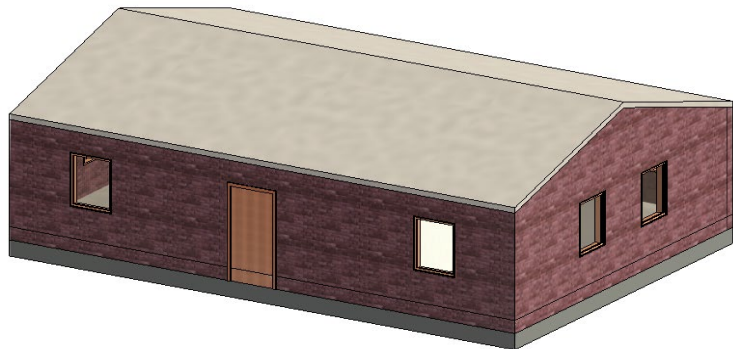


50-talshus: renovera eller bygga nytt?

- En teoretisk fallstudie
av energieffektiviserande åtgärder på
ett 50-talshus



Elin Aurell
Ludwig Börjesson

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

- En teoretisk fallstudie
av energieffektiviserande åtgärder på
ett 50-talshus

Elin Aurell
Ludwig Börjesson

Examensarbete

Avdelningen för Installationsteknik
Institutionen för Bygg- och miljöteknologi
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund

© Elin Aurell och Ludwig Börjesson

ISRN LUTVDG/TVIT—24/5104—SE (114)
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 LUND

Titel: 50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Författare: Elin Aurell och Ludwig Börjesson

Handledare: Karin Farsäter, postdoktor i Installations- och klimatiseringslära,
Lunds Tekniska Högskola
Christian Mattson, doktorand på Installations- och
Klimatiseringslära, Lunds Tekniska Högskola

Examinator: Petter Wallentén, universitetslektor i Byggnadsfysik,
Lunds Tekniska Högskola

Sammanfattning

Denna studie undersöker och besvarar huruvida det är mer värt ur ett ekonomiskt perspektiv att renovera ett 50-talshus i originalskick än att bygga ett nytt hus när samma krav på inomhusmiljö ställs. Kraven ställs främst på luftkvaliteten, men gäller även värmedistribution och levnadssätt. För att få en generell bild och ett resultat som kan användas i övergripande sammanhang har två alternativa utformningar på 50-talshus jämförts med två nybyggda hus, varav det ena representerar en rak jämförelse, som innebär ett plan på 85 kvadratmeter med 85 kvadratmeters källare där enbart 40 kvadratmeter nyttjas till bostadsarea, och det andra är den mer sannolika utformningen för hur man hade byggt idag. Dessa hus har sedan simulerats i VIP Energy och där placerats i 4 olika orter, nämligen Malmö, Stockholm, Östersund och Jokkmokk. Dessa 4 orter har valts dels för att de alla är benägna så att en stor yta av Sverige går att få en bild av, men även då de tillhör varsitt elområde.

De två 50-tals typhusen togs fram genom en undersökning av ca 15 befintliga 50-talshus från Lunds stadsarkiv, där vardera hus har jämförts med varandra och det överrepresenterade i fråga om skikt och konstruktion, storlek och utformning har byggt de två typhusen. Eftersom hus med lättbetongstomme var nästan lika vanligt förekommande som hus med träregelstomme, gjordes valet att skapa två typhus. Det som undersökningen karaktäriserade för 50-talshus kunde sedan styrkas av genomförd litteraturstudie.

De nybyggda typhusen togs fram genom litteraturstudien. Det ena av de nybyggda typhusen utformades efter 50-tals typhuset i fråga om storlek och form, det vill säga en rak jämförelse med undantag för skikten och materialvalen som togs fram med hjälp av litteraturstudien. Exempelvis att man isolerar mer idag och använder andra material. Det andra är en mer sannolik utformning av hur ett nybyggt hus med samma användningssyfte hade sett ut idag. Ett exempel är att detta typhus utformades utan källare, då detta är ovanligt att bygga i nutid.

Eftersom det är ca 70 år sedan 50-tals husen uppfördes är det dags att se över skicket för villorna. Det är därför i samhällets intresse att dessa villor renoveras med hållbarhetstänk i fokus. Denna studies resultat visar att det är fullt genomförbart att helrenovera 50-talshus för att närma sig nybyggd standard avseende på energiförbrukning och Umed. Detta är inte endast försvarbart från miljösynpunkt utan resultatet visar att även från det ekonomiska perspektivet är det försvarbart. Detta eftersom en totalrenovering där energioptimering är målet är betydligt billigare än att bygga nytt. Gällande levnadslängd på renoverade byggdelar har det nybyggda alternativet fördel just för att det inte går att säga hur länge delvis eller helrenoverade byggdelar håller. Med det sagt har litteraturstudien visat att med konsekvent och korrekt utförd underhåll kan byggnadsdelar hålla långt längre än den uppskattade tiden.

En tidigare rapport med liknande ämne, gav resultat som har använts för att identifiera de mest effektiva förbättringsåtgärderna. Dessa åtgärder är tilläggsisolering av såväl yttervägg som vindsbjälklag, byte av fönster och dörrar och installation av ett

frånluftsvärmepump-system eller någon annan variant av värmepump. Resultatet av simuleringarna gav ett svar i kWh/kvm och år som sedan har använts för att ge ett procentuellt förbättringsvärde för respektive åtgärd samt för totalrenovering.

Kostnad för respektive åtgärd och ett totalpris för en helrenovering har tagits fram och likaså har kostnad för de nybyggda typhusen tagits fram. För att kunna beräkna detta har det initialt bestämts ett årsmedelpris för rörligt elpris sett över de senaste 5 åren för vardera elområde. Vid sammanställandet av jämförelsen har det även beräknats återbetalningstid. Detta för att tydligt kunna motivera vilka åtgärder och val som är ekonomiskt försvarbara.

