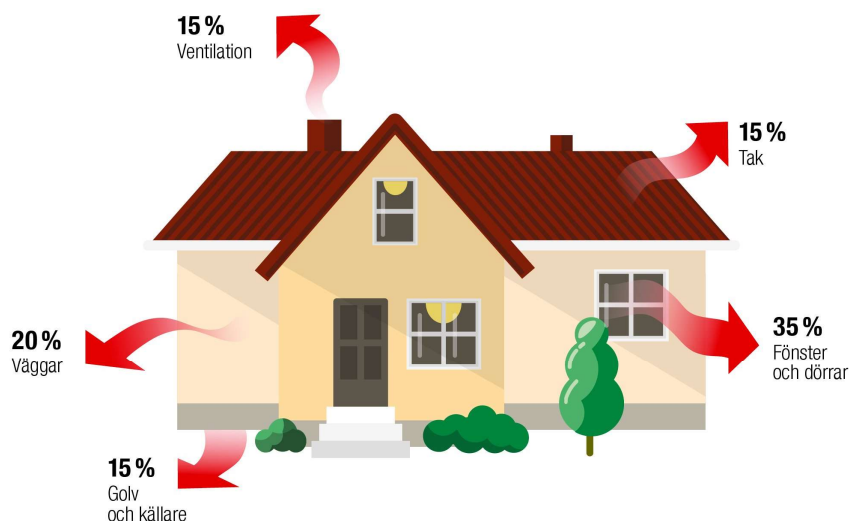
Arbetets litteraturkällor består av lagar och krav för renovering av byggnader. Information från webbplatser, hemsidor och böcker används för att undersöka på vilka sätt en energieffektivisering kan genomföras för exempelobjektet.

3 Energieffektivisering

Med tanke på den nuvarande energibristen samt de höga energipriserna är energieffektivisering av gamla byggnader aktuellt. Enligt Energimyndigheten (2022) kan energieffektivisering göras på två sätt, antingen genom att minska behovet av energi eller genom att effektivisera den befintliga energianvändningen. Energieffektivisering kan minska på energikostnader, bidra till bättre inomhusklimat och luftkvalitet samt minska ljudet av buller utifrån. Miljön påverkas av all energiproduktion i olika grad, därför främjar energieffektivisering också miljön.

I Finland finns en renoveringsstrategi vars mål är att mellan åren 2020 och 2050 göra de befintliga byggnaderna energi- och koldioxidsnåla. Målet för år 2035 är att Finland ska vara koldioxidneutralt. År 2050 ska Finland ha minskat koldioxidutsläppen med 90 % jämfört med år 2020. Nya byggnader som byggs efter år 2020 ska vara nära nollenergibyggnader, vilket innebär att husets energi ska komma från förnybara energikällor i hög grad och husen ska vara mycket energisnåla. Renoveringsstrategin för de befintliga byggnaderna är att man vid renovering ska förbättra energieffektiviteten så gott det går, enligt vad som är tekniskt och ekonomiskt möjligt. Att byta ut befintliga byggnaders uppvärmningssystem, från uppvärmning med fossila bränslen till uppvärmning med förnybara energikällor, leder också till ett koldioxidsnåla boende. (Miljöministeriet, 2020)

Det effektivaste sättet att minska energikostnader är att minska husets behov av uppvärmning. Statistikcentralen (2021) konstaterar att 64,3 % av vår energiförbrukning i hemmen går åt till att värma upp hus. Ytterligare 16,5 % av energin går åt till att värma upp bruksvattnet i hemmet. Sammantaget används mer än fyra femtedelar av energin till att värma upp hus och vatten i finländska hem. För att minska husets uppvärmningsbehov menar Energimyndigheten (2022) att det finns flera variabler att beakta, exempelvis: tilläggsisolering av golv, väggar och tak, samt byte till mera energieffektiva fönster och dörrar. Figur 1 nedan visar vilken procentuell mängd värme som försvinner genom de olika byggnadsdelarna.



Figur 1. Bilden visar hur stor procentuell mängd värmeförluster det är i de olika konstruktionsdelarna. (Energimyndigheten, 2022)

Alla uppvärmningsmetoder har sina för- och nackdelar. Byggnadens syfte och position kan ha betydelse i val av uppvärmningssystem. Det kan också vara värt att överväga att sammankoppla ett befintligt uppvärmningssystem med ett nytt system som använder sig av en förnybar energikälla. (Energimyndigheten, 2022). En byggnads värmekostnad kan även sänkas genom installation av ett ventilationssystem med värmeåtervinning (Swegon, u.d.).

3.1 Energieffektivisering för byggnader med kulturvärde

”Alla ändringar som utförs på byggnader, oavsett byggnadernas ålder eller användning, ska göras varsamt så att byggnadens karaktärsdrag och dess tekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden tas till vara.” (Spara och bevara, 2022)

Det har ansetts enklare att bygga nytt i stället för att renovera gamla hus. I de fall det inte går att få en bild av alla problemområden ett hus har kan det vara mer ekonomiskt fördelaktigt att riva huset och bygga ett helt nytt. Men det är inte alltid det billigaste alternativet då man ser på helheten. Då man beaktar miljöpåverkan är det sämre för miljön att tillverka ett helt nytt hus i stället för att renovera ett befintligt. Det finns även andra orsaker till att bevara en gammal byggnad i stället för att bygga nytt. Enligt Ikkala (2020) kan gamla byggnader återspegla bygdens historia och fungera som en bro mellan nutid och dåtid. Metsälä (2020) menar att desto flera renoveringar och ändringar som görs i ett gammalt hus, desto mer leder det till att huset förlorar sin karaktär och framtoning. Därför

ska man tänka på att respektera byggnadens karaktär, själ och ursprungliga användningsändamål och att man gör ändringar i dem varsamt.

Olika slags renoveringar kan påverka ett hus karaktärsdrag och kulturvärde, men vad menas med det? En byggnads karaktärsdrag handlar främst om byggnadens utseende; väggar och fasader, tak, husets fönster och dörrar samt alla dess delars material. Dessa är vad som utgör en byggnads estetiska och materiella karaktärsdrag. Förändring av en byggnads karaktärsdrag kan innebära olika saker. Tilläggsisolering av vägg utvändigt förändrar husets karaktär så att väggens fasad byggs ut, minskar husets takfot och ändrar byggnadens form. Även ett byte av fönster med sitt speciella gamla utseende inverkar på husets karaktär. Vid installation av solpaneler på taket kan byggnaden energieffektiviseras, men även det ändrar på byggnadens utseende. (Spara och bevara, 2022)

3.2 Lagar och krav för renoveringsarbeten

Vid både nybyggnation och renovering av byggnader finns det krav och lagar för byggnadernas energiprestanda som ska följas. År 2010 trädde EU-direktivet om byggnaders energiprestanda i kraft. År 2018 uppdaterades direktivet. Direktivets syfte är att förbättra byggnaders energiprestanda, minska behovet av energi och på det sättet minska koldioxidutsläppen. Direktivets krav är nu inarbetat i våra lagar i markanvändnings- och bygglagen vad gäller nybyggande och renoveringsarbeten. (Miljöministeriet, u.d.)

Nedan listas några av de lagar som gäller vid renovering av befintlig byggnad för förbättrad energiprestanda. Dessa lagar är de som gäller före den nya markanvändnings- och bygglagen träder i kraft den 1 januari år 2024.

Lagar och krav

”Den som påbörjar ett byggprojekt ska se till att byggnaden på det sätt som användningsändamålet förutsätter projekteras och uppförs så att den är energieffektiv i den meningen att energi och naturresurser förbrukas sparsamt. Beräkningar ska användas för att visa att minimikraven på energiprestanda blir uppfyllda.” (Markanvändnings- och bygglagen 1151/2016)

Syftet med denna lag är att byggprojekt som utförs ska göras på ett sådant sätt att huset är så energisnålt som möjligt. På detta sätt minimeras energianvändningen och miljöpåverkan.

”När en byggnad repareras eller ändras eller dess användningsändamål ändras på ett sätt som kräver bygglov eller åtgärdsstillstånd, ska dess energiprestanda förbättras om det är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt genomförbart.” (Markanvändnings- och bygglagen 1151/2016)

Denna lag behandlar omfattande renoveringsarbeten av befintlig byggnad där det behövs åtgärdsstillstånd eller bygglov. Kravet är att byggnadens energiprestanda i mån av möjlighet ska förbättras från sitt föregående skick, enligt vad som är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt genomförbart.

”Den som påbörjar ett byggprojekt ska se till att minst 38 procent av den beräknade inköpta energi som används vid energiberäkningen i en ny byggnad eller en byggnad som genomgår en större renovering är energi från förnybara energikällor, om detta är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt genomförbart. Beräkningar ska användas för att visa att kravet på energi från förnybara energikällor blir uppfyllt.”

”Med större renovering avses en renovering där de på återuppbyggnadskostnaderna baserade totala kostnaderna för renoveringen av klimatskalet eller byggnadens installationssystem överstiger 25 procent av byggnadens värde, exklusive värdet av den mark där byggnaden är belägen.” (Markanvändnings- och bygglagen 927/2021)

Med denna lag vill man öka användningen av förnybara energikällor för både nybyggda och befintliga byggnader. Kravet är att när en större renovering genomförs av en befintlig byggnad ska dess inköpta energimängd bestå till minst 38 % av förnybara energikällor då byggnadens renoveringskostnad är minst 25 % av byggnadens värde.

”Klimatskärm och tekniska system i samband med sådana åtgärder som förbättrar energiprestandan hos byggnadens klimatskärm ska den som påbörjar ett byggprojekt se till att klimatskärmen samt fogarna mellan fönster och ytterdörrar och de omgivande konstruktionerna tätas så att värmeisoleringsskikten skyddas mot sådan påverkan av luftströmmar som försvagar isoleringsförmågan. Vid planering och genomförande av reparation eller byte av en byggnads klimatskärm och tekniska system, ska sådana åtgärder väljas som gör att konstruktionernas korrekta värme-, ljud- och fukttekniska funktioner samt

deras brandtekniska isolering säkras.” (4/13 Miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten)

Vid en förändring som förbättrar en byggnadsklimatskärms energiprestanda ska åtgärderna göras korrekt så att konstruktionens byggnadstekniska helhet (konstruktionernas värme-, ljud-, fukt- och brandtekniska funktioner) fungerar. Fönster och dörrar bör även tätas för att minimera luftströmmar som försämrar husets isoleringsförmåga.

3.2.1 God byggnadssed

God byggnadssed är ett begrepp som återkommer i lagar. I exempelvis Markanvändnings- och bygglagen (41/2014) lagen om huvudprojekterare:

”Huvudprojekteraren ska under byggprojektets gång se till att projektbeskrivningen och specialbeskrivningarna utgör en helhet så att kraven i de bestämmelser och föreskrifter som gäller byggande och kraven på god byggnadssed blir uppfyllda.”

Begreppet god byggnadssed används för både nybyggnationer och renoveringar. Begreppet är en ”oskriven regel” som utarbetats i byggbranschen och är allmänt accepterad som ”en lag” som alla bör följa. Dock är begreppet svårt att definiera, eftersom man inte kan beskriva exakt allt som får och inte får göras. Uttrycket betyder i stora drag: när man utför ett projekt ska man sträva till att det utförda arbetet ska vara tekniskt och funktionsmässigt korrekt så att den slutliga produkten är av hög kvalitet.

3.3 Krav för konstruktioner

För byggnader som genomgår en renovering där byggnadens energiprestanda förbättras finns det vissa krav på konstruktionens byggnadsdelar. Ur Miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten (2013) läser man att: de renoveringar som kräver bygglov eller åtgärdstillstånd där till exempel byggnadens yttre fasad eller användningsändamål ändras, bör man planera konstruktionsdelarna enligt följande:

1) Yttervägg: Ursprungligt U-värde $\times 0,5$, dock högst $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Vid ändring av byggnadens användningsändamål det ursprungliga U-värdet $\times 0,5$, dock $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ eller bättre.

2) Vindsbjälklag: Ursprungligt U-värde $\times 0,5$, dock högst $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Vid ändring av byggnadens användningsändamål det ursprungliga U-värdet $\times 0,5$, dock $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ eller bättre.

3) Bottenbjälklag: Energiprestandan förbättras i den utsträckning det är möjligt.

4) Nya fönster och ytterdörrar: U-värdet ska vara $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ eller bättre. Vid reparation av gamla fönster och ytterdörrar förbättras förmågan att hålla värme i den utsträckning det är möjligt.

Enligt direktiven ovan bör ytterväggens och vindsbjälklagets U-värden halveras vid renovering. Bottenbjälklaget som ofta är svårare att åtgärda och kan omfatta stora renoveringsarbeten, ska förbättras i den utsträckning som det är möjligt. Vid byte av gamla fönster eller dörrar ska de nya uppfylla U-värdes kraven. Att behålla befintliga fönster och dörrar tillåts enligt förordningen ifall dess särskilda karakteristiska drag kan vara svåra att återskapa. U-värde som begrepp beskrivs i nästa kapitel.

3.3.1 U-värde

U-värdet är en värmegenomgångskoefficient som anger den mängd värme eller energi som leds igenom en konstruktionsdel från den varma till den kalla sidan. Värmegenomgångskoefficienten betecknas med U och dess enhet är $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Ju lägre U-värde, desto bättre isoleringsförmåga har konstruktionsdelen.

För att bestämma en byggnadsdels U-värde måste byggnadsdelens alla material från det innersta (varma sidan) till första luftspalt (kalla sidan) beräknas. Alla material har ett lambdavärde som anger materialets värmekonduktivitet och betecknas (λ). (Isoplus, 2020)

Följande är de aktuella U-värdes kraven för nya byggnaders specifika konstruktionsdelar.

- Vägg: $0,17 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Stockvägg (minst 180mm): $0,40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Vinds- och bottenbjälklag: $0,09 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Bottenbjälklag mot krypgrund: $0,17 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Byggnadsdel mot mark: $0,16 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Fönster, dörrar, röklucka och utgångslucka: $1,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

(Miljöministeriets förordning om nya byggnaders energiprestanda 1010/2017 §24)

För att beräkna en konstruktions totala värmeförlust genom dess mantelyta används denna ekvation:

$$\Sigma H_{led} = \Sigma(U_{yttervägg} \cdot A_{yttervägg}) + \Sigma(U_{vindsbjälklag} \cdot A_{vindsbjälklag}) + \Sigma(U_{bottenbjälklag} \cdot A_{bottenbjälklag}) + \Sigma(U_{fönster} \cdot A_{fönster}) + \Sigma(U_{dörr} \cdot A_{dörr})$$

ΣH_{led} = Den totala värmeförlusten genom byggnadens mantelyta, W/K

U = värmegenomgångskoefficient för den specifika byggnadsdelen

A = Byggnadsdelens area, m²

(Miljöministeriets förordning om nya byggnaders energiprestanda 1010/2017 §24)

3.3.2 D.O.F. beräkningsprogram

D.O.F. är ett beräkningsprogram utgivet av Tech Oy och Saint-Gobain Finland Oy. Programmet består av flera olika beräkningsprogram vars syfte är att underlätta beräkningar inom byggnadsbranschen. Beräkningsprogrammet använder de nyaste byggreglerna och anvisningarna för att göra det enklare att utföra beräkningar för till exempel U-värdet av en konstruktionsdel. (Laskentapalvelut, u.d.)

I detta arbete kommer beräkningsprogrammets U-värdesapplikation användas för att utföra U-värdesberäkningar för exempelobjektets olika byggnadsdelar. Detta görs genom att mata in varje material skilt för sig i beräkningsprogrammet, från den varma sidan till den kalla sidans första luftspalt. Programmet beräknar sedan byggnadsdelens U-värde och visar om det finns risk för att kondens kan uppstå i konstruktionen och var det i så fall är mest sannolikt att det gör det.

4 Åtgärder för energieffektivisering

I detta kapitel behandlas de åtgärder som kan göras för att utföra en energieffektivisering av en gammal byggnad. De tre viktigaste delarna för en energieffektivisering av en gammal bostad utan maskinell ventilation kan spjälkas upp i följande delar: tilläggsisolering, fönster och dörrar och uppvärmningssystem.

4.1 Tilläggsisolering

Byggnadens klimatskal (husets tak, väggar, golv, fönster och dörrar) är vad som håller värme inne i huset på vintern. På sommaren fungerar det andra vägen då värme utifrån vill tränga sig in genom husets klimatskal och värma upp byggnaden. Därför är det viktigt att dessa delar av huset är ordentligt isolerade och tätade för att nå ett så behagligt inomhusklimat som möjligt under de olika årstiderna. (Bärtås, 2021)

Ifall konstruktionerna i ett hus inte är ordentligt isolerade kan det leda till att värmen försvinner ut genom konstruktionerna. Det försvinner 50 % av en byggnads värme ut genom tak, golv och väggar. Därför kan en tilläggsisolering av konstruktionsdelarna minska betydligt på en byggnads uppvärmningsbehov och på samma gång minska värmekostnaderna. Speciellt mycket kan det minska uppvärmningsbehovet i en gammal byggnad där dess konstruktioner ofta kan ha väldigt högt U-värde, eftersom isoleringen ofta kan vara dålig och bristfällig. (Energimyndigheten, 2022)

När hus byggdes förr användes den isolering man hade tillgänglig. Det resulterade ofta i isolering som: sågspån, mossa, kläder, lera, grus och dylikt. Dessa isoleringsmaterial användes förr och de uppfyller inte dagens krav för byggnader. Dessa isoleringsmaterial är inte bara dåliga på att hålla värmen inne i huset, det isolerades också oftast för tunt i konstruktionerna. Sågspån som isoleringsmaterial riskerar att sjunka ihop med tiden så till den grad att vissa platser saknar isolerande material. I dessa fall kan man med en välgjord energieffektivisering spara både energi och pengar. Ett bra sätt att hitta platser där isoleringen är bristfällig, utan att ta isär väggen, är att använda värmekamera. (Hunton, u.d.)

För att bedöma ifall en energiåtgärd behövs måste man undersöka konstruktionens uppbyggnad och vilka material som använts. (Sparaochbevara, 2022)

När man känner till konstruktionens material och uppbyggnad kan U-värdesberäkningar utföras för att bestämma ifall konstruktionen placeras inom rådande krav, och utifrån det

besluta om det lönar sig att tilläggsisolera. I praktiken handlar det om att man lägger till ett lager med till exempel 50 mm eller 100 mm isolering beroende på konstruktionens uppbyggnad och behov. För ett tak eller vind kan det göras genom att spruta lös ull över den befintliga isoleringen eller genom att helt byta ut den gamla isoleringen och lägga in ny. Detta beror på konstruktionens och isoleringens befintliga skick.

Enligt Energimyndigheten (2022) sker oftast 15 % av gamla byggnaders värmeförlust genom taket. Tilläggsisolering av taket är ofta en väldigt lönsam investering eftersom metoden kan vara relativt enkel. Detsamma gäller väggar och golv ifall man tilläggsisolerar dem i samband med en renovering av ytorna. Då kan renoveringen helt och hållet betala sig i form av lägre energikostnader.

4.1.1 Tilläggsisolering av ett hus med självdragsventilation

Ofta har gamla hus självdragsventilation, huset ”andas”. Vid en tilläggsisolering bör man beakta att när ett gammalt hus blir tätare på grund av tilläggsisolering kan det ställa vissa krav på ventilationen. Självdragsventilation innebär att konstruktionen och dess material tillåter luftströmmar genom sig. På det sättet tränger fukt in i konstruktionen, men på samma gång kan den torka upp på grund av att det finns luft och värmeläckage. Därför bör man tänka på att använda isoleringsmaterial som kan ”andas”, att det kan släppa igenom luft och fukt så att det hålls torrt. Det här kan betyda att man använder isoleringsmaterial som är av samma material som stommen, till exempel vid tilläggsisolering av ett hus med stockstomme kan det löna sig att använda någon slags träfiberisolering med liknande egenskaper som resten av väggens material. Var man lägger isoleringen spelar också roll för att konstruktionen ska fungera korrekt. (Gröhn, 2018)

Andra sätt att torka upp en byggnad är att ha maskinell ventilation, men det fungerar allra bäst i hus som är planerade för maskinell ventilation. Ett gammalt hus är svårt att få helt tätt vid en renovering och då kan det vara svårt att få ventilationen att fungera. Så vid tilläggsisolering är det viktigt att välja rätt isolering för att inte göra huset för tätt, så att eventuell fukt inte kan torka upp. På det sättet förhindras fuktproblem. (Gröhn, 2018)

4.1.2 Tilläggsisolera vägg invändigt eller utvändigt

Vid en tilläggsisolering av en vägg kan man välja att antingen tilläggsisolera på yttre sidan eller inre sidan av väggen. Valet av isoleringsplats beror på väggens uppbyggnad. Då en vägg har regelstomme passar det bra att isolera väggen mellan väggens regler och vid

tilläggsisolering kan det göras på insidan eller utsidan. En stockvägg däremot måste isoleras antingen på insidan eller utsidan av stockarna. Båda delarna har sina för- och nackdelar. (Byggstart, u.d.)

Vid tilläggsisolering av utsidan av en konstruktion tätar det konstruktionen utan att minska på bonadsytan inne i konstruktionen. Det möjliggör även att man utan hinder kan bo i huset medan arbetet utförs. Eftersom isoleringen läggs på utsidan av stockarna gränsar stockarna mot insidans varma luft. Då värms stockarna upp och problem med fukt i stommen minimeras. Nackdelen är att när väggen blir bredare utåt minskar det på takutsprångets djup vilket ändrar på byggnadens utseende. Fönstren i väggen måste oftast flyttas ut så att de är i jämn linje med husets fasad för att de ska bevara husets tidigare utseende. (Byggstart, u.d.)

Vid tilläggsisolering av insidan kan arbetet utföras rum för rum så att isoleringen läggs där den behövs. Nackdelarna med denna metod rör husets interiör. Även fukt- och temperaturförhållanden ändrar vid en invändig tilläggsisolering, vilket medför ytterligare krav på husets ventilation för att minimera risken för fuktproblem. Därför bör isoleringsmaterialet och utförandet väljas och göras varsamt för att konstruktionen ska fungera korrekt. (Byggstart, u.d.)

4.2 Fönster och dörrar

Fönster- och dörrbyte är en av de första sakerna som övervägs när man ska energieffektivisera en gammal byggnad. Husägare tar oftast förgivet att de gamla fönstren och dörrarna helt enkelt inte är lika täta som nya och att det enda smarta valet är att byta ut dem. Argumentet är då att det blir billigare, går fortare och att uppvärmningskostnaderna kommer att minska. Men det finns många argument som talar emot att byta ut fönster och dörrar i en gammal byggnad. (Wenander, 2020)

Fönster och dörrar medför en tredjedel av ett hus värmeförluster där fönstren utgör en äldre modell med tvåglasfönster. Vid energieffektivisering av fönster och dörrar har man två alternativ, antingen byter man ut de gamla till nya eller så energieffektiviserar man de befintliga fönstren och dörrarna. Detta kan göras på olika sätt beroende på materialets skick. (Energimyndigheten, 2022)

Att byta ut gamla fönster kan vara ett klokt val om de är väldigt slitna och de inte kan uppfylla sin funktion, exempelvis vid läckage. Det finns även fall när fönstren redan har bytts ut från sitt originalskick och dess energiegenskaper är dåliga. Då kan det löna sig att byta ut dem.

Även för gamla fönster gäller att dess U-värde ofta är högre än nya fönster, så en byggnads värmeförluster kan då ofta minskas rejält med nya fönster. (Wenander, 2020)

”Fönster är byggnadens ögon utåt” (Eriksson, 2022)

Argumentet som talar emot fönster- och dörrbyte är att det finns flera alternativ för att energieffektivisera dem. Alternativen kan medföra en mycket lägre kostnad än ett omfattande byte av dem och samtidigt kan de uppnå ett liknande U-värden som nyproducerade fönster. Fönstren och dörrarna en viktig del av husets karaktär och att byta ut dem kan medföra att huset tappar karaktär och kulturvärde. Gamla fönster har också en viss kvalitet som inte återfinns i nyare fönster. När gamla fönster tillverkades valdes ofta träden som blev till fönstervirke ut på rot i skogen av en virkesexpert. Då valdes det träd med täta årsringar, som är hårda och starka och därför klarar av väderlekens belastningar bättre än virke av sämre kvalitet. Nuförtiden tillverkas fönster i väldigt stor utsträckning och det är därför mera sällsynt att de genomgår en process där virket väljs ut lika noggrant. (Wenander, 2020)

De största energiförlusterna vid fönster sker genom värmeläckage mellan fönsterkarm och yttervägg, mellan fönsterkarm och fönsterbåge eller genom fönsterrutorna. Oftast är det en kombination av alla tre. Värmeläckaget mellan fönsterkarmen och väggen åtgärdas lättast genom att förbättra tätningen med ny drevning och nya tätningslister. När man tar bort foderbräden och ser mellan karmen och fönstret kan man lätt se ifall det finns håligheter i tätningen. Då kan det läggas till mera isolering. Energiförlust genom glasrutorna kan åtgärdas genom att man kompletterar rutan med ytterligare en glasruta, eller att man byter ut själva glasrutan mot en annan ruta med bättre värmeisolerande egenskaper. I det fallet måste det tas i beaktande att glasrutorna blir tyngre vilket kan leda till att fönsterbågen måste göras starkare eller bytas ut. (Wenander, 2020)

Det är ofta mera ekonomiskt både långsiktigt och kortsiktigt att renovera sina gamla fönster än att byta ut dem mot nya. Även med tanke på miljön är det oftast mera hållbart att försöka hålla kvar de gamla fönstren. Produktionen av lite isolering och nya tätningslister är mycket mindre påfrestande för miljön än nya, hela fönster. Det betyder inte att fönster är eviga. När gamla fönster är i så dåligt skick att det inte uppfyller sin funktion, kan det vara mera förmånligt och långsiktigt smart att installera nya fönster som passar byggnaden. (Wenander, 2020)

4.3 Uppvärmningssystem

Byggnadens uppvärmningssystem är det som värmer upp huset och bruksvattnet. Som nämnts i kapitel 3 går enligt Statistikcentralen (2021) 64,3 % av vår energiförbrukning i hemmen åt att värma upp huset. Ytterligare 16,5 % av energin går åt att värma upp bruksvattnet. Detta gör uppvärmningssystemet till en väldigt stor bidragande faktor till hur vi kan energieffektivisera byggnader och potentiellt spara energi och pengar.

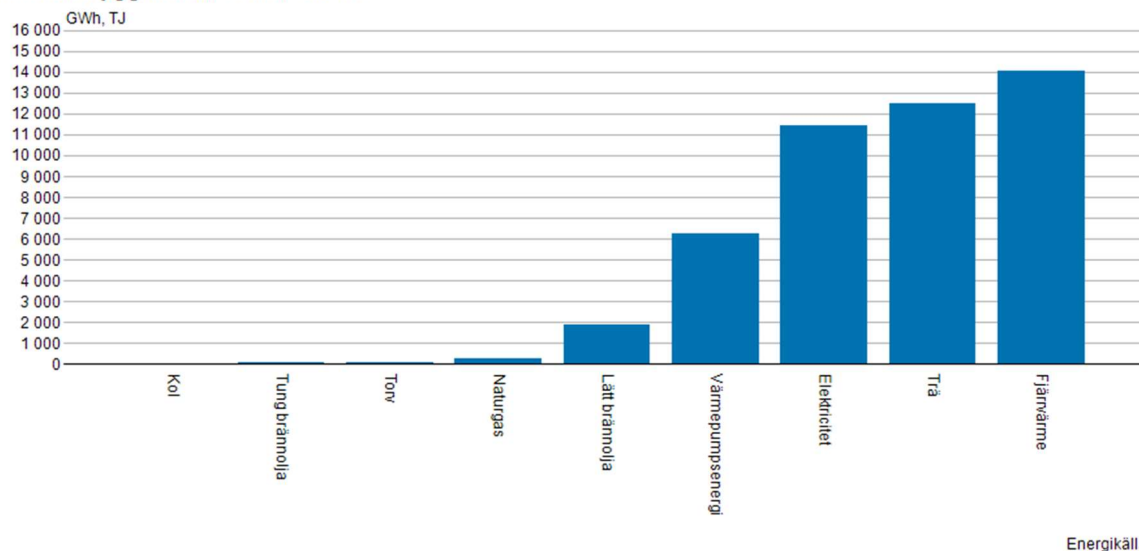
Idag finns det flera olika alternativ för uppvärmning av en byggnad. Alla alternativ har olika fördelar och nackdelar. För att välja uppvärmningssystem för ett hus finns det flera variabler att ta i beaktande varav några viktiga är:

- Husets position. Finns det möjlighet till fjärrvärme? Finns det utrymme för jordvärme på tomten? Finns det berg som bergvärmessystem kan installeras i?
- Husets storlek. Klarar värmesystemet av att värma hela huset? Hur mycket utrymme krävs för systemet?
- Befintliga uppvärmningssystemet. Kan det bevaras och effektiviseras? Sammankoppling av flera system?
- Husets takutrymme. Finns det möjlighet för solpaneler? Är huset i bra läge för solenergi?
- Miljöpåverkan. Uppvärmningssystemen påverkar i olika stor grad miljön.
- Husägarens behov. Hur viktigt är bekvämligheten?

(Energimyndigheten, 2022)

Till våra finländska bostäder kommer uppvärmningsenergin främst från fjärrvärme, träeldning, elektricitet och värmepumpsenergi enligt Statistikcentralen (2021). Uppvärmningsenergi med kol, brännolja, torv och naturgas är det som används minst. (Se figur 2).

Uppvärmning av bostäder efter Energikälla. Totalt, Förbrukning av uppvärmningsenergi i bostadsbyggnader, GWh, 2021.



Figur 2. Förbrukning av uppvärmningsenergi efter energikälla, i bostadsbyggnader. (Statistikcentralen, 2021).

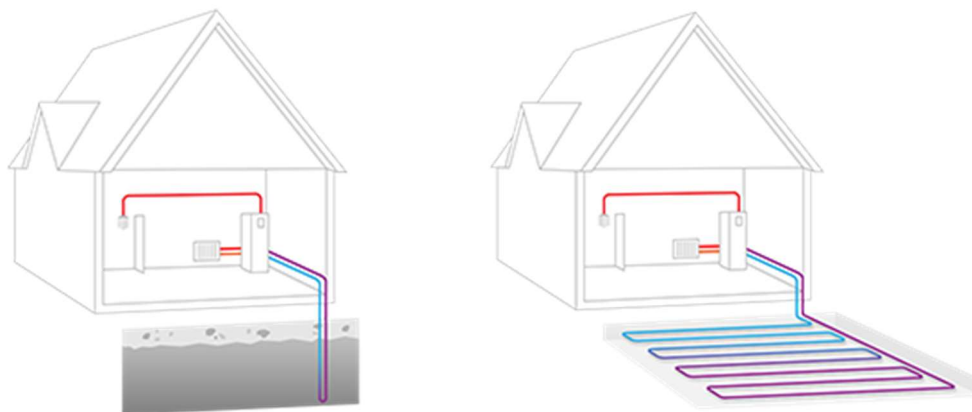
Nedan räknas de olika uppvärmningssystem upp som kan vara rimliga för exempelbyggnaden med tanke på dess position ute i skärgården. Uppvärmningssystem som inte använder sig av förnybar energikälla beaktas inte, eftersom målet i Finland är att öka användningen av förnybara energikällor och uppvärmning med till exempel olja, naturgas och kol är något som kan anses förgånget. De olika uppvärmningssystemens för- och nackdelar beskrivs. I vissa fall kan en byggnad ha flera än ett uppvärmningssystem ifall de sammankopplas.

4.3.1 Berg- och jordvärme

Berg- och jordvärme fungerar båda enligt samma princip, men installationsprocessen skiljer sig. De utnyttjar båda solens lagrade värme i marken, som ger en jämn temperatur oavsett årstid. Båda är en form av förnybar energikälla och är därför bra alternativ med tanke på miljöpåverkan. (Greenmatch, 2021)

Bergvärme installeras genom att ett hål borrar ner i ett berg 100–200 m djupt. Ett rör med vätska placeras i hålet. En pump driver vätskan att cirkulera från bergets botten, där vätskan värms, upp till huset där bergvärmepumpen utvinner värmen med hjälp av kompressorteknik. Värmen distribueras sedan till husets uppvärmnings- och varmvattensystem. Systemet fortsätter sedan automatiskt cirkulera, genom att vätskan som det utvunnits värme ifrån, cirkulerar tillbaka ner i berget för att värmas upp igen. (Se figur 3). (Thermia, u.d.)

Jordvärme fungerar enligt exakt samma princip som bergvärme men installationen är annorlunda. I detta fall grävs röret, med den cirkulerande vätskan, ner längs med markytan på ca 1 meters djup. Husets storlek och behov är vad som bestämmer hur stor ytan är och mängden rör som behövs. (Se figur 4) (Thermia, u.d.)



Figur 3. Hur bergvärmens installationsslangar installeras (till vänster). (Thermia, u.d.)

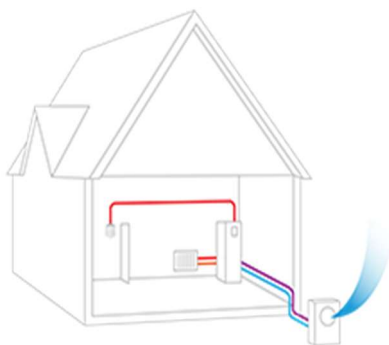
Figur 4. Hur jordvärmens installationsslangar installeras (till höger). (Thermia, u.d.)

Fördelen med jord- och bergvärme är att det sköter sig själva och är bekväma för användaren. Nackdelen med denna form av uppvärmningssätt är att platsen det ska installeras på kräver stort utrymme för jordvärmeslingorna eller att berg finns. Det är även en relativt dyr engångsavgift när det installeras. Systemet anses ofta vara en bra investering med ett hållbart system, som betalar in sig med tiden i form av bekvämlighet och låga driftskostnader. (Greenmatch, 2021)

4.3.2 Luft/vatten- värmepump

Luft/vatten- värmepump är en slags förnybar energikälla. Systemet utvinnet energi av solenergi som lagrats i uteluften. På vintern när temperatur utomhus går under -20 grader, finns fortfarande värme att utvinna från uteluften, men en installerad elpatron hjälper till när det behövs. Elpatronen använder sig av elektricitet och det gör systemet en aningen dyrare i drift de allra kallaste dagarna. Ett stort hus kräver en större värmepump för att hitta balansen där uteluften är det som värmer huset allra oftast. De fall när elpatronen värmer huset ska minimeras för att nå så låga kostnader som möjligt. (Thermia, u.d.)

Systemet fungerar genom att värmepumpen installeras på utsidan av huset. (Se figur 5). I värmepumpen cirkulerar en vätska som tar upp värme från utomhusluften. Vätskan går igenom en förångare, som består av ett batteri med lameller där vätskan kan passera igenom. Med hjälp av kompressorteknik utvinns värmen, som distribueras till husets uppvärmningssystem. Systemet fungerar sedan automatiskt genom att den vätskan där värmen utvunnits, fortsätter cirkulera för att hämta upp värme. (Thermia, u.d.)



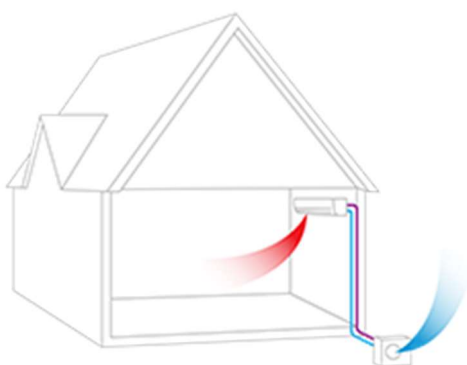
Figur 5. Bilden visar luft/vatten - värmepumpens installations princip. (Thermia, u.d.)

Fördelar med systemet är att det är en förnybar energikälla. Systemet är billigare att installera än till exempel berg- eller jordvärme eftersom ingen borrhning eller grävning behövs. Systemet fungerar bra för mindre hus och hus där tomten inte har stort utrymme för till exempel berg- och jordvärme. Systemet är bekvämt eftersom det sköter sig självt. (Energimyndigheten, 2022)

Nackdelar med systemet är att det inte är lika effektivt och blir dyrare i drift när det är riktigt kallt. Utomhusdelen av konstruktionen för med sig oljud vilket kan störa. Besparingen är

också långsiktigt mindre än vid installation av till exempel berg- och jordvärmepump. (Thermia, u.d.)

Det finns även system vid namn luft/luft- värmepump. Systemet fungerar enligt samma princip som ovan, dock utan cirkulerande vätska. Systemet har inte möjlighet att värma upp bruksvattnet i huset. Systemet används för att värma upp husets inomhus luft och är ett bra alternativ vid sammankoppling med ett annat uppvärmningssystem. (Se figur 6). (Thermia värmepumpar, u.d.)



Figur 6. Bilden visar luft/luft - värmepumpens installations princip. (Thermia värmepumpar, u.d.)