Samhället fortsätter sträva mot en hållbar utveckling och med rätt tillvägagångssätt kan hela samhället dra nytta av att befolkningen genomför energieffektiviserande åtgärder på sina hus, inte minst sett till nutidens lågkonjunktur. De höga elpriserna och inflationen som lett till prishöjningar av tjänster och varor har lett till att det svenska folket håller hårt i pengarna. Ett sätt att komma ur den ekonomiska svackan är att minska sina boendekostnader. För att minska dessa utgifter kan det vara en god idé att genomföra en energioptimering av sitt boende. Denna studie har konstaterat att det optimala sättet att energieffektivisera sitt hus är att först studera utgångsläget och identifiera var energiförlusterna sker. När denna analys är klar bör klimatskalet åtgärdas utifrån det första steget. I denna studies resultat syns det tydligt hur de två olika alternativen av 50-talshus är i olika stort behov av de olika förbättringsåtgärderna. Det är därför inte självklart exakt var fokus ska läggas förrän en noggrann koll av utgångsläget är gjord. Därefter bör ett mekaniskt ventilationssystem installeras då täta hus utan ventilation inte har någon god luftkvalitet inomhus. I denna studie har ett mekaniskt ventilationssystem kombinerat med en frånluftsvärmepump använts för att ge optimal energibesparing. Resultatet visar även att detta kombinerade system ger den största procentuella energibesparingen sett över alla orter och utformningar av hus. Detta då energiförlusterna i ventilationen blir betydligt mindre eftersom frånluftsvärmepumpen återvinner stor del av värmen i den redan uppvärmda inomhusluften som ska lämna huset. Slutligen är det av intresse att undersöka möjligheten till egenproducerad energi genom solenergi. Med rätt förutsättningar avseende orientering och läge kan solenergin förse delar av, eller hela huset med förnybar energi.

Abstract

This study examines and answers whether it is more profitable from a financial point of view to renovate a 1950s house in its original condition than to build a new house when the same requirements are made regarding the indoor environment. The demands are primarily set on the air quality, but they also apply to heat distribution and lifestyle/usage. In order to get the big picture and a result which could be used in a general matter, two alternatives of houses from the 1950s have been compared with two newbuilds, one of which represents a direct comparison, and the other is the more likely way of how it would have been built today. Furthermore, these houses have then been simulated in VIP Energy and placed at 4 different locations, these are Malmö, Stockholm, Östersund and Jokkmokk. These 4 locations have been chosen partly because combined they cover a large area of Sweden, but also because they each belong to a different electricity-area.

The two typical houses from the 1950s were created through an analysis of about 15 already existing houses from the 1950s from Lund's city archives, where each house was compared with each other and that which agreed with the majority in terms of materials, depths and construction built the two typical houses. Since houses with a concrete frame were almost as common as houses with a wooden frame, the choice was made to create two alternate types of houses. What the analysis characterized for houses from the 1950s could then be confirmed by a literature study.

The new build type houses were developed through a literature study. One of the new-build typical houses was developed with the typical house of the 1950s as a mold in terms of size and shape, this so that a direct comparison could be made with the exception of the material choices and depths' which instead followed modern day standards that the literature study gave. For example, in modern day we insulate way more and use other materials. The second newbuild is a more likely formation of how a newly built house with the same purpose in terms of usage would have been built today. An example is that this typical house was designed without a basement, as this is seemingly unusual nowadays.

Since it's been about 70 years since the houses of the 1950s were built, it is about time to review the condition of the buildings. It is therefore in society's best interest that these villas are renovated with sustainability in mind. The results of this study showcases that it is completely feasible to make a total renovation of a 1950s house to a newly built standard regarding energy consumption and Umed. This is not only defensible from an environmental point of view, since the results show that it is also justifiable from an economical perspective. This, because a complete renovation where energy motivated optimization is the goal is significantly cheaper than building a new house. Regarding the lifespan of renovated building components, the newly built option has an advantage since it's not possible to calculate exactly how long partially or completely renovated building components will last. Even if you did, the calculations would not be reliable. With that being said, the literature review has shown that with consistent and properly performed maintenance, building components can last far longer than the estimated time.

A previous report with a similar subject gave results that have been used to identify the most effective improvement measures. These measures are additional insulation of facade and attic joists, new windows and doors and installation of an exhaust air heat pump system or some other kind of heat pump. The result of the simulations gave an answer in kWh/sqm and year, which has then been used to give a percentage improvement value for each measure as well as for a total renovation.

Cost breakdowns for each measure and an overall price for a complete renovation have been calculated, and likewise the cost breakdowns for the newly built type houses. In order to be able to calculate this, an annual average price has initially been determined for variable electricity prices over the last 5 years for each electricity-area. When compiling the comparison, the repayment period has also been calculated, this in order to be able to clearly justify which measures and choices are financially justifiable.

Society continues to strive towards sustainable development, and with the right approach, the society can benefit from the population implementing energy efficiency measures in their homes, not least in light of today's recession. The high electricity prices and the inflation that has led to price increases for services and products have led to the Swedish people being hesitant to spend their money. One way to get out of the economic slump is to reduce your housing costs. In order to reduce these expenses, it may be a good idea to implement an energy optimization of your accommodation.

This study has established that the optimal way to make your house more energy efficient is to first study the initial situation and identify where the energy losses occur. Once this analysis is complete, the "climate shell" should be remedied based on the first step. In the results of this study, it is clearly seen how the two different alternatives of 1950s houses are in different need of the various improvement measures. It is therefore not obvious exactly where the main focus should be placed until a meticulous check of the original state is made. After that, a mechanical ventilation system should be installed, as houses without ventilation don't have good air quality indoors. In this study, a mechanical ventilation system combined with an exhaust air heat pump has been used to provide optimal energy savings. The result shows that this combined system provides the largest percentage savings energywise seen across all locations and formations of houses. This, because the energy losses due to the ventilation, will be minimal because of the way the exhaust air heat pump works. It reuses the heat in the already heated indoor air before it leaves the house. Finally, it's of interest to investigate the possibility of solar energy. With the right conditions regarding orientation and location, solar energy can supply parts of, or the entire house with renewable energy.

Förord

Med detta examensarbete avslutar vi vår utbildning på högskoleingenjörsprogrammet Byggteknik med arkitektur vid Lunds Tekniska Högskola på Campus Helsingborg. Examensarbetet omfattar 22,5 högskolepoäng.

Vårt intresse för energihushållning och att kunna nyttja befintliga byggnader för att skapa en hållbar utveckling har präglat detta examensarbete. Med samlad kunskap från utbildningen kände vi att vi kunde bidra till att förhoppningsvis kunna hjälpa eller inspirera såväl privatpersoner som samhället i stort. Speciellt privatpersoner som står inför ett beslut gällande renovering i form av enskilda åtgärder eller de som funderar på att totalrenovera eller bygga nytt med energieffektivitet i fokus.

Under arbetet har vi fått goda råd, allmänna tips och vägledning. Detta är något vi uppskattar mycket och tackar för.

Ett stort tack till våra handledare, Karin Farsäter och Christian Mattsson, som regelbundet under arbetets gång bidragit med erfarenheter, kunskap och allmän vägledning. Ni har bidragit en stor del i detta arbete, allt från små frågor till större beslut. Tack för ert stöd, era förslag och ert stora engagemang!

Vi vill också tacka vår examinator, Petter Wallentén, inte bara för den hjälp vi fått med framför allt simuleringar i VIP-Energy och expertisen du bidragit med, utan också för att många av dina kurser gav oss inspiration till detta arbete.

Helsingborg i maj 2024

Elin Aurell och Ludwig Börjesson

Innehållsförteckning

Sammanfattning	vii
Abstract	ix
Förord	xi
Inledning	1
1.1 <i>Bakgrund</i>	1
1.2 <i>Syfte</i>	3
1.3 <i>Metod</i>	3
2. Teori	5
2.1 <i>Energikällor historia</i>	5
2.2 <i>Energikällor</i>	5
2.2.1 <i>Värmepump</i>	6
2.3 <i>Energianvändning</i>	8
2.3.1 <i>Primärenergitalet</i>	8
2.3.2 <i>Energihushållning</i>	10
2.4 <i>Sveriges miljömål</i>	11
2.5 <i>Boverkets byggregler och Plan och bygglagen</i>	12
2.6 <i>Typkonstruktioner - 50-talets och nutidens</i>	13
2.6.1 <i>Grund och källarkonstruktion på 50-talet</i>	13
2.6.2 <i>Ytterväggs konstruktion på 50-talet</i>	14
2.6.3 <i>Takkonstruktion och vindsbjälklag på 50-talet</i>	14
2.6.4 <i>Uppvärmning- och ventilationssystem på 50-talet</i>	14
2.6.5 <i>Typkonstruktioner idag</i>	15
2.6.6 <i>Grundkonstruktion idag</i>	15
2.6.7 <i>Ytterväggs konstruktion idag</i>	15
2.6.8 <i>Takkonstruktion idag</i>	16
2.6.9 <i>Uppvärmning- och ventilationssystem idag</i>	16
2.7 <i>Renovering och energieffektiviserande åtgärder</i>	16
2.7.1 <i>Tilläggsisolering yttertak/vindsbjälklag/ytterväggar & källare</i>	18
2.8 <i>Konsekvenser & kedjereaktioner - renovering</i>	19
2.9 <i>Ventilation</i>	20
2.9.1 <i>Självdragssystem</i>	20
2.9.2 <i>Frånluftssystem</i>	21
2.9.3 <i>Från- och tilluftssystem, FTX</i>	21

2.10 Potentiella problemområden.....	21
2.10.1 Byggpriser och byggmaterial.....	21
2.10.2 Osäkerheten i livscykel för hus och byggdelar	22
2.10.3 Underhåll.....	22
2.10.4 Elpriser	22
2.10.5 Asbest.....	23
2.11 Renovera eller bygga nytt?.....	23
2.11.1 Incitament till renovering.....	23
2.11.2 Incitament till nybyggnad	24
3. Framtagning av typhus	27
3.1 Framtagning av 50-tals typhus.....	27
3.1.1 Byggnadens storlek och planlösning.....	27
3.1.2 Konstruktion.....	29
3.1.3 Uppvärmning- och ventilationssystem	311
3.1.4 Mängder, areor och orientering	322
3.1.5 Geografisk placering av typhusen	35
3.2 Framtagning av nybyggt typhus.....	36
3.2.1 Nybyggt typhus alternativ 1 - rak jämförelse.....	36
3.2.2 Nybyggt typhus alternativ 2 - nutidsanpassat.....	38
4. Val av åtgärder - renoverat 50-tals typhus	43
4.1 Tilläggsisolering av fasad	43
4.2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	44
4.3 Byte till nya fönster och dörrar.....	45
4.4 Uppvärmningssystem och ventilation	46
4.5 Förnybar energi på egen tomt - anläggning.....	47
4.5.1 Solceller	47
4.5.2 Solfångare och tappvarmvattensystem	47
5. Indata till simulering	49
5.1 Ventilation och läckage	49
5.2 Köldbryggor	50
5.3 Tappvarmvatten	50
5.4 Personvärme.....	50
5.5 Verksamhetsenergi.....	51
5.6 Inomhustemperatur	51
5.7 Geografisk placering.....	51

6. Det ekonomiska perspektivet	53
6.1 ROT-avdrag.....	53
6.2 Skattereduktion	53
6.3 Tilläggsisolering av yttervägg.....	53
6.4 Tilläggsisolering av tak/vindsbjälklag	55
6.5 Byte av fönster/dörrar.....	56
6.6 Installation av ett FVP-system	58
6.7 Helrenovering	59
6.8 Solenergi - solceller och solfångare	60
6.9 Nybyggnad	62
6.10 Det genomsnittliga elpriset	63
7. Resultat	65
7.1 Framtagning av 50-tals hus.....	65
7.2 Sammanställning från VIP.....	68
7.3 Lönsamhet och återbetalning.....	81
8. Diskussion och slutsats	87
8.1 Diskussion.....	87
8.2 Slutsats	89
Referenser	93
Källförteckning:	93

Inledning

1.1 Bakgrund

Eftersom det börjar bli tid att renovera hus byggda på 50-talet ligger det i samhällets intresse att på ett så energieffektivt, miljövänligt och kostnadseffektivt sätt som möjligt renovera dessa hus. Husen har tjänat ut och livslängden är nära sitt slut. Innan beslut om att renovera fattas av husägaren är det viktigt att undersöka alla alternativ.

Enligt statistik från SCB bor över 50% av befolkningen i småhus. År 2022 uppmättes mängden 50-talshus vara 165 000 st (SCB, 2022). Dessa hus lever inte upp till de nutida kraven som ställs med avseende på energiförbrukning. Det som utmärker småhus från denna tidsperiod är stora fönster, platta tak, eternitplattor, hög grundsockel, vattenburet uppvärmningssystem, kakelugn och självdrag som ensamt agerar ventilationssystem. Det som också kännetecknar 50-talshus är enkelhet och funktionalitet, de flesta är enplansvillor med öppen planlösning och enkel layout. Detta på grund av ett stort behov av bostäder under efterkrigstiden (Historiska Hem, 2023).