4.3.3 Eluppvärmning

Eluppvärmning kan delas upp på två olika sätt. Antingen används element som drivs av direktverkande el, eller vattenburna element där en elpatron värmer upp vatten som cirkulerar i elementen. Varifrån energin kommer som driver systemet, bestämmer ifall systemet kan räknas som förnybar energikälla eller inte. Systemet kan sammankopplas med till exempel solpaneler som kan värma vattnet eller ge direkt el. Med exempelvis sammankoppling med luft-luftvärmepump eller vedeldning kan elförbrukningen och dess driftkostnad minskas. Det effektivaste systemet har en bra termostat som känner av temperaturen och styr temperaturen i huset till att inte bli för varm. System där elen värmer upp vatten med vattenburna element är det billigaste alternativet av de två. (Energimyndigheten, 2017)

Fördelar med systemet är att element är relativt billiga att köpa och de sköter sig själva. Element kan installeras i de rum det behövs. Nackdelar med systemet är att driftskostnaden är helt beroende på elpriset. Det kan göra systemet osäkert eftersom framtidens elpriser är oklara. Beroende på var elen kommer ifrån, kan det i olika stor grad påverka miljön. Det lönar sig att ha ett nytt system med nya termostater för att få en jämn värme. Äldre element saknar ofta överhettningsskydd vilket kan leda till att det börjar brinna. Elvärme är ett av de system som är dyrast i drift. (Energimyndigheten, 2017)

4.3.4 Solenergi

Solenergi tas tillvara med hjälp av solpaneler, som oftast installeras på husets tak. Solpaneler utviner energi när solstrålarna når solpanelens solceller. Då uppstår elektrisk spänning som bildar likström. Likströmmen leds genom en växelriktare som omvandlar likströmmen till växelström. Växelströmmen leds till elcentralen som skickar ut strömmen till husets eluttag och då kan elen användas. (Vattenfall, u.d.)

Det finns även solfångare som består av vätskefyllda rör där vätskan cirkulerar i solfångaren. Solen värmer upp vätskan som leds till husets ackumulatortank och värmer husets bruksvatten. Med dessa solfångare produceras ingen direkt el. Båda systemen utnyttjar solens energi vilket gör systemen till en förnybar energikälla. Systemen är effektivast de dagar då solen lyser som starkast. (Solceller24, u.d.)

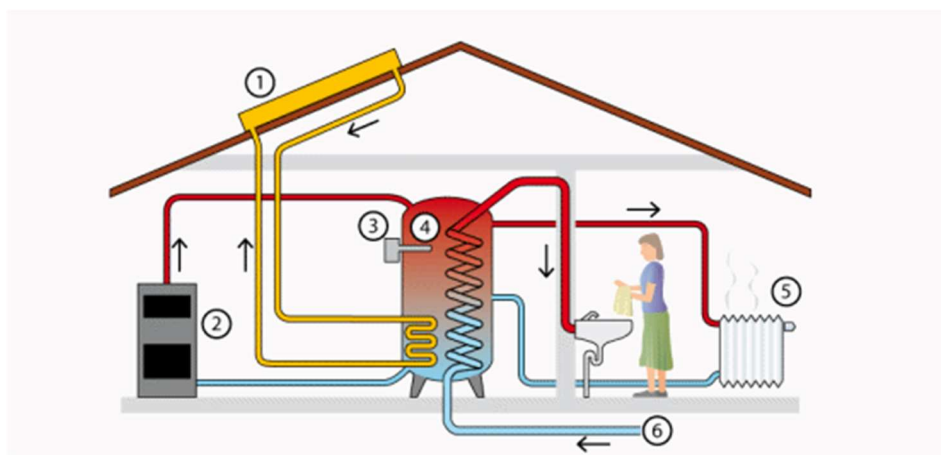
Fördelar med solenergi är att det är en förnybar energikälla. Solfångare kan vara en god investering med tanke på sänkta el- och uppvärmningskostnader. Solenergi produceras även molniga och kalla dagar, dock till en mindre grad. Systemet sköter sig själv och kan öka på husets värde. Ifall solpanelen producerar mer energi än behovet, kan energi säljas tillbaka till elnätet för att ytterligare sänka energikostnaderna. Då solpanelerna inte producerar tillräckligt med el, används elen från elnätet istället. (Greenmatch, 2021)

Nackdelar med solenergi är att husets position spelar roll. Vid hus som har taksida mot söder är solpanelerna effektivast. För hus som inte har det, är effekten cirka 80 % i jämförelse med det optimala läget. Vintertid och molniga dagar minskar produktionen av el och ifall skuggning förekommer på solpanelerna minskar effekten rejält. Solpaneler är kostsamma att installera och det kan ta flera år innan de är återbetalade i form av mindre energikostnader. Solenergi förutsätter att man har ett annat uppvärmningssystem som komplement, exempelvis el- eller veduppvärmning. (Greenmatch, 2021)

4.3.5 Uppvärmning med ved

Uppvärmning med ved är ett av våra äldsta uppvärmningssätt och det är fortfarande ett kostnadseffektivt alternativ. Ved kommer från skogen vars livscykel naturligt producerar ny ved vid gallring och när ny skog planteras. På det sättet är vedeldning en förnybar energikälla. Vedeldning är ett av de billigaste systemen för uppvärmning, speciellt de fall där veden som eldas är egenproducerad. (Energifakta, u.d.)

Veduppvärmningssystem fungerar genom att man eldar ved i en panna där värmen värmer upp vatten i en ackumulatortank. Det varma vattnet distribueras sedan till husets vattenburna element och varmvattensystem. Till systemet kan även vätskeburna solfångare sammankopplas. (Se figur 7). (Energimyndigheten, 2017)



Figur 7. Bibränsleanläggning sammankopplad med solpaneler. 1 solpanel, 2 panna, 3 el patron, 4 ackumulatortank, 5 radiator, 6 kall vatten in. (Reinerdahl, 2017)

Fördelar med vedeldning är att det är ett av de billigaste systemen, speciellt då veden är egenproducerad. Ved är en förnybar resurs. Vedeldningen är ett bra sätt att minska på energikostnader ifall det sammankopplas med ett annat system. Veduppvärmning är i liten grad i behov av el, vilket gör det till ett system som kan vara långsiktigt säkert med tanke på eventuellt stigande elpriser. (Energimyndigheten, 2017)

Nackdelar med vedeldning är att röken och soten som uppstår påverkar miljön på ett negativt sätt och är farlig för hälsan till viss grad. Vedeldning kräver en hel del arbete, speciellt när veden är egen producerad. Vedlagret tar stor plats och kräver utrymme att förvara. (Energimyndigheten, 2017)

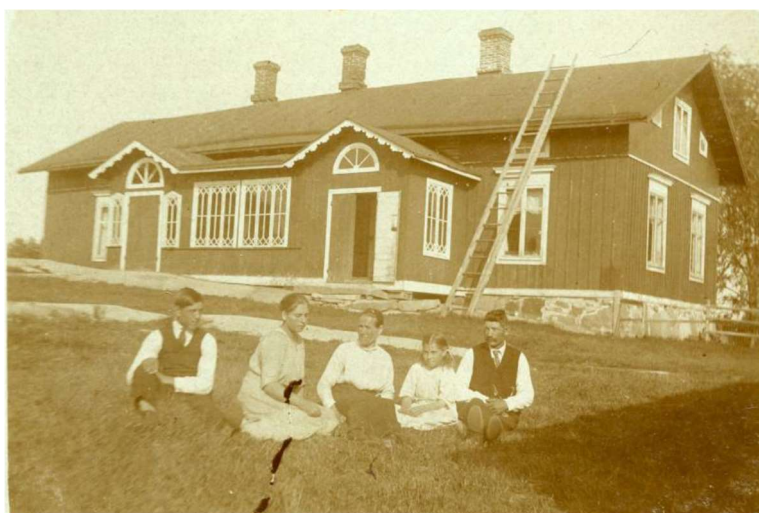
5 Exempelobjekt Gallas

Energieffektiviseringsdiskussionen i detta examensarbete utförs på ett bondgårdshus uppfört 1882 beläget på Houtskär. (Se figur 8). Denna byggnad har valts eftersom det är mitt barndomshem och därav finns ett speciellt emotionellt värde till byggnaden.



Figur 8. Bild på exempelobjektets framsida. (Axén, 2023)

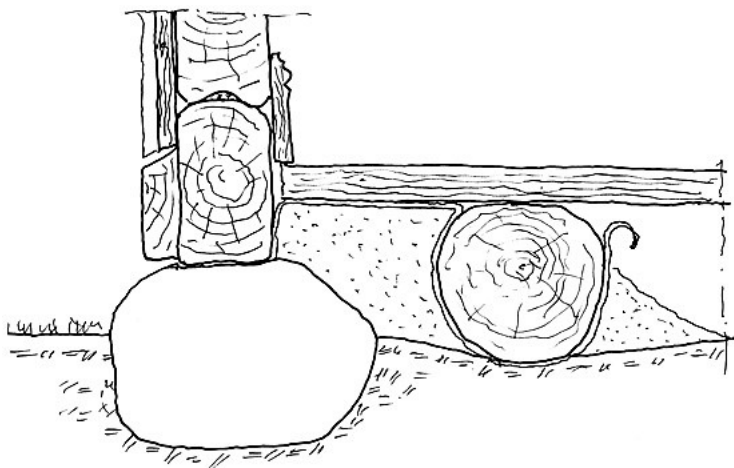
Sedan byggnaden restes har den renoverats i flera etapper. De senaste stora grundläggande renoveringarna gjordes under 1980 och 1990-talet av Dennis Axén. Dennis Axén är den nuvarande ägaren och använder byggnaden som bostad sedan år 1963. Byggnaden har agerat bostad för flera generationer. (Se figur 9).



Figur 9. Den äldsta bevarade bilden av byggnaden tagen sommaren 1921. (Houtskärs lokalhistoriska arkiv, 2015)

Våningsytan på byggnadens två våningar är ca 280 m². Första våningen av huset består av en sal, två sovrum, ett kök, en veranda, ett badrum, en toalett och en bastu med total våningsyta om 180 m². Övervåningen av huset är uppdelat i två sovrum, ett klädrum, ett badrum och en hall med total våningsyta om ca 100 m².

Husets golv är uppbyggt med olika metoder. Golvets senaste reoveringar har gjorts i olika omgångar i början på 1990-talet. Det som sticker ut är de platser med traditionell mullbänk mellan väggar och golv (se mullbänks princip, figur 10). Enligt (Cronhjort, 2007, s. 37) var det en vanlig metod för att förhindra drag mellan väggar och golv under 1800-talet och början på 1900-talet. Ovanpå mullbänken har golv med isolerad trossbotten byggts med tiden. Mullbänken tas inte i beaktande vid U-värdesberäkningarna eftersom dess konstruktion är beläget på den kalla sidan av både golvet och väggarna.



Figur 10. Principbild över hur en traditionell mullbänk ser ut. (Hålla hus, u.d.)

Husets stockstomme har beklänts med brädfodring på utsidan. Stockstommen är inte utbytt sedan byggnaden restes år 1882, medan brädfodringen har bytts ut åtminstone tre gånger. Den senaste förnyelsen av brädfodring gjordes år 1982. Tilläggsisoleringar av väggar har utförts under 1990-talet på flera platser i huset. Interiöra reoveringar utfördes i samband med dem.

Husets tak är förnyat med plåttak år 1990. Tidigare hade huset tegeltak och före det pärttak.

Husets alla fönster och dörrar har bytts sedan byggnaden restes. Vissa av fönstren har också helt tagits bort. På husets första våning byttes fönstren och dörrarna i samband med förnyelse av brädfodringen år 1982. Fönstren på övervåningen byttes i slutet av 1990-talet. Fönstren på första våningen är byggda av en lokal snickare på Houtskär och består av tvåglasfönster

med träkarm. Fönstren på andra våningen är fabriksstillverkade fönster med aluminiumbeklädning på utsidan.

För byggnaden finns endast ett fåtal ritningar. Det finns planritningar och handritade fasadritningar. Just nu stämmer dessa ritningar inte helt och hållet med verkligheten. Till exempel har vissa mellanväggar som finns på ritningarna aldrig byggts. Därför har dessa ritningar förnyats under examensarbetets gång.

5.1 Historia

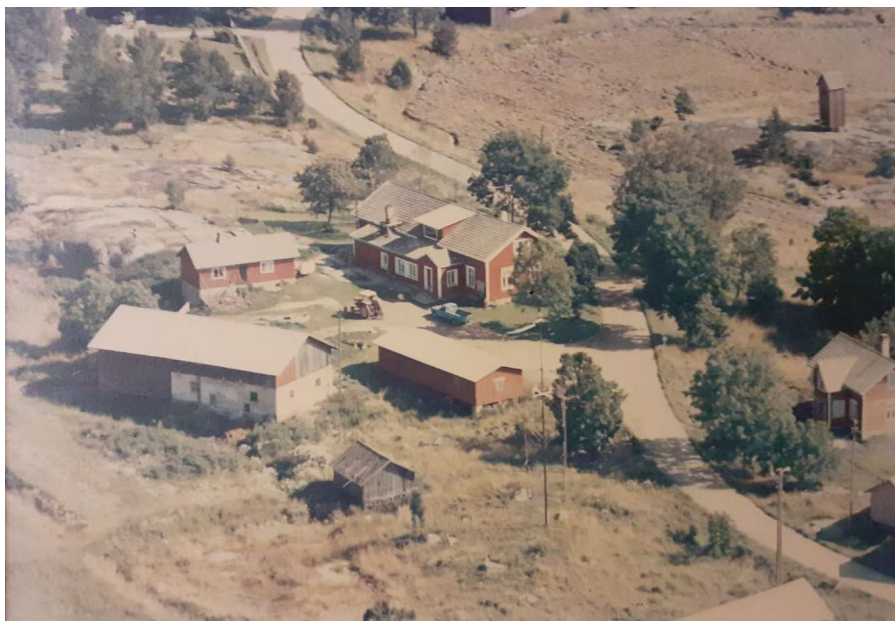
Gården som huset finns på är beläget på Houtskär. På gården finns flera byggnader varav bostadshuset är det mittersta största huset på (Figur 11 och 12). På 1600-talet nämndes gården Gallas i Houtskärs kyrkoböcker. Hur länge gården egentligen har funnits på platsen är svårt att säga.



Figur 11. Flygfoto över Gallas, taget 1961. (Axén, 2023)

Dennis Axén berättar att huset användes på ett annat sätt när han var barn. Husets veranda var byggd som kall veranda. Enligt (Cronhjort, 2007, s. 26) är det ganska vanligt för hus byggda i slutet på 1800-talet. Axén berättar att verandan användes som ett litet snickeri och förvaringsutrymme för saker som kunde förvaras svalt. Vindsvåningen i huset var också kall

och fungerade som förvaringsutrymme. Salen i huset var inte uppbyggt för att kunna värmas upp och vistas i under vintern. Salen användes främst på somrarna för fester och bröllop. Alla dessa utrymmen, förutom verandan, har renoverats under 1980–1990-talet och då gjorts om till varma utrymmen. Verandan har senare använts som ett varmt utrymme även om några tilläggsisoleringar aldrig gjorts. Det var tänkt att verandan i ett senare skede skulle rivas och byggas upp som nytt, varmt utrymme.



Figur 12. Flygfoto över Gallas, taget 1987. (Axén, 2023)

Verandan var ett slutet utrymme med väggar mot alla andra rum och upp till övervåningen. År 1980 sammankopplades verandan och vinden genom den första renovering, då vinden gjordes om från kallt till varmt utrymme. Då byggdes en trappa vars trapphus blev ett stort hålrum som gör att verandan och hallen på övervåningen började dela luftrum. I detta skede gjordes aldrig en förändring av verandan från kallt till varmt utrymme. I och med detta gör det den kalla verandan till ett stort problem idag vad gäller husets värmeförluster, eftersom verandan delar det största utrymmet i mitten av huset som gränsar till en stor del av husets andra rum. Verandan har alltid varit ett rum som upplevts kallt, speciellt under vintertid.

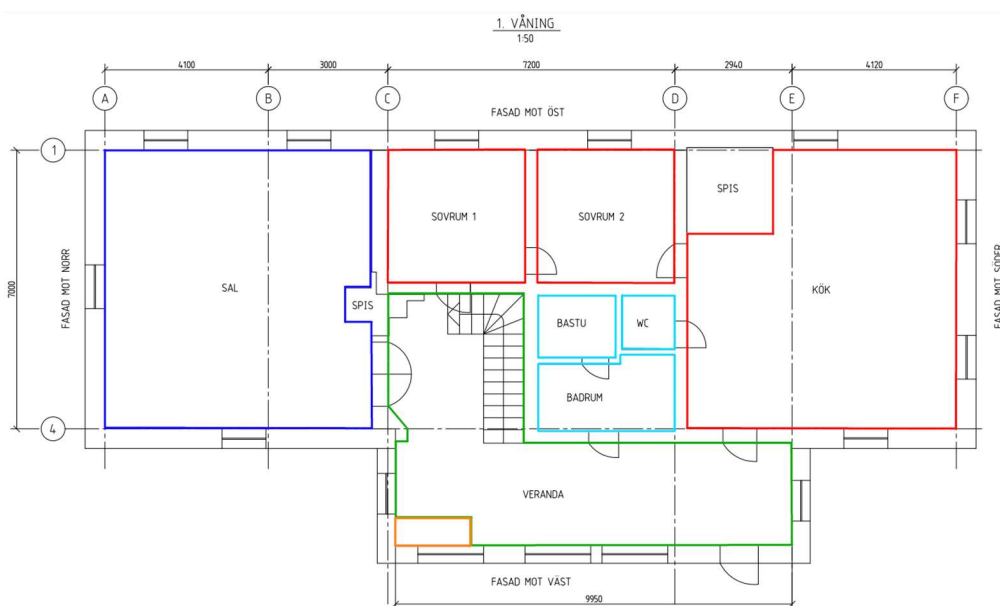
5.2 Konstruktionsdelar

Exempelobjektets konstruktionsdelar har analyserats genom gamla ritningar och deras verkliga bredd, längd och höjd har fått genom egna mätningar. Utifrån det har konstruktionsdelarnas yta beräknats. Konstruktionsdelarnas uppbyggnad och material har bestämts med hjälp av Dennis Axén, som noterade konstruktionsdelarnas uppbyggnad under de renoveringarna han var med och utförde. Utifrån det har uppdaterade och mera detaljerade konstruktionsritningar gjorts som använts för att göra U-värdesberäkningar. Endast de konstruktioner som är en del av husets klimatskal och gränisar mot utsidan listas här nedan.

5.2.1 Golv

Golvet i huset delas upp i olika konstruktionstyper efter deras uppbyggnadsprincip. Golven namnges som UB 1, UB 2, UB 3, UB 3.1 och UB 4 och de får en egen färg som används för att markera position på planritningen. (Figur 13). Golvet är byggt mot väggarna så att väggen går ner förbi golvet till stenfoten. De senaste ändringarna i golven utfördes i omgångar under 1980-1990 talet.