Att renovera energieffektivt kan innebära många saker, i detta fall gäller det att tackla de stora generella problemområdena som exempelvis energi- och värmeförluster, fukt- och mögelproblem samt luftkvaliteten inomhus. Från Boverkets energiguide framgår att en sådan renovering vanligtvis innefattar fönsterbyte, tilläggsisolering, byte av värmesystem och insättning av mekaniskt ventilationssystem (Boverket, 2024). Utmaningen blir att renovera med hänsyn till utgångsläget och med rätt tillvägagångssätt. Hus med självdrag som ensamt ventilationssystem som har tilläggsisolerats eller genomgått fönsterbyte blir ofta för täta om inte ventilationsöppningar installerats. När byggnader är för täta blir effekten att kvalitén på inomhusluften försämras. Eftersom inomhusluften dessutom får ett fukttillskott av normal levnad utgör för täta hus även en risk vad gäller potentiella fuktproblem. Detta blir därmed ett nytt problem, eftersom husets ursprungliga konstruktion bidrog med ett luftombyte som var tillräckligt, detta till följd av självdrag genom eldning. Att elda leder den kalla luften in samtidigt som värmen sprider sig i huset, när skorstenen blir varm leds värmen upp till vinden som torkar ut eventuell fukt som sipprar in via otätheter.

För att energieffektivisera 50-tals hus är tilläggsisolering och fönsterbyte åtgärder som har potential att sänka byggnadens energianvändning. Dessa åtgärder kan dock innebära att även ventilationen behöver åtgärdas. Enligt en artikel från branschorganisationen (Svensk ventilation, 2017) betonar de vikten av ett välfungerande ventilationssystem för inomhusmiljön, samtidigt som ventilationen tillför frisk uteluft förs det bort luftföroreningar och fukt som annars hade stannat kvar i byggnaden. Det är därför fördelaktigt att göra dessa renoveringar i samband med varandra.

Bostäder och lokaler står för 40% av Sveriges totala energianvändning (Svensk ventilation, 2017). Detta i form av de tekniska installationerna som förser byggnaderna med värme, vatten, luft och kyla. Det är därför av stor betydelse att de optimeras för effektiv energianvändning.

Statistiska centralbyrån (SCB) har redovisat att den totala energianvändningen 2021 för uppvärmning och varmvatten i småhus fördelat på energikällor och energibärare var 31,7 TWh i Sverige, där den vanligaste energikällan är el. Det framkommer även att den genomsnittliga energianvändningen är 15,6 MWh/hus och 101,6 kWh/m². Redan efter några få åtgärder för att minska behovet av värme och varmvatten för ett typhus från 40-talet kan upp emot 20 procent besparas. Vid minskat behov av värme och varmvatten behövs det inte köpas in lika mycket el som tidigare (Energimyndigheten, 2023).

Det finns flera finansieringsstöd att söka vid energieffektivisering av byggnader, såväl statliga finansieringsstöd som bidrag och skattesubventioner samt möjlighet att erhålla gröna lån från banker (Boverket, 2023). Det kvarstår att ta reda på vad den procentuella besparingen hade blivit för ett typhus från 50-talet. För att få reda på detta kommer denna studie presentera två typhus med beskrivna typiska förutsättningar. Detta kommer att jämföras med två alternativ av nybyggda typhus.

Det är väl känt att källare från denna tidsperiod orsakar en hel del problematik, detta framförallt ur fuktsynpunkt. Arbetet innefattar hur man renoverar utan att skada konstruktionen. Att hålla reda på livslängden för de olika komponenterna är därför sannolikt nödvändigt.

Rapporten kommer att undersöka om det för bostadsägare till 50-talshus finns en optimal lösning i form av energieffektiviserande åtgärder och huruvida det är ekonomiskt försvarbart i jämförelse med att istället bygga nytt, sett ur ett energiperspektiv. Detta när samma krav ställs på kvalitet vad gäller inomhusmiljö. Den ekonomiska jämförelsen ska göras vad gäller renoveringskostnader, investeringskostnader och driftskostnader. Detta för att undersöka vad som är mest ekonomiskt försvarbart inte endast på kort sikt utan även över en lång tidsperiod. Denna jämförelse är något problematisk då exempelvis elpriset för framtiden inte går att förutspå samt beräkning av installationer och byggdelars livslängd inte går att säkerställa. Med dessa parametrar ska det bestämmas om det kostar mer att renovera än att bygga nytt. Fördelarna och nackdelarna med respektive alternativ ska jämföras med varandra.

Det nybyggda typhuset ska tas fram med hjälp av ett medelpris vad gäller boyta som är jämförbar med typhuset för 50-talsvillan, utrustning samt standard vad gäller materialval. Därefter görs en jämförelse ur ett energieffektivt och ekonomiskt perspektiv. Med standardfall från de renoverade typhuset från 50-talet och från de nybyggda typhuset ska det även räknas på hur lång tid det tar innan investeringarna i respektive fall återbetalas.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att undersöka om det är mer värt, i bemärkelsen försvarbart ur ett ekonomiskt perspektiv och även med hänsyn på potentiell klimatpåverkan, att renovera än att bygga nytt när samma krav på energieffektivitet och inneklimat, det vill säga samma ventilationsflöde och innetemperatur med mera, ställs.

Vidare undersöks om man kan renovera en 50-tals villa till att nå kraven för nybyggnation vad gäller energiförbrukning, livslängd och inomhusmiljö utan att kompromissa med dessa parametrar samt resterande krav som ställs av bl.a BBR.

Därutöver undersöks om det finns ett lämpligt sätt att renovera som kan implementeras på de allra flesta hus från denna tidsperiod genom en standardisering. Detta genom en mängd åtgärder som kommer att optimeras utefter de förutsättningar 50-talshusen har idag på ett generellt plan.

1.3 Metod

Undersökningarna kommer baseras på beräkningar för standardfall, det vill säga typhus. Värdet för en nybyggd villa kommer att beräknas utifrån två olika fall. Det ena fallet utgör en rak jämförelse med 50-tals typhusen medan det andra fallet representerar ett mer sannolikt utfall av hur man hade byggt ett småhus idag, det vill säga utan källare men med samma boyta. Dessa standardvärden beror på flera aspekter, däribland ort, boyta, antal personer i hushållet. Standardfallen kommer därför att presenteras med alla dessa aspekter i beaktning. Båda fall utgår från likvärdiga utgångspunkter utifrån detta. Program som kommer att användas är VIP Energy, som är ett av de ledande energiberäkningsprogrammen i Sverige för byggnader. Typhusen kommer tas fram med systematiska metoder, där det första steget innebär en analys av utgångsläget. Sedan jämförs de olika utgångsfallen med varandra och det karakteriserande för vardera typhus sammanställs. Först genomförs en undersökning av 50-talshus med hjälp av Lunds digitala bygglovsarkiv, där vi bland annat tittar på klimatskalets skikt, bärande stomme, boyta samt fönsterarea. Sedan sammanställs resultaten, där återkommande mönster identifieras. Baserat på det återkommande mönstret byggs det karakteriserande typhuset för 50-talsvillan. Framtagningen av typhusen för den nybyggda villan genomförs först efter att typhusen för 50-talsvillan är bestämd. Detta för att konstatera att de är jämförbara för efterkommande undersökningar och beräkningar. Arbetet kommer även att baseras på litteraturstudier för att ge en ökad förståelse för ingående parametrar i utgångsläget såsom exempelvis uppvärmningssystem och materialval, men även för att ge en överblick för vad som kan komma att påverka resultatet. En avgränsning är att LCA inte gjordes.

2. Teori

2.1 Energikällor historia

I Sverige har det satsats mycket på just vindkraft, det har blivit en symbol för energiomställningen. Vindkraft är energikällan som vuxit snabbast, inte enbart i Sverige utan även för resten av Europa. Enligt Energimyndigheten utgör vindkraften i nuläget ca 16% av Sveriges elproduktion (Energimyndigheten, 2021).

Då ett normalstort vindkraftverk i genomsnitt producerar ca 6 miljoner kWh per år kan endast ett vindkraftverk täcka den årliga elförbrukningen för cirka 250 eluppvärmda villor (å 25 000 kWh/hushåll och år). I dagens läge byggs ofta större vindkraftverk med större generatoreffekt. Dessa har kapacitet att producera nästan dubbelt så mycket kWh per år och kan därmed försörja den årliga elanvändningen för ca 450 eluppvärmda villor (Svensk Vindenergi, 2023).

Mer än hälften av elen som produceras i Sverige kommer från förnybara energikällor, varav den allra största andelen kommer från vattenkraft. Vattenkraft är väl utpräglad i Sverige. Det finns ca 2000 st vattenkraft, dock står 250 av dessa för 98% av utvecklad vattenkraftproduktion. Varje år produceras omkring 50-75 TWh beroende på mängden nederbörd. Detta motsvarar 30-45% av Sveriges elanvändning. Trots dessa resultat är vattenkraftverk i nuläget inget som ska utbyggas. Detta på grund av den stora påverkan på djurliv och ekosystem. Istället fokuseras det på att utveckla tekniken, exempelvis med effektivare turbiner och liknande (Naturskyddsföreningen, 2023).

2.2 Energikällor

Under vinterhalvåret, men även till viss del, dock väsentligt mindre, under sommarhalvåret, ska uppvärmningssystemet bidra till att skapa ett behagligt inneklimat, vilket bland annat innefattar lufttemperatur. Ett typiskt värmesystem är uppbyggt av en lokal värmeavgivare som placeras i rummet, ett distributionssystem som fördelar värmen i byggnaden, en värmekälla och ett system för att kunna styra och reglera värmeförseln. Inom byggnaden ska rummen förses med rätt mängd distribuerad värme och värmarna ska placeras med tanke på komfortkraven. För att möjliggöra att bibehålla ett önskat inneklimat under uppvärmningsperioden ska värmarna enkelt kunna regleras, för att kompensera de variationer som förekommer i utomhusklimatet och solinstrålning eller på grund av användningen av rummet (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

Det finns två typer av värmebehov kopplade till byggnader, vilka är värmeeffektbehov och värmeenergibehov. Värmeeffektbehovet anges i watt och sammankopplas med investeringskostnaden och värmeenergibehovet kopplas till driftkostnaderna och anges istället i kilowattimmar (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Sedan några år tillbaka är det nödvändigt att, vid nybyggnad, beräkna husets energibehov och följa upp beräkningen

med en mätning som därefter jämförs med och måste uppfylla energikraven i BBR (Boverket, 2020).

Val av värmekälla kan bero på en del olika faktorer, som ekonomi, krav på underhåll och miljöpåverkan. Före 1970-talet var det vanligt med olja, men då oljekrisen inträffade fann man andra lösningar i främst elvärme. Under de senaste 20 åren har dock fjärrvärmesystem, som består av ett gemensamt centralt värmeverk, ett fjärrvärmenät som distribuerar värmen till byggnaderna och en fjärrvärmecentral i varje byggnad, ökat. Därtill har användningen av värmepumpar i småhus expanderat rejält (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Enligt Energimyndigheten (2017) beräknades hälften av landets småhus vara utrustade med någon form av värmepump år 2016. Den vanligast förekommande typen av värmepump var luftvärmepumpen, som utgjorde mer än hälften av de i småhus installerade värmepumparna. I framtiden statistik från Energimyndigheten noteras även att el, biobränsle och fjärrvärme utgör 97% av den totala energianvändningen för uppvärmning och varmvatten i småhus år 2016 där elradiatorer, direktverkande eller vattenburna, är vanligast och utgör uppvärmningssättet för knappt en tredjedel av landets småhus.