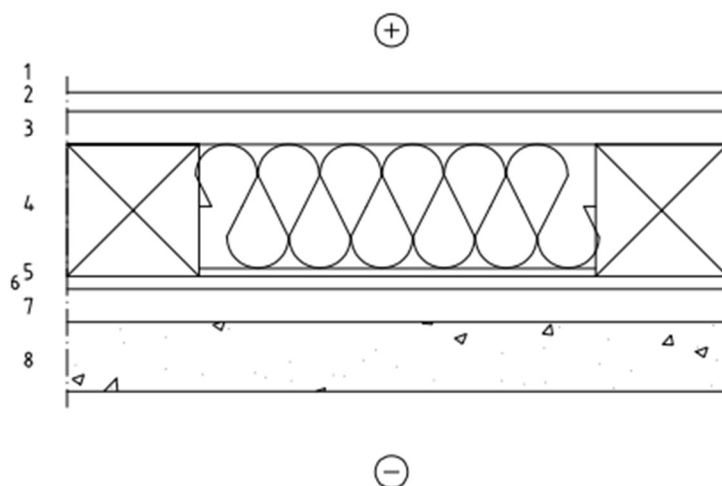
- UB 1 = Röd
- UB 2 = Blå
- UB 3 = Grön
- UB 3.1 = Orange
- UB 4 = Ljusblå



Figur 13. Markerade golv på planritning, våning 1. (Axén, 2023)

UB 1

Undrebjälklag 1 finns på första våningen i köket och i de två sovrummen. Golvet markeras med rött på planritningen. Totala ytan av golvtypen är 65,9 m². U-värdet är 0,20 W/m²K. Se golvets uppbyggnad figur 14. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 2.



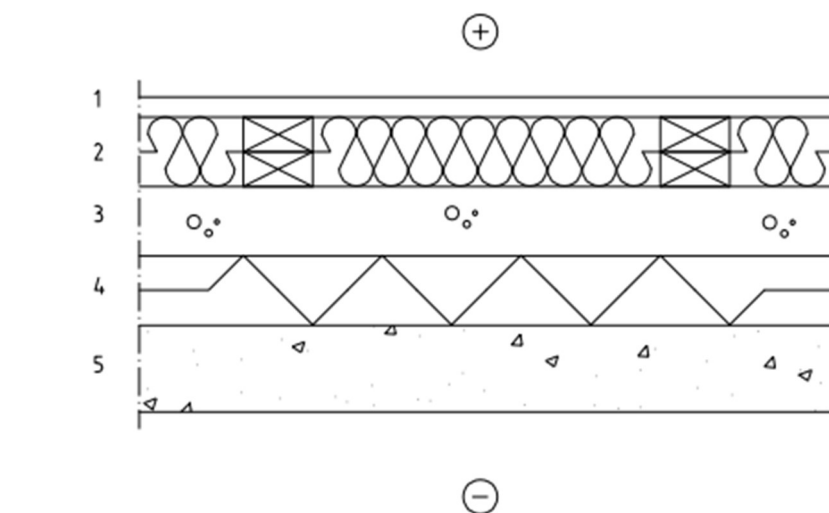
	1	Korkmatta
28 mm	2	Spånskiva
50 mm	3	Plankor
200 mm	4	Stock 200x200 k1200 + mineral ull
12 mm	5	Vindskyddsskiva
20 mm	6	Bräder k400
50 mm	7	50mm luftspalt
	8	Sand

Total bredd: 348mm
 Total yta: 65.9m²
 U-Värde: 0.20 W/m²K

Figur 14. Golvets uppbyggnad UB 1. (Axén, 2023)

UB 2

Undrebjälklag 2 finns på första våningen i salen. Golvet markeras med blått på planritningen. Totala ytan av golvtypen är 46,9 m². U-värdet är 0,20 W/m²K. Se golvetts uppbyggnad figur 15. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 3.



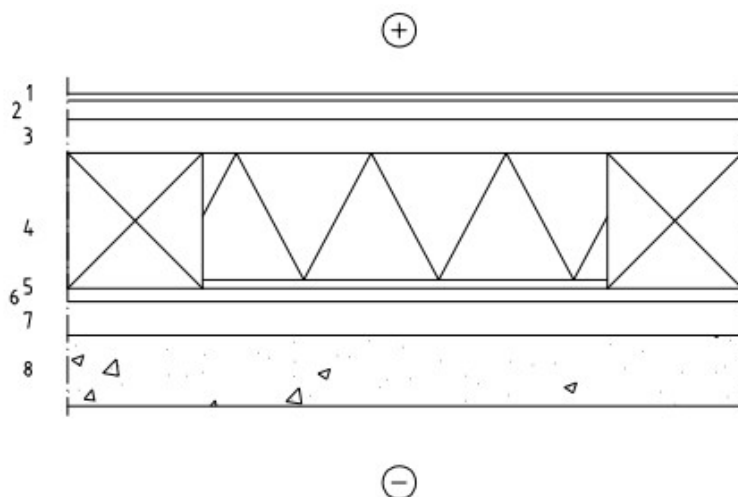
28 mm	1	Golvbräder
100 mm	2	2st liggande battringar k600 + mineralull
100 mm	3	Betong
100 mm	4	Styrox
	5	Sand

Total bredd: 328mm
 Total yta: 46.9m²
 U-Värde: 0.20 W/m²K

Figur 15. Golvetts uppbyggnad UB 2. (Axén, 2023)

UB 3

Undrebjälklag 3 finns på första våningen i verandan. Golvet markeras med grönt på planritningen. Totala ytan av golvtypen är 36,3 m². U-värdet är 0,35 W/m²K. Se golvet uppbyggnad figur 16. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 4.



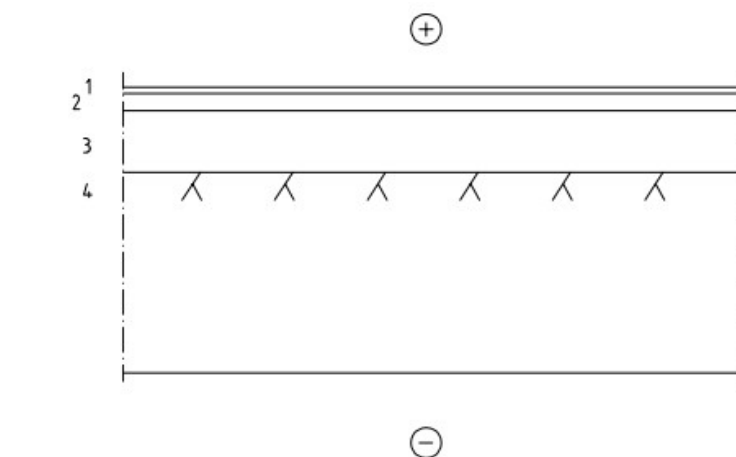
10 mm	1	Parkett
28 mm	2	Spånskiva
50 mm	3	Plankor
200 mm	4	Stock k1200 + sågspån
12 mm	5	Vindskyddsskiva
20 mm	6	Bräder k400
50 mm	7	Luftspalt
	8	Sand

Total bredd: 370mm
 Total yta: 36.3m²
 U-Värde: 0.35 W/m²K

Figur 16. Golvet uppbyggnad UB 3. (Axén, 2023)

UB 3.1

I nordvästra hörnet av golvet i verandan fanns det inte rum för UB 3 golvkonstruktion, eftersom berget kom upp så högt på den platsen. Därför består golvet på den platsen endast av parkett, spånskiva och betong. Det finns alltså ingen isolering på den platsen vilket gör platsen till en stor köldbrygga. Golvytan utan isolering är ca 1,2 m² och markeras med orange färg på planritningen. U-värdet är 1,86 W/m²K. Se golvets uppbyggnad figur 17. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 5.



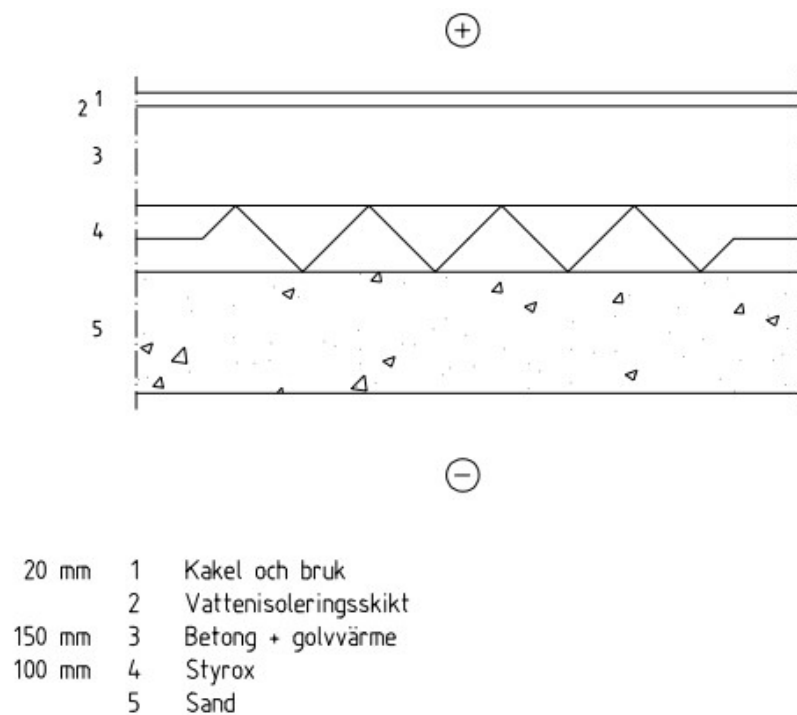
10 mm	1	Parkett
28 mm	2	Spånskiva
100 mm	3	Betong
	4	Berg

Total bredd: 138mm
 Total yta: 1.2m²
 U-Värde: 1.86 W/m²K

Figur 17. Golvets uppbyggnad UB 3.1. (Axén, 2023)

UB 4

Undrebjälklag 4 finns på första våningen i våtutrymmena. Golvet markeras med ljusblått på planritningen. Totala ytan av golvtypen är 11.7 m². U-värdet är 0,35 W/m²K. Se golvet uppbyggnad figur 18. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 6.



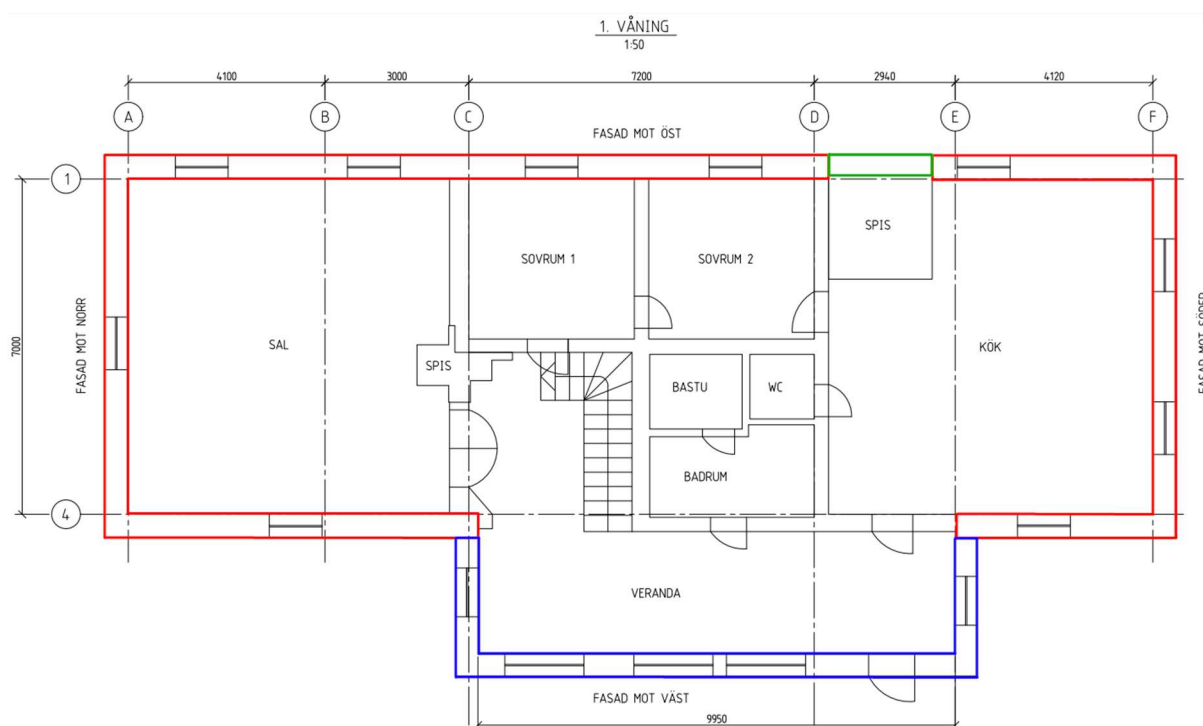
Total bredd: 270mm
 Total yta: 11.7m²
 U-Värde: 0.35 W/m²K

Figur 18. Golvet uppbyggnad UB 4. (Axén, 2023)

5.2.2 Väggar

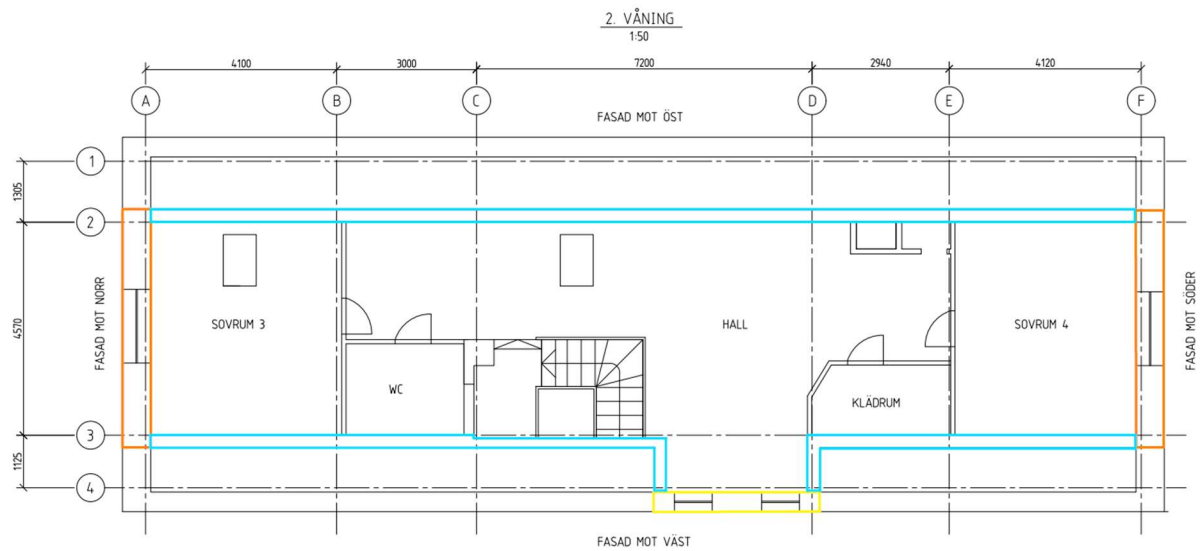
Väggarna i huset delas upp i olika konstruktionstyper efter deras uppbyggnadsprincip. Väggarna namnges som YV 1, YV 2, YV 3, YV 4, YV5 och YV 6 och de får en egen färg som används för att markera ut dess position på planritningen. (Figur 19 och 20). Golvet är byggt mot väggarna så att väggen går ner förbi golvet till stenfoten. De senaste ändringarna i väggarna utfördes i omgångar under 1980-1990 talet.

- YV 1 = Röd
- YV 2 = Blå
- YV 3 = Grön



Figur 19. Markerade väggar på planritning, våning 1. (Axén, 2023)

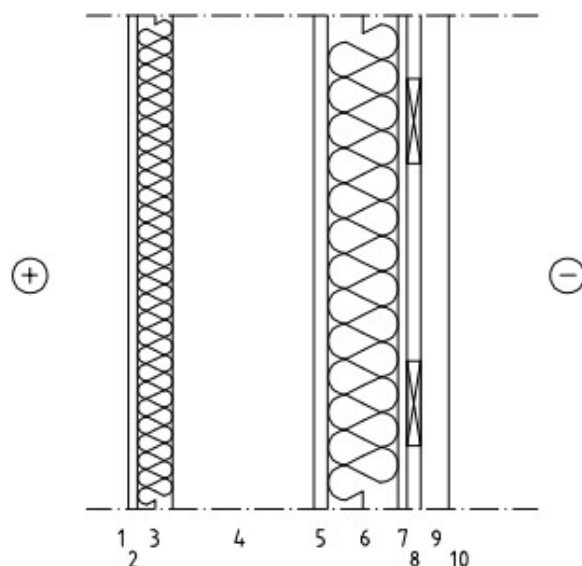
- YV 4 = Orange
- YV 5 = Gul
- YV 6 = Ljusblå



Figur 20. Markerade väggar på planritning, våning 2. (Axén, 2023)

YV 1

Yttervägg 1 finns på första våningen i huset och fungerar som husets bärande stomme. Väggen omringar köket, de två sovrummen och salen. Väggen markeras med rött på planritningen. Totala ytan av väggtypen är 154,5 m². U-värdet är 0,17 W/m²K. Se väggens uppbyggnad figur 21. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 7.



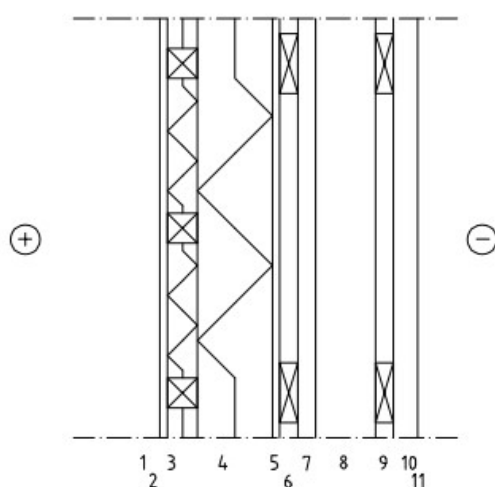
	1	Tapet
13 mm	2	Gipsskiva
50 mm	3	Vertikal 2x2 + mineral ull
200 mm	4	Stock
30 mm	5	Bräder + lister (gammal brädfodring)
100 mm	6	Battning + mineral ull (upprätaad vägg)
12 mm	7	Vindskyddsskiva
30 mm	8	Horisontell läkt
50 mm	9	Brädfodring (omlottts)
	10	Målfärg

Total bredd: 485mm
 Total yta: 154.5m²
 U-Värde: 0.17 W/m²K

Figur 21. Väggs uppbyggnad YV 1. (Axén, 2023)

YV 2

Yttervägg 2 är väggtypen som finns på den första våningen i huset. Väggens konstruktion är yttervägg för husets veranda på första våningen. När verandan byggdes var den planerad att fungera som ett kallt utrymme (kall veranda). Med tiden har rummet börjat användas som ett varmt rum, även om förutsättningarna inte är de bästa. Nu medför väggkonstruktionen svårigheter i att kunna hålla rummet varmt pga dess konstruktion. Väggens konstruktion markeras med blått på planritningen. Totala ytan av väggtypen är 35,8 m². U-värdet är 0,49 W/m²K. Se väggens uppbyggnad i figur 22. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 8.



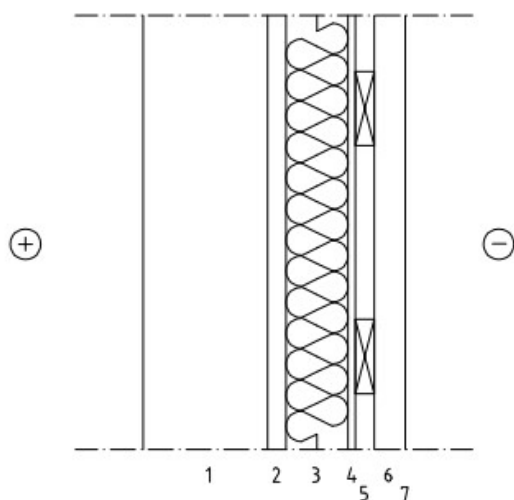
	1	Tapet
13 mm	2	Gipsskiva
50 mm	3	2x2 + isolering (sågspån)
125 mm	4	Vertikal 2x5 + isolering (sågspån)
12 mm	5	Vindskyddsskiva
30 mm	6	Horisontell läkt
30 mm	7	Bräder + lister (gammal brädfodring)
100 mm	8	Battning (upprätad vägg)
30 mm	9	Horisontell läkt
50 mm	10	Brädfodring (omlott)
	11	Målfärg

Total bredd: 440mm
 Total yta: 35.8m²
 U-Värde: 0.49 W/m²K

Figur 22. Väggens uppbyggnad YV 2. (Axén, 2023)

YV 3

Yttervägg 3 är väggtypen som finns på den första våningen i huset. Väggen har en problematisk position eftersom husets vedeldade spis är monterad precis intill stockväggen. Därför saknar just den här platsen gipsskiva och 50 mm isolering på insidan som finns på US 1. Detta eftersom det helt enkelt inte fanns plats för det. Väggen markeras med grönt på planritningen. Totala ytan av väggtypen är 6,5 m². U-värdet är 0,22 W/m²K. Se väggens uppbyggnad figur 23. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 9.



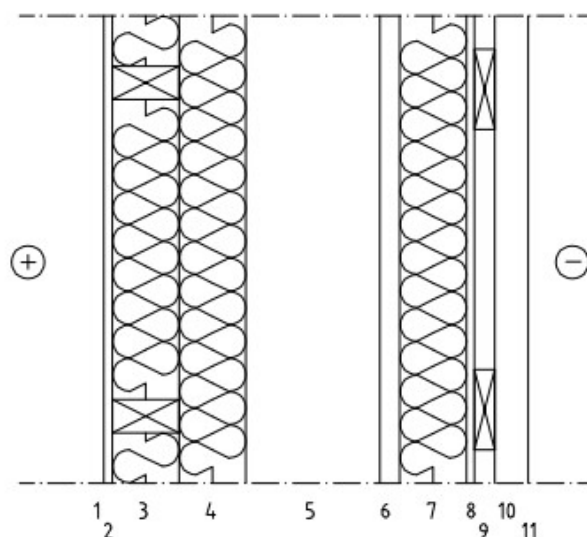
200 mm	1	Stock
30 mm	2	Bräder + lister (gammal brädfodring)
100 mm	3	Batting + mineral ull (upprätad vägg)
12 mm	4	Vindskyddsskiva
30 mm	5	Horisontell läkt
50 mm	6	Brädfodring (omlotts)
	7	Målfärg

Total bredd: 422mm
 Total yta: 6.48m²
 U-Värde: 0.22 W/m²K

Figur 23. Väggens uppbyggnad YV 3. (Axén, 2023)

YV 4

Yttervägg 4 är väggtypen som finns i gavlarna på den andra våningen i huset. Vid renovering av övervåningen i slutet av 1990-talet tillades rejält med isolering i väggarna, därav väggens bredd. Väggen markeras med orange på planritningen. Totala ytan av väggtypen är 16,8 m². U-värdet är 0,11 W/m²K. Se väggens uppbyggnad figur 24. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 10.



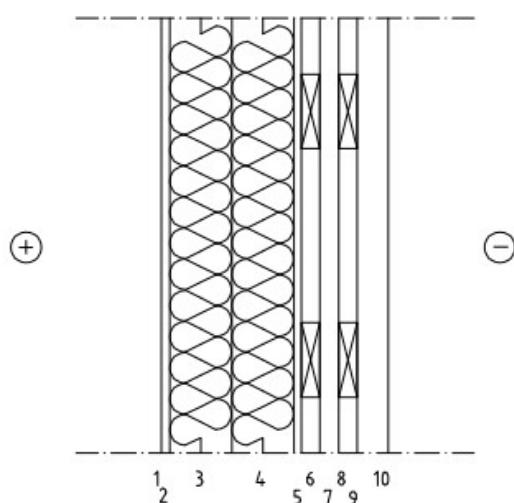
	1	Tapet
13 mm	2	Gipsskiva
100 mm	3	Batting k600 + mineral ull
100 mm	4	Batting k600 + mineral ull
200 mm	5	Stock
30 mm	6	Bräder + lister (gammal brädfodring)
100 mm	7	Batting + mineral ull (upprätad vägg)
12 mm	8	Vindskyddsskiva
30 mm	9	Horisontal läkt
50 mm	10	Ny brädfodring (omlott)
	11	Målfärg

Total bredd: 635mm
 Total yta: 16.8m²
 U-Värde: 0.11 W/m²K

Figur 24. Väggs uppbyggnad YV 4. (Axén, 2023)

YV 5

Yttervägg 5 är väggtypen som finns på den andra våningen i huset. Vid renovering av övervåningen under 1990-talet planerades en balkong i mitten av husets långsida mot väst. Balkongen skulle inte byggas direkt så en provisorisk vägg byggdes på insidan av den gamla väggen. Balkongen har ännu inte uppförts vilket betyder att den gamla väggkonstruktionen står kvar. Väggen markeras med gult på planritningen. Totala ytan av väggtypen är 5,4 m². U-värdet är 0,20 W/m²K. Se väggens uppbyggnad figur 25. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 11.



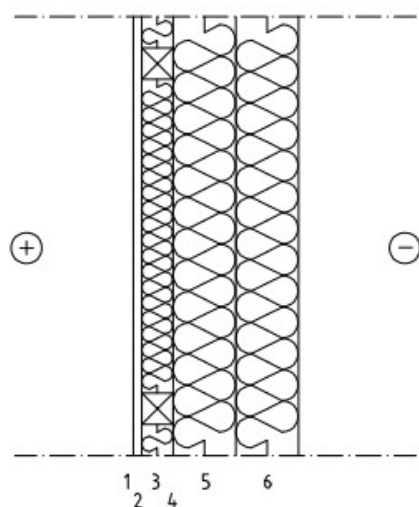
	1	Tapet
13 mm	2	Gipsskiva
100 mm	3	Batting k600 + mineral ull
100 mm	4	Batting k600 + mineral ull
12 mm	5	Vindskyddsskiva
30 mm	6	Horisontell läkt
30 mm	7	Bräder (gammal brädfodring)
30 mm	8	Horisontell läkt
50 mm	9	Brädfodring (omlotts)
	10	Målfärg

Total bredd: 365mm
 Total yta: 5,4m²
 U-Värde: 0.20 W/m²K

Figur 25. Väggens uppbyggnad YV 5. (Axén, 2023)

YV 6

Yttervägg 6 är väggtypen som finns på den andra våningen i huset. Vid renovering av övervåningen i slutet 1990-talet byggdes en ny vägg. Väggens byggdes ca 1 m in från ytterväggen och emellan dem blev det en kall kattvind. Detta för att taket skulle ha blivit så lågt längs med långsidan att golvytan inte skulle varit särskilt användbar. Väggens är den enda i huset med plast som fuktspärr. Väggens markeras med ljusblå på planritningen. Totala ytan av väggtypen är 55,7 m². U-värdet är 0,17 W/m²K. Se väggens uppbyggnad figur 26. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 12.



	1	Tapet
13 mm	2	Gipsskiva
50 mm	3	2x2 k600 + mineral ull
	4	Fuktspärr (plast)
100 mm	5	Battning k600 + mineral ull
100 mm	6	Battning k600 + mineral ull

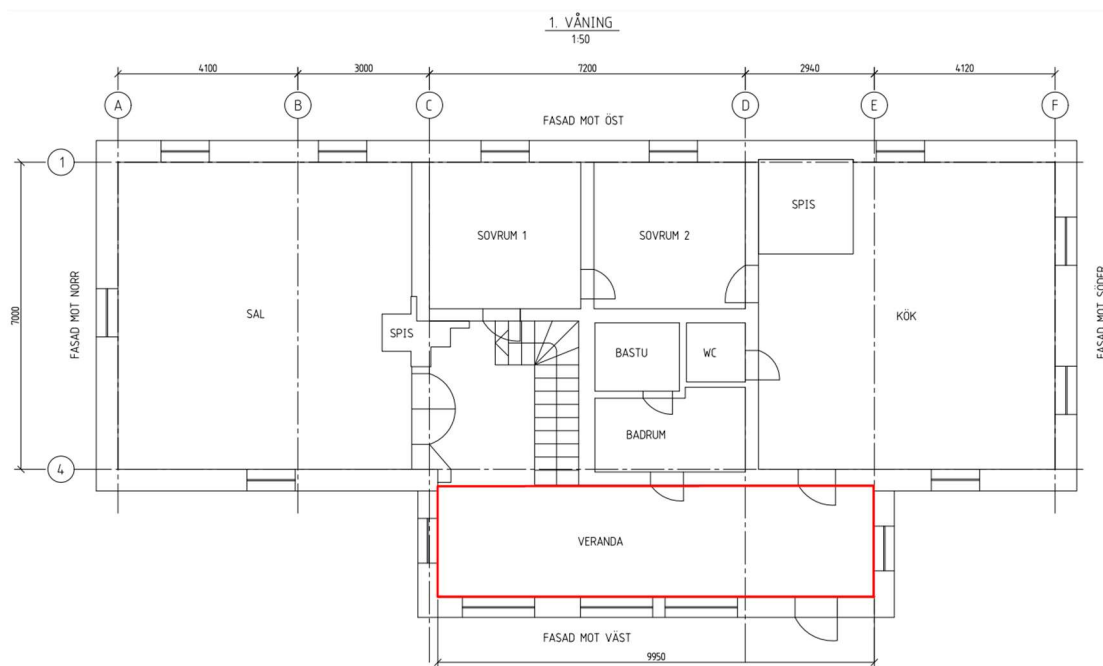
Total bredd: 263mm
 Total yta: 55.7m²
 U-Värde: 0.17 W/m²K

Figur 26. Väggens uppbyggnad YV 6. (Axén, 2023)

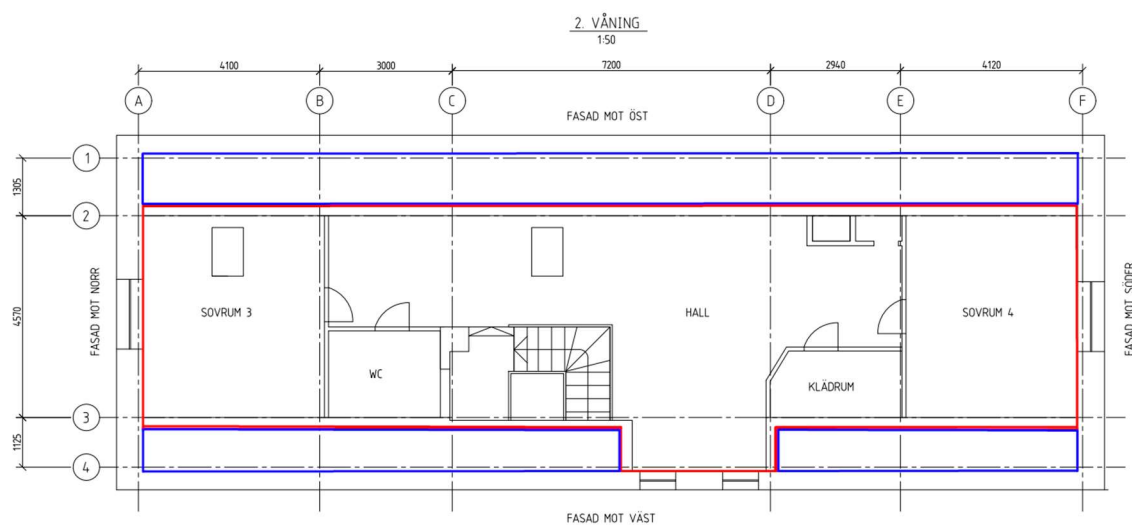
5.2.3 Tak

Taken i huset delas upp i två olika konstruktionstyper efter deras uppbyggnadsprincip. Taken namnges ÖB 1 och ÖB 2 och de får en egen färg som används för att markera ut dess position på planritningen. De senaste ändringarna i taken utfördes i omgångar under 1980-1990 talet.

- ÖB 1 = Röd
- ÖB 2 = Blå



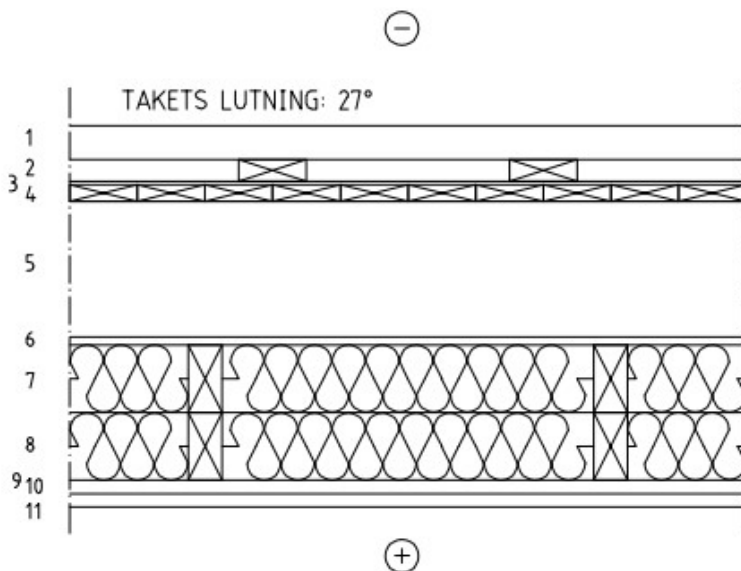
Figur 27. Markerade tak på planritning, våning 1. (Axén, 2023)



Figur 28. Markerade tak på planritning, våning 2. (Axén, 2023)

ÖB 1

Övrebjälklag 1 sträcker sig över verandan och huvuddelen av andra våningen. Taket markeras med rött på planritningarna. Totala ytan av taket är 144 m². U-värdet är 0,21 W/m²K. Se takets uppbyggnad figur 29. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 13.



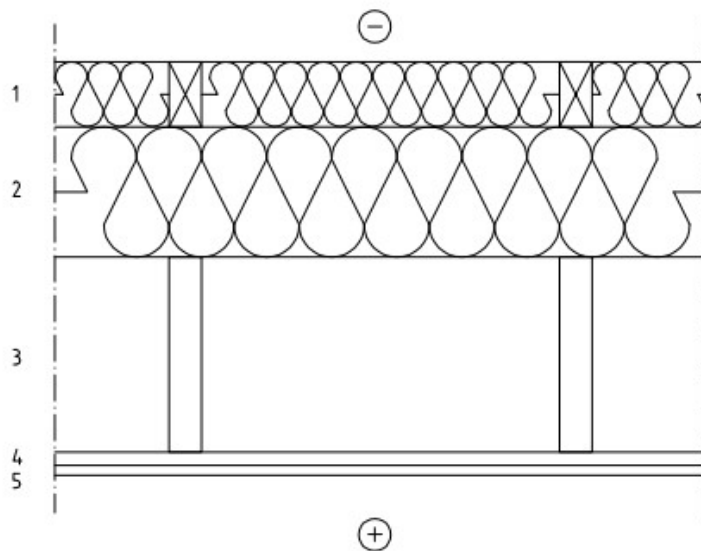
50 mm	1	Plåt tak med tegel profil
32 mm	2	Tak läkt
5 mm	3	Filt
25 mm	4	Bräder
200 mm	5	Halverade stockar k1200
12 mm	6	Vindsskyddskiva
100 mm	7	Batting + mineral ull
100 mm	8	Batting + mineral ull
	9	Plast
20 mm	10	Tak läkt
20 mm	11	Tak panel

Total bredd: 564mm
 Total yta: 144m²
 U-Värde: 0.21 W/m²K

Figur 29. Takets uppbyggnad ÖB 1. (Axén, 2023)

ÖB 2

Övrebjälklag 2 är delen av kattvindens golv som gränsar ner mot första våningen. Taket markeras med blått på planritningen. Totala ytan av taket är 40,8 m². U-värdet är 0,16 W/m²K. Se takets uppbyggnad figur 30. Se bilagor ur D.O.F. beräkningsprogrammet bilaga 14.



100 mm	1	Batting k600 + mineral ull
200 mm	2	Stock k1200 + mineral ull
300 mm	3	Nersäkt tak med 2x2
20 mm	4	Tak läkt
20 mm	5	Tak panel

Total bredd: 540mm
 Total yta: 40.8m²
 U-Värde: 0.16 W/m²K

Figur 30. Takets uppbyggnad ÖB 2. (Axén, 2023)

5.2.4 Fönster och dörrar

Husets fönster och dörrar delas upp enligt fönstertyp 1, 2, 3, 4, 5 och 6 enligt vilken sorts fönster det är. Samma gäller den enda ytterdörren i huset dörrtyp 1. Fönstrens och dörrens höjd, bredd och totala yta beräknas och ett U-värde uppskattas enligt tillverkningsår och hur fönstret eller dörren är uppbyggd. Till exempel har ett nytt två eller tre glas fönster bättre U-värde än ett äldre två eller tre glas fönster.

Samtliga fönster i byggnaden är i relativt gott skick. År 2018 slipades och målades alla fönsterkarmar. Från utsidan sett har endast lite färg börjat flagna i nedre kanten av de äldsta fönstren. (Figur 31).



Figur 31. Bild utifrån på ett av de äldsta fönstren på första våningen. (Axén, 2023)

På samtliga fönster på första våningen är tätningslisterna på flera ställen slitna och ihoptryckta. Detta försämrar fönstrens isoleringsförmåga. Tätningslisterna har inte bytts sen år 1991. (Se figur 32 och 33).



Figur 32 och figur 33. De gamla och ihoptryckta tätningslisterna i första våningens fönster.