Omkring 80 procent av energikostnaden i en villa går till uppvärmning och varmvatten, vilket innebär att värmekällan potentiellt har stor påverkan på energikostnaden. Det uppvärmningssystem som är lämpligast beror på vilka förutsättningar som föreligger, däribland husets uppbyggnad, tomten och geografisk plats. I många fall där det finns tillgängligt kan fjärrvärme vara den bästa lösningen, i andra fall kan det behövas en panna som eldas med ved eller pellets. Enligt Lasse Ejeklint, energirådgivare och klimatcoach på Vattenfall, gynnas både miljön och plånboken vid installation och användning av bergvärme, där 60-70 procent av energin kommer direkt från solen. För de flesta villaägare är en värmepump den enklaste, klimatsmartaste och mest kostnadseffektiva lösningen (Vattenfall, 2019)

2.2.1 Värmepump

Värmepumpar har visats vara en effektiv åtgärd för att minska energianvändningen i bostäder (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Beroende på utomhusklimat, årsvariationer, brukarvanor och geografisk plats för byggnaden kan energibesparingen variera. En längre uppvärmningssäsong, som är synonymt med en potentiellt längre användningsperiod av värmepumpen, kan också ge upphov till större energibesparing, vilket resulterar i att det blir attraktivare att installera en värmepump.

I en värmepump cirkulerar ett köldmedium som förångas vid lågt tryck och låg temperatur och som kondenserar vid högt tryck och hög temperatur. Beroende på typ av värmepump värms eller kyls köldmediet med exempelvis uteluft, frånluft eller marken. Köldmediet värms i förångaren och övergår till kall ånga där den eldrivna kompressorn höjer trycket och därmed också ångans temperatur. Vidare förs varm ånga till kondensorn som är ansluten till värmesystemet. Vid kondensorn avges värme genom att ångan kondenserar till varm vätska och kondenseringenergin växlas över till

värmesystemet. Därefter passerar vätskan strypventilen där trycket sjunker likt temperaturen för köldmedievätskan (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

Ett mått på värmefaktorn, det vill säga hur effektiv värmepumpen är, brukar anges i COP, vilket anger förhållandet mellan effekten som avges vid kondensorn och den tillförda eleffekten i kompressorn. Värmefaktorn är i storleksordningen 3 - 4 COP (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

2.2.1.1 Uteluftsvärmepump

Uteluftsvärmepumpar tar vara på värmen i utomhusluften där förångaren är ansluten till ett luftvärmebatteri som är placerat utomhus. Genom luftvärmebatteriet passerar och kyls uteluften. Nackdelen med en uteluftsvärmepump är att utetemperaturen är som lägst då värmebehovet är störst. Detta innebär att temperaturskillnaden mellan kondensorn och förångaren blir stor och värmefaktorn blir låg. Fördelen är att tillgängligheten är god.

Luft-vatten- och luft-luft-värmepump är de två förekommande typerna. Luft-vatten innebär att värmepumpen är ansluten till ett vattenburet värmesystem medan luft-luft-värmepumpen värmer den cirkulerande inomhusluften direkt. Fördelen med luft-luft-värmepumpen är att den fördelaktigt sommartid kan skifta till att kyla och är enkel att installera (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

2.2.1.2 Bergvärme-, jordvärme- och sjövärmepump

En bergvärmepump hämtar värme från ett djupt marklager via ett borrhål där en slang med cirkulerande köldbärare sänks ner. Problemet med bergvärme är att de geologiska förutsättningarna måste vara ändamålsenliga för att det överhuvudtaget ska vara möjligt. Fördelaktigt kompletteras bergvärmepumpen med solfångare för att under sommartid kunna ladda borrhålet med värme (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Ytterligare finns det jordvärmepumpar och sjövärmepumpar. Jordvärmepumpar, även kallat ytjordvärmepump, tillvaratar den solenergi som finns lagrad i markytan via en slang som grävs ned på tomten, vilket innebär att borrhållning inte krävs. Jordvärmepump hämtar lagrad solenergi från marken på liknande sätt som en bergvärmepump. En sjövärmepump hämtar istället lagrad solenergi från sjövattnet. En kollektorslang läggs på sjöns eller vattendragets botten och fungerar principiellt på samma sätt som bergvärme och jordvärme (Thermia, nd).

2.2.1.3 Frånluftsvärmepump

En frånluftsvärmepump tar vara på värmen i frånluften genom att återvinna värmen ur ventilationsluften som ska lämna byggnaden som frånluft till avluft. Frånluften brukar ofta vara rumstemperatur, det vill säga önskad tilluftstemperatur, ibland även högre. Frånluftstemperaturen är någorlunda konstant under året och värmefaktorn kan då hållas hög. Ventilationsflödet är däremot för litet för att kunna täcka hela husets värmeeffektbehov. Frånluftsvärmepumpen måste därmed ofta kombineras med ytterligare värmekälla. En av fördelarna med frånluftsvärmepumpen är att den kan

anslutats till värmesystemet, beredning av tappvarmvatten eller både och (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

2.3 Energianvändning

Energianvändningen inom bygg- och fastighetssektorn består huvudsakligen av energi för uppvärmning, men därtill räknas energi för renovering, om- och tillbyggnad, nyproduktion och fastighetsförvaltning. På grund av bland annat variation i utomhustemperaturen varierar energianvändningen från år till år (Boverket, 2024).

En byggnads energianvändning innebär mängden energi som levereras till byggnaden vid normalt brukande under ett normalår. I byggnadens energianvändning ingår energi för uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsel. Utöver dessa benämns övrig energi som hushållsenergi. Fastighetsel och hushållsenergi ingår dock inte i byggnadens energianvändning. Energi kan levereras till byggnaden genom olika energibärare, men i byggnadens energianvändning görs dock ingen skillnad på vilken energibärare som levererar energin till byggnaden. Däremot får energibäraren betydelse när primärenergitalet ska beräknas (Boverket, 2024)

2.3.1 Primärenergitalet

Måttet på en byggnads energiprestanda kan till exempel vara det så kallade primärenergitalet. Där inkluderas byggnadstekniska och installationstekniska egenskaper och vilket energislag som byggnaden använder. BBR ställer ett minimikrav, för nybyggnation, på byggnadens energiprestanda genom ett primärenergital enligt tabell 2.3.1, vilket också ligger till grund för den energiklass som en byggnad får vid en energideklaration. Byggnadens energianvändning beräknas genom att man följer Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) som gäller byggnaders energianvändning vid normalt brukande under ett normalår (BEN). Det finns två metoder för fastställande av en befintlig byggnads energianvändning. Antingen görs det genom en beräkning, eller genom mätning. En byggnads energianvändning ska beskriva en byggnads egenskaper oavsett vem som brukar byggnaden. En normalårskorrigerig av den uppmätta uppvärmningsenergin måste göras till följd av klimatmässiga årsvariationer.