Fönstertyp 1

Fönstertyp 1 finns på första våningen i alla rum förutom verandan. Fönstret är 1,1 m brett och 1,75 m högt. (Figur 34). Totalt finns det 10 stycken fönster av denna typ i huset. Fönstret är ett två glas fönster och är inlagt 1982. Enligt Energimyndigheten (2022) har ett gammalt tvåglasfönster ett U-värde på ca 3 W/m²K. Total finns det 19,3 m² fönsteryta av denna fönstertyp.



Figur 34. Bild inifrån av fönstertyp 1. (Axén, 2023)

Fönstertyp 2

Fönstertyp 2 finns på första våningen i gavlarna i husets veranda. Fönstret är 1m brett och 1,35m högt. (Figur 35). Totalt finns det två fönster av denna typ i huset. Fönstret är ett två glas fönster och är inlagt 1982. Enligt Energimyndigheten (2022) har ett gammalt tvåglasfönster ett U-värde på ca $3\text{W/m}^2\text{K}$. Totalt finns det $2,7\text{m}^2$ fönsteryta av denna fönstertyp.



Figur 35. Bild inifrån av fönstertyp 2. (Axén, 2023)

Fönstertyp 3

Fönstertyp 3 finns på första våningen på långsidan i husets veranda. Fönstret är 1,65 m brett och 1,35 m högt. (Figur 36). Totalt finns det tre fönster av denna sort i huset. Fönstret är ett tvåglasfönster och är inlagt 1982. Enligt Energimyndigheten (2022) har ett gammalt tvåglasfönster ett U-värde på ca 3 W/m²K. Totalt finns det 6,7 m² fönsteryta av denna fönstertyp.



Figur 36. Bild inifrån av fönstertyp 3. (Axén, 2023)

Fönstertyp 4

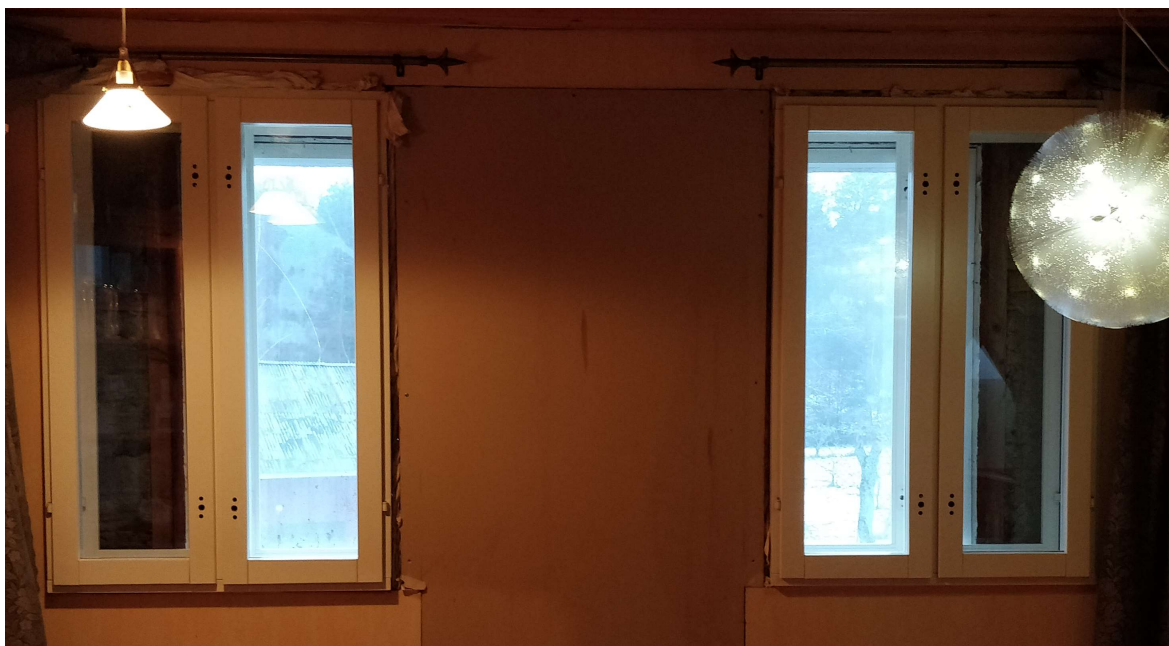
Fönstertyp 4 finns på andra våningen på husets gavlar. Fönstret är 1,6 m brett och 1,2 m högt. (Figur 37). Totalt finns det två fönster av denna typ i huset. Fönstret är ett fabriksstillverkat två glas fönster med aluminiumbeklädnad på utsidan. Fönstret är inlagt 1999. Enligt (SP Fönster, 2022) har denna typ av tvåglasfönster ett U-värde på ca 1,5 W/m²K. Total finns det 3,8 m² fönsteryta av denna fönstertyp.



Figur 37. Bild inifrån av fönstertyp 4. (Axén, 2023)

Fönstertyp 5

Fönstertyp 5 finns på andra våningen på husets långsida vid den provisoriskt byggda väggen. På denna plats var det meningen att väggen skulle rivas och fönstren flyttas ut. Därför har deras tätning endast gjorts med lös isolering och någon slags duk. Fönstret är 0,8 m brett och 1,2 m högt. (Figur 38). Totalt finns det två fönster av denna typ i huset. Fönstret är ett fabriksstillverkat två glas fönster med aluminiumbeklädnad på utsidan. Fönstret är inlagt 1999. Enligt (SP Fönster, 2022) har denna typ av tvåglasfönster ett U-värde på ca 1,5 W/m²K. Total finns det 1,9 m² fönsteryta av denna fönstertyp.



Figur 38. Bild inifrån av fönster typ 5. (Axén, 2023)

Fönstertyp 6

Fönstertyp 6 är ett takfönster och finns på andra våningen i huset. Fönstret är 0,7 m brett och 1,1 m högt. (Figur 39). Totalt finns det två fönster av denna typ i huset. Fönstret är ett fabriksstillverkat fönster med aluminiumbeklädnad på utsidan. Fönstret är inlagt 1999. Enligt (Velux, u.d.) har liknande nya takfönster ett U-värde på ca 1,3 W/m²K. För detta fönster används ett U-värde på ca 1,5 W/m²K. Totalt finns det 1,5 m² fönsteryta av denna fönstertyp.



Figur 39. Bild inifrån av fönster typ 5. (Axén, 2023)

Dörrtyp 1

Dörrtyp 1 finns på första våningen i husets veranda. Detta är den enda ytterdörren som finns i huset. Dörren är 1 m bred och 2,1 m hög. (Figur 40). Dörren är en gammal trädörr. Enligt (Dinbyggare.se, u.d.) håller en vanlig dörr ett U-värde på ca 0,8–1,5 W/m²K. Äldre dörrar kan ha ett ännu högre U-värde. För denna dörr används ett U-värde på 1,5 W/m²K. Dörrens totala yta är 2,1 m²



Figur 40. Bild inifrån av dörr typ 1. (Axén, 2023)

5.3 Nuvarande uppvärmningssystem

Byggnaden huvudsakliga värmesystem är en kombinationspanna av modell Arimax 60 installerad år 1993 och den finns i huset bredvid exempelbyggnaden (det mindre huset till vänster på figur 11 och 12). Pannan eldas med ved men kan även eldas med olja och pellets. Idag används egenproducerad ved för att elda i pannan. Behovet av ved är stort och det är ett arbete som kräver mycket tid året om för att säkra att ved finns i förvaring.

Veden värmer upp pannans vatten (200 l) som börjar cirkulera 80 gradigt varmvatten till en vattentank (1800 l). Totalt kan det värmas upp 2000 l vatten, vilket betyder att en stor mängd varmvatten kan lagras i tanken. Det varma vattnet leds från pannrummet till husets vattenburna värmeelement och till kranarnas varmvattenblandare. En panna av denna storlek ska producera tillräckligt med värme för att värma 200–400 m² våningsyta. De kallaste vinterdagarna eldas ungefär två 200 l skottkärror med ved för att upprätthålla värmen i huset.

På taket, i huset där pannrummet är, finns även fem stycken vattenburna solfångare som på varma sommardagar hjälper till med uppvärmningen. Vattnet i solfångare måste värmas till 80 grader för att cirkulationen från taket till vattentanken ska börja. Det varma vattnet leds ner till vattentanken och hjälper till med uppvärmningen av vattnet. (Se figur 7). Med hjälp av solfångare behövs det inte eldas varje dag under sommaren utan det eldas ungefär en skottkärra (200 l) var fjärde dag.

I sovrummen på andra våningen, i de båda gavlarna, används eldrivna värmeelement för att värma upp de enskilda rummen. I hallen på övervåningen intill den provisoriska väggen finns två eldrivna värmeelement som aldrig tagits i bruk. Det eftersom värmen nerifrån verandan stigit upp genom trapphuset och värmt upp övervåningens hall. Alla våtutrymmen värms upp med eldriven golvvärme.

I huset finns även en kamin i salen samt en spis i köket som eldas i vid behov under de kallaste dagarna. (Se figur 41 och 42).



Figur 41. Kaminen i salen (vänster). (Axén, 2023)

Figur 42. Spisen i köket (höger). (Axén, 2023)

6 Åtgärdsförslag för exempelobjektet

Vid analysen av exempelobjektet har det framkommit flera åtgärder som kan göras för att energieffektivisera byggnaden. Vad som väljs att göra är upp till husägaren. Det finns till exempel flera argument för och emot att byta fönster, tilläggisolera där U-värdet är högt eller helt göra om en tidigare tilläggsisolering. Nedan kommer listas de alternativa åtgärder som är rimligast för exempelobjektet både ekonomiskt och med tanke på miljön.

För att dela upp vad som kunde göras för att energieffektivisera exempelobjektet måste lagen tas i beaktande vad gäller bygglov, åtgärdstillstånd och krav på U-värden. För exempelobjektet på Houtskär gäller Pargas stads föreskrifter för bygglov och åtgärdstillstånd. Relevant för detta arbete är ifall en förändring av fasaden görs utåt måste enligt (Pargas stad, u.d.) ett åtgärdstillstånd för fasadändring sökas.

Vad gäller U-värden för konstruktionerna bör de olika vägg- och takkonstruktionerna minska sitt U-värde med hälften vid fall där förändringen kräver åtgärdstillstånd, till exempel vid en fasadändring. Åtgärdstillstånd behövs inte då en tilläggsisolering görs inåt utan att fasaden ändras. Gällande golvkonstruktioner är kravet att byggnadens energiprestanda i mån av möjlighet ska förbättras från sitt föregående skick. Detta enligt vad som är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt genomförbart.

6.1 För konstruktionsdelarna

Nedan tas alla de olika konstruktionsdelarna upp, vad deras U-värde är och vad som riktlinjen borde vara för att förbättra dem. Det som är långsiktigt mest ekonomiskt är att förbättra U-värdet på platser där det är som högst och där åtgärderna är rimliga, ekonomiska och praktiskt enkla att genomföra.

6.1.1 Golv

Eftersom en förändring eller renovering av ett golv i exempelobjektet inte kräver åtgärdsstillstånd, behöver inget specifikt krav tas i beaktande. Vid renovering gäller att energiprestandan ska förbättras. U-värdes kravet vad gäller nya byggnaders bottenbjälklag mot mark är $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ och kan användas som riktlinje. Inget av de fem olika golvkonstruktionerna i exempelobjektet når U-värdet:

- UB 1 (kök och sovrum) = $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- UB 2 (salen) = $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- UB 3 (veranda) = $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- UB 3.1 (veranda) = $1,86 \text{ W/m}^2\text{K}$
- UB 4 (våtrum) = $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

UB 1 och 2

Vad gäller UB 1 och UB 2 är U-värdet på en bra nivå för att vara ett gammalt stockhus. Så för dessa platser behövs ingen energieffektiviseringsåtgärd.

UB 3 och UB 3.1

UB 3 och UB 3.1 är båda en del av golvet i verandan och båda har höga U-värden. Speciellt UB 3.1 som inte har isolering alls. Åtgärderna på denna plats är aningen svåra, eftersom golvet inte kan byggas neråt på grund av det underliggande berget. Det är inte heller ett praktiskt genomförbart alternativ att höja upp hela golvet inomhus. Att höja upp golvet skulle kräva stora arbeten och slutgiltiga resultatet skulle vara ett förhöjt golv i verandan med 10–20 cm. Det skulle medföra höga trösklar till husets andra rum. Det skulle även minska utrymmet i huset drastiskt.

Ett alternativ kunde vara bygga en sorts bänk eller upphöjd platta på platsen där berget är. Platsen utan isolering är $1,2 \text{ m}^2$ och att då bygga en isolerad bänk med till exempel 20 cm cellplast som isolering, skulle troligtvis vara det billigaste och enklaste alternativet. Bänken kunde användas som en bänk för blommor eller en sittplats för människor.

Med tanke på att hela verandans golv borde tas upp och isoleras om, kunde ett annat alternativ vara att försöka ”få bort” berget genom att spränga med snigeldynamit eller vanlig sprängning. På det sättet skulle man bevara verandans utseende.

Snigeldynamitsprängning görs genom att borra 35 mm hål med 150 mm mellanrum i berget. Under ca tre dagar sker sedan sprickbildning i berget mellan de borrade hålen. Därefter följer pikning och brytning för att få bort så mycket av berget som är möjligt eller behövs. För att utföra denna metod måste golvet på platsen vid berget helt öppnas upp. (Christiernsson, 2015)

Det andra alternativet är att spränga med vanlig dynamit. Detta kan endast göras av kvalificerade personer med sprängningstillstånd. Det skulle krävas att verandan rivs tillräckligt mycket för att små laddningar skulle kunna spränga bort berget vid husets hörn. Det finns flera nackdelar med metoden, exempelvis att sprängning nära en byggnad kan medföra sprickor i kakel och betongplattor, sprickor i glas och skakningar i hela husets konstruktion.

När sprängningen har utförts borde konstruktionen byggas upp enligt köket och sovrummens golvkonstruktion. Det skulle medföra att hela golvet i verandan tas upp och all sågspånsisolering tas ut. Genom att byta ut sågspånsisoleringen mot mineralull, skulle ett U-värde på ca 0,20 W/m²K uppnås.

De två förslagen med sprängning är mycket arbetsdryga och dessutom riskfyllda metoder för att förbättra U-värdet för 1,2 m² golvyta. Därför rekommenderas att bygga en isolerad bänk på denna plats. Resterande del av golvet UB 3 kunde byggas upp enligt UB 1 konstruktionen.

UB 4

För golvet i våtrummen UB 4 är U-värdet relativt högt och en förändring av dessa kräver mycket arbete, att pika bort gammal betong och kakel och kan ofta bli dyrt. I samband med en renovering av insidan i våtrummen, där kakel och vattenisoleringskiktet förnyas, skulle en tilläggsisolering av golvet rekommenderas. Det skulle göras genom att ta bort lite av sandlagret under den nuvarande konstruktionen för att få plats med ytterligare ca 10 cm cellplast. På detta sätt skulle platsen uppnå ett U-värde på 0,19 W/m²K.

6.1.2 Väggar

En förändring av husets fasad kräver åtgärdsstillstånd, vilket betyder att U-värdeskravet på en minskning med hälften av den ursprungliga konstruktionens uppbyggnad bör tas i beaktande. Detta gäller ifall fasaden ändras utåt. Annars är kravet att byggnadens energiprestanda i mån av möjlighet ska förbättras från sitt föregående skick.

Vad gäller nya byggnaders väggar är kravet på U-värde $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. För nya stockväggar är U-värdes kravet $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dessa krav kan användas som riktlinje. Flera av väggarnas U-värde når dessa riktlinjer:

- YV 1 (våning 1, sal, sovrum och kök) = $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- YV 2 (våning 1, veranda) = $0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$
- YV 3 (våning 1, vägg intill spis) = $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
- YV 4 (våning 2, gavlar) = $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$
- YV 5 (våning 2, vägg mot planerad balkong) = $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- YV 6 (våning 2, långsidor mellan varma sidan och kattvinden) = $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

YV 1, YV 3 och YV 4

Alla dessa väggar är stockväggar och de har alla ett väldigt lågt U-värde. U-värdes kravet på $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ för en nybyggd stockvägg visar hur bra isolerade dessa väggar är. Problemet med så här täta och välisolerade stockväggar är att det kan förhindra att potentiellt inträngd fukt inte kan torka upp, speciellt med tanke på valet av mineralull som tilläggsisolering. Vid en renovering av dessa väggar skulle det vara rekommenderat att byta ut isoleringen mot en träfiberisolering med bättre förmåga att torka. På dessa platser behövs ingen åtgärd göras för energieffektivisering.

YV 2

YV 2 är väggen i husets veranda. Eftersom väggen inte är av stock är riktlinjen att en ny vägg av denna typ skulle ha ett U-värde på $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Genom att ta upp väggen och byta ut all sågspånsisolering mot exempelvis träfiberisolering kunde man förbättra väggens U-värde rejält, utan att ändra på väggens tjocklek. Då skulle

ingen tilläggsisolering behöva göras utan endast ett byte av isoleringsmaterial. På det sättet skulle väggen behålla sitt nuvarande utseende och tjocklek. Med denna metod skulle väggen uppnå ett U-värde på $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

YV 5 och YV 6

Dessa väggar har ett lågt U-värde och inga åtgärder behöver göras. Utseendemässigt borde YV 5 väggen färdigställas och en dörr borde installeras i samband med balkongbygget.

6.1.3 Tak

Eftersom en förändring eller renovering av taket för exempelobjektet inte kräver åtgärdsstillstånd, behövs inget specifikt krav tas i beaktande. Kravet att byggnadens energiprestanda i mån av möjlighet ska förbättras från sitt föregående skick gäller i stället. U-värdes kravet vad gäller nya byggnaders tak är $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ och kan användas som riktlinje.

- ÖB 1 (Husets tak) = $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ÖB 2 (Tak mot kattvind) = $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

ÖB 1 och ÖB 2

Båda takens U-värde är aningen högre än riktlinjen för nya hus. För att förbättra U-värdet kunde det tilläggsisoleras med ett lager lös ull. Det skulle krävas ett extra lager med 150–200 mm lösull ovanpå konstruktionerna för att uppnå värdet på $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ för takkonstruktionerna.

6.1.4 Fönster och dörrar

Husets samtliga fönster och dörrar har ett högre U-värde än vad som är standard för nya hus. Dock tillåter lagen att bevara befintliga fönster och dörrar och då kan de förbättras för att sänka U-värdet. Kravet för nya fönster och dörrar är ett U-värde på: $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ vilket fungerar som riktlinje. De nuvarande fönstren och dörren har U-värden på:

- Fönster typ 1 (våning 1, sal, sovrum och kök) = $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fönster typ 2 (veranda) = $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fönster typ 3 (veranda) = $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fönster typ 4 (våning 2, sovrum) = $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fönster typ 5 (våning 2, hall) = $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fönster typ 6 (våning 2, takfönster) = $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dörr typ 1 (veranda) = $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fönstertyp 1, 2 och 3

Alla dessa fönster finns på första våningen och är de äldsta fönstren i huset. Deras nuvarande U-värde är tre gånger högre än för nya moderna fönster. Problemet med dessa fönster är att deras U-värde är högt och fönstren är många och stora. Totalt medför alla fönstren $28,7 \text{ m}^2$ väggyta. Med tanke på deras höga U-värde medför fönstren stora värmeförluster i huset. De två alternativen som finns för fönstertyp 1, 2 och 3 är att behålla dem och utföra restaurering för att minska dess U-värde eller att byta ut fönstren mot nya.

U-värdet kunde förbättras genom att förnya fönstrens tätningar som i nuläget är dåliga. Även listerna kring fönstren kunde tas bort för att ta reda på hur väl isolerat det är mellan karm och stomme, samt fylla på med isolering där det går. Enligt Avasoo (2003) kan man genom att byta ut fönstrens inre glas till energisparande glas minska på fönstrens U-värden. Vid en kombination av dessa åtgärder kunde U-värdet på fönstren sänkas till ca $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Att täta fönstret på detta vis kunde medföra problem i hur huset ventileras. Huset har självdragsventilation och det betyder huset ventileras genom att luftströmmar sker genom husets klimatskal. Fönstren är en typisk plats var luftströmmar förekommer. För dessa fönster rekommenderas därför att endast förnya tätningar och tilläggsisolera runt fönstren

med träbaserade isoleringsmaterial för att behålla fönstrens möjlighet att ventileras byggnaden.

Fönstertyp 4, 5 och 6

Alla dessa fönster finns på andra våningen i huset och hör till en nyare modell av fönster. Deras nuvarande U-värde är endast lite högre än fönster i nya hus. Fönstrens tätningar är i gott skick. Vad gäller fönstertyp 5 borde tätningarna mellan karm och stomme förnyas då balkongen och väggen till balkongen färdigställs. Andra åtgärder behöver inte göras.

Dörrtyp 1

Dörrtyp 1 är den enda ytterdörren i huset. U-värdet är ganska högt i jämförelse med nya dörrar. Dörren och dess tätningar är i gott skick. Ett förslag skulle vara att lägga in en innerdörr framför dörren. Just nu finns gott om plats i dörrhålet för en innerdörr. Då kunde eventuella värmeförluster minskas.

6.2 Åtgärdsförslag för uppvärmningssystemet

Det nuvarande uppvärmningssystemet är en kombination av vattenburna värmeelement drivna av vedeldad panna med kombination av vattenburna solfångare. I vissa rum används eluppvärmning med el element eller golvvärme. Systemet är rätt dimensionerat för husets storlek. Eftersom veden är egen producerad, är systemet relativt billigt i jämförelse med andra alternativ.

Problemet med den nuvarande vedeldade pannan är att den börjar vara i slutet av sin förväntade livslängd. Pannan förväntas fungera i 25–30 år. Pannan är nu inne på sitt 30 år. För att försäkra sig om att huset inte blir utan uppvärmningssystem, är en installation av ett nytt system att rekommendera. Bekvämlighetsmässigt är den vedeldade pannan också ett problem. På vintern kan man inte lämna huset utan att någon eldar i pannan så att värmen i huset hålls på plus sidan. Ifall det inte eldas, kyls huset snabbt ner och det kan i värsta fall förstöra vattensystem eller elektronik. Tiden som läggs ner på att hugga, tillverka, torka, rada, och elda veden är hög.

Eftersom alla uppvärmningssystem har sina för- och nackdelar finns inget "rätt" svar vad gäller byte av uppvärmningssystem, endast rekommendationer. I detta fall skulle ett bergvärmesystem fungera bra. Kostnaden för att installera systemet skulle vara högt, speciellt med tanke på husets storlek. Tanken är att systemet skulle betala sig med tiden i form av pengar, tid och bekvämlighet. Priset på driftskostnaden för både bergvärmesystemet och eldrivna uppvärmningssystemen kunde sänkas med en installation av solpaneler som tillverkar el. Vid renovering av våtutrymmen kunde golvvärmen bytas ut från eldriven golvvärme till vattenburen golvvärme, som kunde drivas av bergvärmesystemet.

Argumentet mot installation av solpaneler är att det ändrar byggnadens utseende. Husets position är inte heller idealiskt för att ha solpaneler på taket. Efter som taket lutar mot väst och öst, skulle en effektivitetsgrad landa på ca 80 % av det idealiska läget med tak mot söder. Ett alternativ kan vara att installera solpanelerna på marken, genom att bygga ställningar som solpanelerna fästs i. Det skulle inte påverka husets utseende och de kunde placeras så att de skulle ge den mest effektiva upptagningen av solenergi.

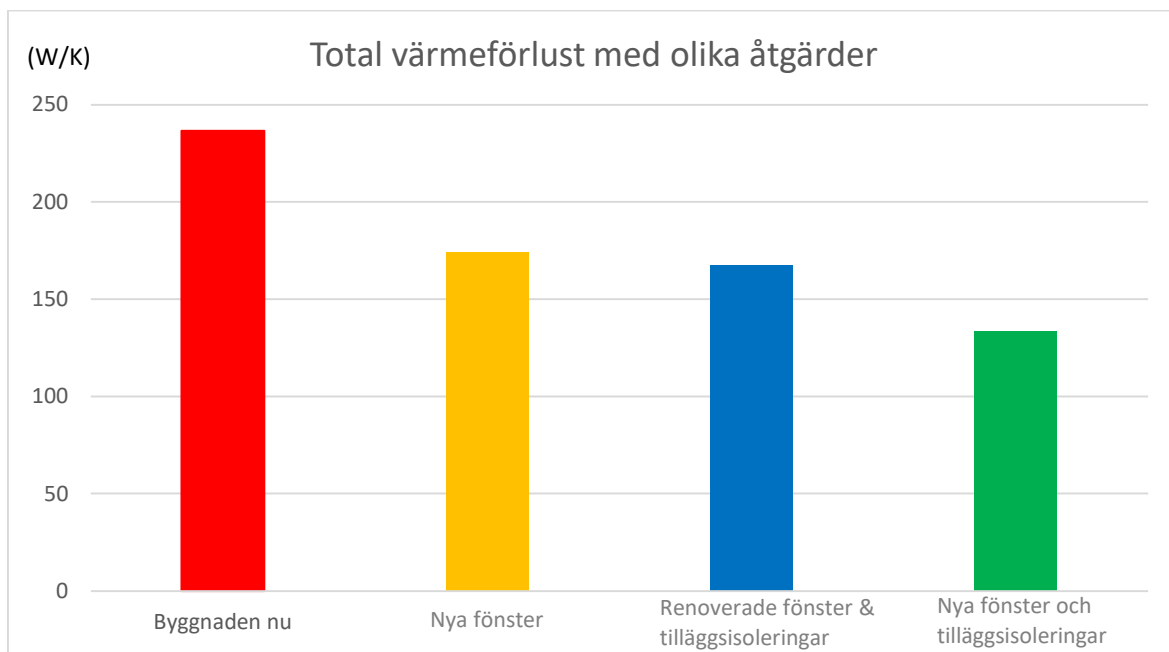
Vid byte av uppvärmningssystem rekommenderas att hålla kvar det gamla beprövade vedeldande pannan. Ifall det skulle komma att bli ännu högre elpriser, skulle den vedeldande pannan vara ett väldigt bra system för att spara på elkostnader, så länge den hålls i brukbart skick.

7 Sammanfattande slutdiskussion

Syftet med slutarbetet är att undersöka vilka åtgärder som kan göras för att förbättra energiprestandan i en byggnad byggd i slutet av 1800-talet, utan att förstöra dess karaktär. Som exempelobjekt användes ett gammalt bondgårdshus på Houtskär. Byggnadens konstruktionsdelar och uppvärmningssätt har analyserats och energieffektiviseringsåtgärder presenterats.

Analysen utfördes genom att gå igenom varje konstruktionsdel skilt för sig, ta reda på deras uppbyggnad och totala yta, samt utföra detaljerade konstruktionsritningar. För varje del utfördes U-värdesberäkningar för att beräkna byggnadens nuvarande totala värmeförlust. Utifrån de gamla konstruktionerna kunde åtgärdsförslag ges för varje konstruktionsdel, för att energieffektivera dem. Framförallt fokuserade åtgärdsförslagen på renoveringar som inte skulle skada byggnadens kulturvärde och utseende. Analysen av huset visar att husets veranda och fönster på första våningen är där de största värmeförlusterna finns. Genom att renovera och utföra åtgärdsförslagen för golvet och väggarna i verandan, samt att byta eller förbättra fönstren på första våningen, kunde husets värmeförluster minskas rejält. Husets uppvärmningssystem är i slutet av sin planerade livslängd, vilket betyder att ett byte till ett annat system rekommenderas.

Sammanfattningsvis visar analysen att bygganden är i behov av energieffektivisering. Vad som väljs att göra är upp till husägaren. Genom att utföra alla åtgärdsförslag för byggnaden kunde husets värmeförlust minskas med nästan hälften. Vid byte av fönster eller med effektivisering av de befintliga fönstren och tilläggsisoleringar kunde värmeförlusten minskas med ca 25 % (Figur 43).



Figur 43. Totala värmeförluster vid utförande av de olika åtgärderna. (Axén, 2023)

Som byggnaden är just nu är den inte så energieffektiv som den kunde vara. Att uppnå få värmeförluster i ett så här gammalt hus jämfört med ett nytt energisnålt hus är svårt och inte heller alltid målet. Ifall byggnaden skulle genomgå åtgärderna som förslås i detta examensarbete, skulle huset bli så energieffektiviserat som möjligt, utan att man för den skull gör drastiska åtgärder och förändringar. Med dessa åtgärder skulle boendekomforten ökas och på samma gång skulle man minska på energianvändningen som går till uppvärmningen av huset.

Källor

- Avasoo, D. (den 19 08 2003). *investering*. Hämtat från viivilla: <https://viivilla.se/gor-det-sjalv/fonster-dorrrar/effektiva-fonster-en-bra-investering1/> den 19 01 2023
- Bärtås, L. (den 09 12 2021). *Så fungerar husets klimatskal*. Hämtat från Byggahus.se: <https://www.byggahus.se/varme/sa-fungerar-husets-klimatskal> den 09 12 2022
- Byggstart. (u.d.). *Tilläggsisolera: En komplett guide (pris regler, tips)*. Hämtat från Byggstart.se: <https://www.byggstart.se/guide/tillaggsisolera#Text-05> den 18 12 2022
- Christiernsson, B. (den 06 10 2015). Så spränger du med snigeldynamit. *viivilla*. Hämtat från <https://viivilla.se/gor-det-sjalv/snickar-bjorn/spranga-med-snigeldynamit/> den 19 01 2023
- Cronhjort, Y. (2007). *Att förstå ett gammalt hus*. Pargas: Curatio Byggnadsvårdsföreningen i Åboland r.f. Hämtat den 05 01 2023
- Dinbyggare.se. (u.d.). *Energisnåla ytterdörrar lönar sig i längden*. Hämtat från Dinbyggare.se: [https://www.dinbyggare.se/energisnåla-ytterdorrrar-lonar-sig-i-langden/#:~:text=U-värde%20på%20ytterdörr&text=En%20normal%20dörr%20håller%20i,värd e%20som%20är%20än%20högre](https://www.dinbyggare.se/energisnåla-ytterdorrrar-lonar-sig-i-langden/#:~:text=U-värde%20på%20ytterdörr&text=En%20normal%20dörr%20håller%20i,värd e%20som%20är%20än%20högre.). den 16 01 2023
- Energifakta. (u.d.). *Vedeldning*. Hämtat från Energifakta: https://energifakta.nu/vedeldning/#Fordelar_och_nackdelar_med_vedeldning den 22 12 2022
- Energimyndigheten. (den 02 05 2017). *Elvärme*. Hämtat från Energimyndigheten: <https://www.energimyndigheten.se/snabblankar/lattlast/hur-varmer-du-upp-ditt-hus/elvarme/> den 22 12 2022
- Energimyndigheten. (den 02 05 2017). *Ved*. Hämtat från Energimyndigheten: <https://www.energimyndigheten.se/snabblankar/lattlast/hur-varmer-du-upp-ditt-hus/ved/>
- Energimyndigheten. (den 08 07 2022). *Energieffektiva fönster och dörrar*. Hämtat från Energimyndigheten: <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/minska-behovet-av-varme-och-varmvatten/fonster-dorrrar/> den 19 12 2022
- Energimyndigheten. (den 08 07 2022). *Energieffektiva fönster och dörrar*. Hämtat från Energimyndigheten: <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/minska-behovet-av-varme-och-varmvatten/fonster-dorrrar/> den 16 01 2022
- Energimyndigheten. (den 13 07 2022). *Husguiden – för dig som vill energieffektivisera ditt hus*. Hämtat från Energimyndigheten.se:

<http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/> den 08 12 2022

Energimyndigheten. (den 26 06 2022). *Isolering och tilläggsisolering*. Hämtat från Energimyndigheten:
<http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/minska-behovet-av-varme-och-varmvatten/tillaggsisolering/> den 09 12 2022

Energimyndigheten. (den 08 07 2022). *Minska behovet av värme och varmvatten*. Hämtat från Energimyndigheten:
<http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/minska-behovet-av-varme-och-varmvatten/> den 08 12 2022

Energimyndigheten. (den 08 07 2022). *Se över husets uppvärmningssystem*. Hämtat från Energimyndigheten:
<http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/se-over-husets-uppvarmningssystem/> den 08 12 2022

Energimyndigheten. (den 08 09 2022). *Välj rätt värmepump*. Hämtat från Energimyndigheten:
<http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/se-over-husets-uppvarmningssystem/valj-ratt-varmepump/#Vatten> den 22 12 2022

Greenmatch. (den 23 11 2021). *10 för- och nackdelar med solenergi*. Hämtat från Greenmatch: <https://www.greenmatch.se/blogg/2014/08/10-foer-och-nackdelar-med-solenergi> den 22 12 2022

Greenmatch. (den 31 05 2021). *Bergvärme eller Jordvärme*. Hämtat från Greenmatch: <https://www.bergvarme-pris.se/blogg/2014/06/bergvaerme-eller-jordvaerme> den 19 12 2022

Gröhn, C. (den 10 03 2018). *Husdoktor om prästgården som blev obeboelig: Maskinell ventilation fungerar inte i gamla hus*. *Yle*. Hämtat från <https://svenska.yle.fi/a/7-1285560> den 13 12 2022

Hålla hus. (u.d.). *Knutstenar och mullbänk*. Hämtat från Hålla hus: <https://hallahus.se/renovera/grunden/knutstenar-och-mullbank/> den 16 01 2023

Houtskärs lokalhistoriska arkiv. (2015). Hämtat från HLA: https://www.hla.fi/?fbclid=IwAR0q7GCUye_ayQ5DmF04FnagKKnteWe1SoMV BnyYPPWd4_dcv4-sMEhLs2o den 03 01 2023

Hunton. (u.d.). *Tilläggsisolering i äldre hus ökar både komforten och värdet*. Hämtat från Hunton: <https://hunton.se/slapp-in-naturen/tillaggsisolering-i-aldre-hus-okar-bade-komforten-och-vardet/#:~:text=Trä%20ett%20bra%20val%20för,både%20tak%20vägg%20och%20golv.> den 09 12 2022

- Ikkala, M.-L. (den 31 08 2020). *Renovering av gamla byggnader som hobby*. Hämtat från Yhteishyvä: <https://yhteishyva.fi/samarbete/renovering-av-gamla-byggnader-som-hobby/article-465121> den 13 12 2022
- Isoplus. (den 11 03 2020). *Bli klokare på lambdavärden, U-värden och din totala värmeförlust*. Hämtat från Isoplus: <https://www.isoplus.dk/se/varmeforlust/#:~:text=Lambdavärdet%20är%20en%20materialegenskap%20som,desto%20bättre%20isoleringsförmåga%20har%20materialet.> den 12 14 2022
- Karlsson, S. (den 02 11 2022). *Finlands spartalko för el går som smort – tillgången på el i södra Sverige och Centraleuropa blir avgörande i vinter*. *Yle*. Hämtat från <https://svenska.yle.fi/a/7-10022459> den 26 01 2023
- Kuntaliitto. (2022). *Rakentamistaohjeet, hyvä rakentamista ja ympäristön hoito*. Hämtat från Kuntaliitto: <https://www.kuntaliitto.fi/opas-rakennusjarjestyksen-laatimiseen/6-opas-ja-mallimaarayksia/62-rakentamistaohjeet-hyva#:~:text=Hyvä%20rakennustapa%20käsitteenä%20on%20rakennusalan,päästään%20hyvään%20ja%20laadukkaaseen%20lopputulokseen.> den 18 12 2022
- Laskentapalvelut. (u.d.). *Laskentapalvelut*. Hämtat från [Laskentapalvelut.fi: https://www.laskentapalvelut.fi/index_for_JRF.php](https://www.laskentapalvelut.fi/index_for_JRF.php) den 18 12 2022
- Meteorologiska institutet. (den 24 2 2023). *Rakennusfysiikan mitoittavat ulko-olosuhteet*. Hämtat från Meteorologiska institutet: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/rakennusfysiikka>
- Metsälä, H. (den 31 08 2020). *Renovering av gamla byggnader som hobby*. Hämtat från Yhteishyvä: <https://yhteishyva.fi/samarbete/renovering-av-gamla-byggnader-som-hobby/article-465121> den 13 12 2022
- Miljöministeriet. (den 19 06 2007). *D3 Finlands byggbestämmelsesamling Miljöministeriet, Bostads- och byggnadsavdelningen*. Hämtat från Miljöministeriets förordning om byggnaders energiprestanda: <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/d3r.pdf> den 18 12 2022
- Miljöministeriet. (den 27 02 2013). *Miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten*. Hämtat från EDILEX.fi: https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/Miljoministeriets_forordning_om_forbattring_av_byggnaders_energiprestanda_vid_reparations_och_andringsarbeten.pdf den 08 12 2022
- Miljöministeriet. (den 10 03 2020). *Målet med renoveringsstrategin är att minska utsläppen från byggnadsbeståndet med 90 procent före 2050*. Hämtat från Miljöförvaltningens gemensamma webbtjänst: [https://www.ymparisto.fi/sv-FI/Byggande/Malet_med_renoveringsstrategin_ar_att_mi\(55503\)#:~:text=Finlands%20långsiktiga%20renoveringsstrategi%20har%20färdigställts,med%20090%20procent%20före%202050.](https://www.ymparisto.fi/sv-FI/Byggande/Malet_med_renoveringsstrategin_ar_att_mi(55503)#:~:text=Finlands%20långsiktiga%20renoveringsstrategi%20har%20färdigställts,med%20090%20procent%20före%202050.) den 08 12 2022
- Miljöministeriet. (u.d.). *Byggnaders energiprestanda*. Hämtat från Miljöministeriet: <https://ym.fi/sv/byggnaders-energiprestanda> den 08 12 2022