Vid beräkning av primärenergitalet multipliceras, för BEN version 3, byggnadens energianvändning med viktningsfaktorer, beroende på energibärare. Exempelvis har el viktningsfaktorn 1,8 och fjärrvärme 0,7. Därtill har också fossila bränslen höga viktningsfaktorer. Viktningsfaktorer används för att framhäva att det ur samhällets synpunkt är olika viktigt att hushålla med olika typer av energi. Dessutom tas hänsyn till geografisk placering, för att likadana byggnader ska erhålla samma primärenergital oavsett placering i landet. Detta görs genom att uppvärmningsenergin divideras med en

geografisk justeringsfaktor. Slutligen beaktas byggnadens area, som uppvärmd golvarea. Det resulterar i att primärenergitalet anges per kvadratmeter, vilket får som följd att energiprestandan kan jämföras mellan byggnader, trots olika storlek (Boverket, 2022).

Primärenergitalet, i kWh/m²A_{temp},år beräknas med följande formel:

$$EP_{pet} = \frac{\sum_{i=1}^6 \left(\frac{E_{uppv,i}}{F_{geo}} + E_{kyl,1} + E_{tvv,i} + E_{f,i} \right)}{A_{temp}}$$

Tabell 2.3.1: BBR:s krav med avseende på energiprestanda

Tabell 3.2 Krav på högsta tillåtna primärenergital, installerad eleffekt för uppvärmning, genomsnittlig värmegenomgångskoefficient och genomsnittligt luftläckage för olika byggnader och storlekar (BFS 2011:6, s.138).

	Energi- prestanda uttryckt som primärenergi- tal (EP_{pet}) [kWh/m ² A _{temp} och år]	Installerad eleffekt för uppvärmning (kW)	Genomsnittlig värmegenom- gångskoeffi- cient (U_m) [W/m ² K]	Klimatskärmen s genomsnittliga luftläckage vid 50 Pa tryckskillnad (l/s m ²)
Bostäder				
Småhus >130 m ² A _{temp}	90	4,5 + 1,7 x ($F_{geo} -$ 1) ¹⁾	0,30	Enligt avsnitt 9:26
Småhus >90–130 m ² A _{temp}	95			
Småhus >50–90 m ² A _{temp}	100			
Småhus ≤50 m ² A _{temp}	Inget krav	Inget krav	0,33	0,6
Flerbostadshus	75 ⁴⁾	4,5 + 1,7 x ($F_{geo} -$ 1) ^{1) 5)}	0,40	Enligt avsnitt 9:26
Lokaler				
Lokaler	70 ²⁾	4,5 + 1,7 x ($F_{geo} -$ 1) ^{1) 3)}	0,50	Enligt avsnitt 9:26

2.3.2 Energihushållning

2.3.2.1 Brukarvanor

Energihushållning är ett begrepp som används för att upplysa om energianvändning, det innebär att bostäder ska utformas så att energiförsörjningen blir så liten som möjligt, dels för miljöns skull, men även för att det är ekonomiskt fördelaktigt (Beijer, 2022).

Brukarvanor beror på brukaren och är därför svårt att räkna på. Detta på grund av olika preferenser och beteenden som är svåra att ta hänsyn till. För att kunna uppfylla den maximala energieffektiviteten i en byggnad och samtidigt uppfylla de boendes förväntningar är det viktigt att förstå och studera brukarbeteenden (Mattson et al. 2022). Brukarvanor tillsammans med beteende syftar till hur man lever, exempelvis ifall man har det varmt hemma och ofta har fönstren öppna. Detta är endast några få exempel på aktiviteter där det sker många energiförluster. Genom att minska behovet av energianvändning hade det varit enklare att med förnybar energi kunna möta behovet (Mattson et al. 2022).

Det ska även sägas att brukarvanor/brukarbeteende är svårt att räkna på då det är mycket som ska tas hänsyn till. Faktorerna är bland annat inomhustemperatur, vädring, varmvattenförbrukning, solavskärmning och användning av el. Den mest avgörande faktorn är energianvändningen för uppvärmning av villan. Det är vid uppvärmning av inomhusluften som värmeförluster sker på grund av att den varma inomhusluften dels ventileras ut via önskad ventilation genom ventilationssystemet, som då ger upphov till att luften kontinuerligt och på nytt behöver värmas upp, och dels som läckage då det läcker genom klimatskalet. Under uppvärmningssäsongen, kan en lägre inomhustemperatur leda till ett lägre värmeeffektbehov som därmed kan ge minskad energianvändning. Detta enligt en undersökning av studenter vid Lunds universitet (Emelie Bertilsson och Karina Zandi, 2023)

2.3.2.2 Förnybar energi på egen tomt

“Solenergi pekas ut som en viktig byggsten i ett framtida hållbart energisystem. Sverige har både god solinstrålning och framstående forskargrupper och företag inom området.” (Energimyndigheten, 2023)

Genom att installera solceller kan bostadsägaren producera förnybar el till sin villa och sedan sälja överskottet till ens elbolag. Det kostar ca 10 000-15 000 kronor per installerad kW att montera solceller, detta inkluderar grönt avdrag (Hemsol, 2024). Hemsol beskriver även att fördelarna med solenergi är det minskade beroendet av elnätet, där elen kan fungera trots strömavbrott, skattereduktion och inte minst att kunna bidra till ett mer hållbart samhälle genom förnybar elproduktion.

De senaste åren har det hänt mycket gällande frågan om lagar och reglering kring just egenproducerad el. Nyligen blev det lagligt att sälja vidare egenproducerad el, vilket gav

privatpersoner ytterligare skäl att investera i bland annat solceller. Vid vidareförsäljning av el, har man rätt till viss skattereduktion för såld el. Denna skattereduktion ger 60 öre per såld kWh (Skatteverket, 2023).

Det finns även hybrid-anläggningar som kan generera både el och värme. Solpanelerna består då av material som är värmeledande och material som producerar el. Dessa anläggningar kallas PVT-system och kan transportera värmen via värmebärare i form av antingen vatten eller luft. Detta system är energieffektivt då kombinationen gör att mängden energi som utnyttjas per kvm ökar (Energimyndigheten, 2024).