- Pargas stad. (u.d.). *Åtgärdsstillstånd*. Hämtat från Pargas:
<https://www.pargas.fi/atgardstillstand> den 19 01 2023
- Reinerdahl, B. (den 02 05 2017). *Ved*. Hämtat från Energimyndigheten:
<https://www.energimyndigheten.se/snabblankar/lattlast/hur-varmer-du-upp-ditt-hus/ved/> den 23 12 2022
- Schauman, P. (den 21 08 2022). Risk för elbrist i vinter – så här fattas beslutet om att strypa din eltillförsel. *Svenska yle*. Hämtat från <https://svenska.yle.fi/a/7-10019654#:~:text=Om%20Finland%20får%20brist%20på,samråd%20med%20andra%20på%20Fingrid>. den 13 12 2022
- Solceller24. (u.d.). *Solfångare - Effektiv solvärme för vattenburna system - Solceller24*. Hämtat från Solceller24: <https://solceller24.nu/solfangare/> den 22 12 2022
- SP Fönster. (den 01 10 2022). *Vad är U-värde på fönster?* Hämtat från SP Fönster:
<https://spfonster.se/inspiration/vad-ar-u-varde/> den 01 16 2023
- Sparaochbevara. (03 2022). *Energiåtgärder i äldre hus. Vad blir bäst för oss?* Hämtat från Sparaochbevara.se: <https://sparaochbevara.se/cek/> den 14 12 2022
- Statistikcentralen. (den 16 12 2021). *Energi*. Hämtat från Statistikcentralen:
https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_energia_sv.html#totalforbrukning-energi den 08 12 2022
- Statistikcentralen. (2021). *Statistikcentralens avgiftsfria statistikdatabaser*. Hämtat från Statistikcentralen:
https://stat.fi/tup/tilastotietokannat/index_sv.html#avgiftsfriadatabaser den 19 12 2022
- Swegon. (u.d.). *Swegon*. Hämtat från Minimera driftskostnader:
<https://www.swegon.com/sv/guider/guider-for-olika-byggnadstyper/bostadsventilation/livscykelkostnad/> den 08 12 2022
- Thermia. (u.d.). *Hur fungerar bergvärme?* Hämtat från Thermia värmepumpar:
<https://www.thermia.se/bergvarme-jordvarme/bergvarme/hur-fungerar-bergvarme/> den 19 12 2022
- Thermia. (u.d.). *Hur fungerar en luftvärmepump?* Hämtat från Thermia värmepumpar:
<https://www.thermia.se/luftvarmepump/valja-luftvarmepump/hur-fungerar-en-luftvarmepump/> den 22 12 2022
- Thermia. (u.d.). *Hur fungerar jordvärme?* Hämtat från Thermia värmepumpar:
<https://www.thermia.se/bergvarme-jordvarme/jordvarme/hur-fungerar-jordvarme/> den 19 12 2022
- Thermia värmepumpar. (u.d.). *Fakta: Luft/luft-värmepump*. Hämtat från Thermia luftvärmepumpar: <https://www.thermia.se/luftvarmepump/luft-luft-varmepump/fakta-luft-luft-varmepump/> den 22 12 2022
- Vattenfall. (u.d.). *Så funkar solceller och solenergi*. Hämtat från Vattenfall:
<https://www.vattenfall.se/solceller/hur-fungerar-solceller/> den 22 12 2022
- Velux. (u.d.). *Välj glas*. Hämtat från Velux:
<https://www.velux.se/produkter/takfonster/glasrutor#70> den 16 01 2023

Wenander, V. (den 17 12 2020). *FÖNSTERRENOVERINGENS DAG*. Hämtat från Fönsterrenoveringens dag: <https://fonsterrenoveringensdag.se> den 19 12 2022

Bilagor

- Bilaga 1. Temperaturer månadsvis.
- Bilaga 2. D.O.F. beräkningar för UB 1.
- Bilaga 3. D.O.F. beräkningar för UB 2.
- Bilaga 4. D.O.F. beräkningar för UB 3.
- Bilaga 5. D.O.F. beräkningar för UB 3.1.
- Bilaga 6. D.O.F. beräkningar för UB 4.
- Bilaga 7. D.O.F. beräkningar för YV 1.
- Bilaga 8. D.O.F. beräkningar för YV 2.
- Bilaga 9. D.O.F. beräkningar för YV 3.
- Bilaga 10. D.O.F. beräkningar för YV 4.
- Bilaga 11. D.O.F. beräkningar för YV 5.
- Bilaga 12. D.O.F. beräkningar för YV 6.
- Bilaga 13. D.O.F. beräkningar för ÖB 1.
- Bilaga 14. D.O.F. beräkningar för ÖB 2.

Bilaga 1

Denna bilaga är sammanställd och tagen ur D.O.F. beräkningsprogrammet. Informationen är framtagen av meteorologiska institutet som utfört en undersökning om väderdata för byggnadsfysikaliska utforskningar i Finland. Med hjälp av undersökningen kunde bland annat medeltemperaturen för varje månad ges. De används för att beräkna en byggnads värmeförluster under de olika månaderna när byggnaden håller en innertemperatur på 21 grader. Temperaturerna gäller för klimatzon 1, det vill säga var bland annat Houtskär är beläget. (Meteorologiska institutet, 2023)

I beräkningarna om U-värde har för mineralull använts ett lambda värde om 0,036W/mK som är vanligare för ny tillverkad mineralull. Lambda värdet för gammal isolering kan vara aningen högre, upp till 0,045W/mK, och det skulle gett ett högre U-värde för de befintliga konstruktionerna.

TARKASTELUHETKET/JAKSOT					
Tarkastelujakson nimi:	T,ulko (C):	T,sisä (C):	RH,ulko (%):	RH,sisä (%):	Kesto (h):
Vyöhyke 1, Mitoitustilanne	-26.00	21	90	50.0	24.0
Vyöhyke 1, Tammikuu	-3.97	21	85	50.0	744
Vyöhyke 1, Helmikuu	-4.50	21	84	50.0	672
Vyöhyke 1, Maaliskuu	-2.58	21	82	50.0	744
Vyöhyke 1, Huhtikuu	4.50	21	75	50.0	720
Vyöhyke 1, Toukokuu	10.76	21	67	50.0	744
Vyöhyke 1, Kesäkuu	14.23	21	68	50.0	720
Vyöhyke 1, Heinäkuu	17.30	21	73	50.0	744
Vyöhyke 1, Elokuu	16.05	21	78	50.0	744
Vyöhyke 1, Syyskuu	10.53	21	82	50.0	720
Vyöhyke 1, Lokakuu	6.20	21	83	50.0	744
Vyöhyke 1, Marraskuu	0.5	21	86	50.0	720
Vyöhyke 1, Joulukuu	-2.19	21	86	50.0	744

(Laskentapalvelut, n.d.)

Bilaga 2

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp UB 1.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Alapohja (maanvastainen)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m ²):	65.9
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.04
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.17
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.01
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	5.473 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	5.168 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	5.320 m ² K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.188 W/m ² K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m ² K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.198 W/m ² K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.20 W/m ² K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.16 W/m ² K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	5.00	Korkmatta	0.065	5.000e-12
2	28.00	Spänskiva	0.140	4.000e-12
3	50.00	Plankor	0.120	4.000e-12
4	200.00	Stock + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (16.70%):		Stock 200 mm k1200	0.12	
5	12.00	Vindsskyddsskiva	0.045	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (65.9 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	244.854 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	225.852 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	231.224 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	156.578 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	100.413 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	64.245 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	36.282 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	48.539 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	99.356 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	145.128 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	194.537 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	227.399 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	1774.407 kWh

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus:	Materiaali:	Lambda:	VHL:
	(mm)		(W/mK)	(kg/msPa)
1	28.00	Golvbräder	0.130	4.000e-12
2	100.00	2 x batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (16.70%):		2st liggande battingar mm k600	0.12	
3	100.00	Betong	2.300	1.538e-12
4	100.00	Styrox	0.039	6.67E-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (46.9 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	174.259 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	160.736 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	164.558 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	111.434 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	71.462 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	45.722 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	25.821 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	34.545 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	70.710 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	103.285 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	138.449 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	161.837 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	1262.817 kWh

Bilaga 4

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp UB 3.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Alapohja (maanvastainen)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m²):	36.3
Ulkopinnan pintavastus (m²K/W):	0.04
Sisäpinnan pintavastus (m²K/W):	0.17
Korjaustermi deltaU (W/m²K):	0.01
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	2.843 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	2.843 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	2.843 m ² K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.352 W/m ² K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m ² K
Korjaustermi 0.010 < 3% U-arvosta	ei oteta huomioon
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.352 W/m ² K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.35 W/m ² K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.16 W/m ² K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	10.00	Parkett golv	0.120	4.000e-12
2	28.00	Spånskiva	0.140	4.000e-12
3	50.00	Plankor	0.120	4.000e-12
4	200.00	Stock + sågspån	0.120	1.050e-10
Kylmäsilta (16.70%):		Stock 200 mm k1200	0.12	
5	12.00	Vindsskyddsskiva	0.045	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (36.3 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	236.029 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	217.713 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	222.890 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	150.935 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	96.794 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	61.929 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	34.974 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	46.790 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	95.775 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	139.897 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	187.526 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	219.204 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	1710.458 kWh

Bilaga 5

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp UB 3.1.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Alapohja (maanvastainen)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m²):	1.2
Ulkopinnan pintavastus (m²K/W):	0.04
Sisäpinnan pintavastus (m²K/W):	0.17
Korjaustermi deltaU (W/m²K):	0.01
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	0.537 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	0.537 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	0.537 m2K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	1.863 W/m2K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m2K
Korjaustermi 0.010 < 3% U-arvosta	ei oteta huomioon
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	1.863 W/m2K
U-arvo (pyöristetty arvo):	1.86 W/m2K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.16 W/m2K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	10.00	Parkett golv	0.120	1.053e-12
2	28.00	Spånskiva	0.140	4.000e-12
3	100.00	Betong	2.300	1.538e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (1.2 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	41.465 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	38.248 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	39.157 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	26.516 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	17.005 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	10.880 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	6.144 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	8.220 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	16.826 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	24.577 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	32.944 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	38.509 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	300.491 kWh

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	20.00	Kakel + bruk	1.500	2.000e-12
2	0.10	Vattensoleringsskikt	10.000	6.667e-15
3	150.00	Betong	2.300	1.538e-12
4	100.00	Styrox	0.039	6.67E-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (11.7 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	76.076 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	70.172 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	71.841 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	48.649 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	31.198 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	19.961 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	11.273 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	15.081 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	30.870 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	45.091 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	60.442 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	70.653 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	551.305 kWh

Bilaga 7

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp YV 1.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Hirsiseinä (tuulettutulla ilmaraolla)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m ²):	154.5
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.0100
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	6.258 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	5.986 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	6.122 m2K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.163 W/m2K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m2K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.173 W/m2K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.17 W/m2K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.40 W/m2K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	13.00	Gipsskiva	0.250	2.000e-11
2	50.00	2x2 + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		2x2 50 mm k600	0.12	
3	200.00	Stock	0.120	4.000e-12
4	30.00	Gammal brädfodring	0.120	4.000e-12
5	100.00	Stående batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Batting 50 mm k600	0.12	
6	12.00	Vindsskyddsskiva	0.045	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (154.5 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	487.943 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	450.077 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	460.781 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	312.028 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	200.101 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	128.026 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	72.302 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	96.729 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	197.996 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	289.209 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	387.671 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	453.160 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	3536.023 kWh

Bilaga 8

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp YV 2.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Seinä (tuulettetulla ilmaraolla)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m ²):	35.8
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.01
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	2.037 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	2.037 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	2.037 m2K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.491 W/m2K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m2K
Korjaustermi 0.010 < 3% U-arvosta	ei oteta huomioon
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.491 W/m2K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.49 W/m2K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.17 W/m2K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	13	Gyproc GEK 13	0.250	2.000e-11
2	50.00	2x2 + sägspån	0.120	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		2x2 50 mm k600	0.12	
3	125.00	2x5 + sägspån	0.120	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		2x5 50 mm k600	0.12	
4	12.00	Vindsskyddsskiva	0.045	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (35.8 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	325.890 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	300.600 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	307.748 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	208.399 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	133.645 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	85.507 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	48.290 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	64.604 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	132.239 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	193.158 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	258.920 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	302.658 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	2361.657 kWh

Bilaga 9

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp YV 3.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Hirsiseinä (tuuletetulla ilmaraolla)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m ²):	6.48
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.01
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiarvo:	4.976 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen aläkiarvo:	4.770 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	4.873 m ² K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.205 W/m ² K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m ² K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.215 W/m ² K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.22 W/m ² K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.40 W/m ² K

www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	200.00	Stock	0.120	4.000e-12
2	30.00	Gammal brädfodring	0.120	4.000e-12
3	100.00	Batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Batting 50 mm k600	0.12	
4	12.00	Vindsskyddsskiva	0.045	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (6.48 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	26.484 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	24.429 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	25.010 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	16.936 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	10.861 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	6.949 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	3.924 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	5.250 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	10.747 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	15.698 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	21.042 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	24.596 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	191.927 kWh

Bilaga 10

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp YV 4.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Hirsiseinä (tuulettutulla ilmaraolla)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m ²):	16.8
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.13
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.0100
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiilojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	9.872 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	9.477 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	9.674 m2K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.103 W/m2K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m2K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.113 W/m2K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.11 W/m2K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.40 W/m2K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	13.00	Gipsskiva	0.250	2.000e-11
2	200.00	Batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Batting 50 mm k600	0.12	
3	200.00	Stock	0.120	4.000e-12
4	30.00	Bräder (Gammal brädfodring)	0.120	4.000e-12
5	100.00	Batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Batting 50 mm k600	0.12	
6	12.00	Vindsskyddsskiva	0.045	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (16.8 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	34.332 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	31.667 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	32.420 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	21.954 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	14.079 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	9.008 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	5.087 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	6.806 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	13.931 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	20.349 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	27.276 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	31.884 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	248.794 kWh

Bilaga 11

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp YV 5.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Seinä (tuuletetulla ilmaraolla)
Rakenneosan kok. pinta-ala (m²):	5.4
Ulkopinnan pintavastus (m²K/W):	0.13
Sisäpinnan pintavastus (m²K/W):	0.13
Korjaustermi deltaU (W/m²K):	0.0100
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	5.363 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo:	5.233 m2K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	5.298 m2K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.189 W/m2K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m2K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.199 W/m2K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.20 W/m2K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.17 W/m2K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	13.00	Gipsskiva	0.250	2.000e-11
2	200.00	Battling + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Battling 50 mm k600	0.12	
3	12.00	Vindsskyddsskiva	0.045	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (5.4 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	20.064 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	18.507 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	18.947 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	12.830 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	8.228 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	5.264 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	2.973 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	3.977 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	8.141 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	11.892 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	15.941 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	18.634 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	145.399 kWh

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	13.00	Gipsskiva	0.250	2.000e-11
2	50.00	2x2 + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		2x2 50 mm k600	0.12	
3	0.30	Fuktspärr (plast)	10.000	5.000e-16
4	200.00	Batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Batting 50 mm k600	0.12	

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (55.7 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	175.912 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	162.261 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	166.120 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	112.492 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	72.140 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	46.156 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	26.066 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	34.872 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	71.381 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	104.265 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	139.762 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	163.372 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	1274.799 kWh

Bilaga 13

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp ÖB 1.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Katto (aluskatteella)
Kattokulma:	27
Rakennesosan kok. pinta-ala (m ²):	144
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.04
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.10
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.0100
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiarvo:	5.152 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen aläkiarvo:	5.055 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	5.104 m ² K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.196 W/m ² K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m ² K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.206 W/m ² K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.21 W/m ² K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.09 W/m ² K

www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	0.30	Fuktspärr (plast)	10.000	5.000e-16
2	200.00	Batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Batting 50 mm k600	0.12	
3	12.00	Vindsskyddsskiva	0.046	3.030e-12

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (144 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	561.789 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	518.193 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	530.516 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	359.251 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	230.385 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	147.402 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	83.245 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	111.368 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	227.961 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	332.979 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	446.342 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	521.742 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	4071.172 kWh

Bilaga 14

Bilagan visar U-värdes beräkningar för konstruktionstyp ÖB 2.

PERUSTIEDOT	
Rakenne:	Katto (ilman aluskatetta)
Kattokuilma:	0
Rakennesosan kok. pinta-ala (m ²):	40.8
Ulkopinnan pintavastus (m ² K/W):	0.04
Sisäpinnan pintavastus (m ² K/W):	0.10
Korjaustermi deltaU (W/m ² K):	0.0100
Korjaustermin selite:	Ilmaraon korjaustermi
Kylmäsiltojen päällekkäisyys:	Mahdollisimman kohdakkain
U-arvon laskentatulokset	
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo:	6.754 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alalikiiarvo:	6.465 m ² K/W
Rakennusosan kokonaislämmönvastus:	6.609 m ² K/W
U-arvo (ilman korjaustermiä)	0.151 W/m ² K
Laskettu/annettu korjaustermi:	0.010 W/m ² K
U-arvo (korjaustermi huomioiden):	0.161 W/m ² K
U-arvo (pyöristetty arvo):	0.16 W/m ² K
Uudiskohteen vertailuarvo:	0.09 W/m ² K
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 1.12.2017	

RAKENNEKERROKSET

Kerros:	Paksuus: (mm)	Materiaali:	Lambda: (W/mK)	VHL: (kg/msPa)
1	200.00	Stock + mineral ull	0.036	1.05e-10
Kylmäsilta (16.70%):		Stock 200 mm k1200	0.12	
2	100.00	Batting + mineral ull	0.036	1.050e-10
Kylmäsilta (8.30%):		Batting 50mm k600	0.12	

Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (40.8 m² kohden)

Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:
Vyöhyke 1, Tammikuu	121.275 kWh
Vyöhyke 1, Helmikuu	111.864 kWh
Vyöhyke 1, Maaliskuu	114.524 kWh
Vyöhyke 1, Huhtikuu	77.553 kWh
Vyöhyke 1, Toukokuu	49.734 kWh
Vyöhyke 1, Kesäkuu	31.820 kWh
Vyöhyke 1, Heinäkuu	17.970 kWh
Vyöhyke 1, Elokuu	24.041 kWh
Vyöhyke 1, Syyskuu	49.211 kWh
Vyöhyke 1, Lokakuu	71.881 kWh
Vyöhyke 1, Marraskuu	96.353 kWh
Vyöhyke 1, Joulukuu	112.630 kWh
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	878.856 kWh