Småhus med vattenburet värmesystem har valmöjligheten att installera en solvärmeanläggning. Detta system fungerar genom att solen värmer upp solfångare som innehåller en vätska. När vätskan blivit varm pumpas den vidare till ett rörsystem som mynnar ut till en ackumulatortank. Denna tank kan lagra värmen i upp till några dagar, beroende på vilken tank man väljer att installera. Denna värmen kan sedan användas bland annat genom tappvarmvatten eller till uppvärmning av huset (Energimyndigheten, 2024). Ett vattenburet uppvärmningssystem är standard i hus från bland annat 50-talet. Att installera solceller och solfångare är därmed ett sätt att energieffektivisera hus från denna tid.

2.4 Sveriges miljömål

De globala miljömålen har sammanställts i vad som brukar kallas Agenda 2030, vilket samtliga FN:s medlemsstater antog hösten 2015. Med Agenda 2030 åtog sig FN:s medlemsstater att fram till år 2030 leda världen mot en hållbar och rättvis framtid. Däribland innefattas att säkerställa ett varaktigt skydd för planeten och dess naturresurser. Agenda 2030 är en handlingsplan med mål för omställning till ett hållbart samhälle för människorna, planeten och välståndet. Agenda 2030:s mål och delmål är integrerade och odelbara och omfattar samtliga tre dimensioner av hållbar utveckling: den ekonomiska, den sociala och den miljömässiga (Regeringskansliet, 2022).

De globala målen är 17 mer övergripande mål, vilka i sin tur brutits ned till 169 delmål och 230 indikatorer. Indikatorerna är mätbara, vilket möjliggör uppföljning och utvärdering av målen. Flera av målen är beroende av varandra och i vissa fall direkt kopplade. Att framgångsrikt, på nationell nivå, arbeta för ett av målen kan därmed ge positiva effekter på andra mål. Ett av målen är "Hållbara städer och samhällen", där man vill uppnå att städer och bosättningar görs inkluderande, motståndskraftiga, säkra och hållbara. Agenda 2030 är inte juridiskt bindande utan snarare ett frivilligt åtagande. Varje medlemslands regering ansvarar för att genomföra målen (FN, nd).

Bygg- och fastighetssektorn svarade 2021 för inhemska utsläpp av växthusgaser på nästan 22 procent av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser. Sektorn bidrar dessutom till stora utsläpp utomlands genom importvaror. De totala utsläppen av växthusgaser låg

på 18,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter, men under perioden 2008–2021 har utsläppen av växthusgaser minskat med 6 procent vilket visade en positiv utveckling. Av de totala utsläppen i Sverige, som inkluderar inhemska och import, från sektorn år 2021 står nybyggnad för 22%, uppvärmning för 25%, fastighetsförvaltning för 24% och renovering, om- och tillbyggnad för 29% (Boverket, 2024).

Den 1 januari 2022 trädde en ny lag i kraft som innefattar klimatdeklaration för nya byggnader, vilket är ett styrmedel för att minska klimatpåverkan från byggnader vid uppförande. Ansvaret för tillsyn av klimatdeklarationerna svarar Boverket för, där Boverket kontrollerar att uppgifterna i deklarationen är riktiga och att klimatpåverkan inte avviker väsentligt från deklarerat värde.

Det nationella initiativet Fossilfritt Sverige startades 2015 och har resulterat i att 22 branscher, däribland bygg- och anläggningssektorn, har tagit fram färdplaner för att nå en klimatneutral värdekedja med nettonollutsläpp av växthusgaser 2045. Färdplanens processägare på Byggföretagen lämnade i slutet av 2023 uppgifter om framstegen under det gångna året. Man kunde bland annat se en ökning av energieffektiviserande åtgärder i befintliga bestånd samt att mer fokus lagts på att bevara och underhålla befintliga byggnader. I lämnade uppgifter nämns, som utmaningar, behovet av att öka tempot från pilot till standard och regelverk som stöttar omställningen.

Ett omarbetat direktiv om byggnaders energiprestanda (EPBD), som planeras träda i kraft i början av 2024, har som övergripande mål att EU:s hela byggnadsbestånd ska uppnå kraven för nollemissionsbyggnad till 2050. Direktivet ställer bland annat krav på att byggnader som uppförs från 2030 och framåt ska vara nollemissionsbyggnader, att medlemsstaterna etablerar en nationell byggnadsrenoveringsplan samt energieffektivisering i befintlig bebyggelse. Då direktivet träder i kraft har medlemsstaterna 18-24 månader på sig att införa detta i nationell lagstiftning (Boverket, 2024).

2.5 Boverkets byggregler och Plan och bygglagen

Renoveringar av småhus kan skapa frågeställningar huruvida dessa bör klassas då man ska förhålla sig till kraven från myndigheterna, vilket påverkas av omfattningen av åtgärderna. Husen som byggs anpassas till nuvarande krav och de som tidigare har byggts har anpassats och förhållit sig till dåvarande krav gällande bland annat konstruktion och funktion. Åtgärder som utförs delas in i underhåll, ändring eller ombyggnad av befintliga hus.

Ändring av en byggnad omfattar en stor mängd åtgärder. Definitionen av en ändring är då en eller flera åtgärder ändrar en byggnads konstruktion, funktion, användningssätt, utseende eller kulturhistoriska värde. Lag (2019:9:49). Vid ändring kan nya krav ställas på den befintliga byggnaden. Många ändringsåtgärder är inte bygglovs- eller anmälningspliktiga, men påverkas ändå av reglerna om ändring. Tillbyggnad, som är en åtgärd där man ökar byggnadens volym, och ombyggnad, som innebär att hela

byggnaden eller delar av den, som anses betydande och avgränsad, påtagligt förnyas, ingår också i begreppet. När en ändring också är en ombyggnad är det inte en högre kravnivå, utan det ställs snarare samma krav på flera delar. Kraven tillämpas alltså på en större del av byggnaden medan kraven på en ändring enbart ställs på ändrad del.

Det finns ingen skarp skiljelinje mellan underhåll och ändringar. Ofta är alla underhållsåtgärder också en ändring, men behöver inte alltid medföra nya krav. Ändringens omfattning ska alltid beaktas när man bedömer vilka krav som gäller. Boverket menar vidare att de flesta ingrepp innebär någon form av ändring av egenskaper och utseende, vilket bidrar med ytterligare klurigheter. Kraven som ställs vid ändring är samma som vid nybyggnad. Ändringens omfattning, byggnadens förutsättningar, varsamhetskravet och förvanskningförbudet kan dock tillåta att avsteg från kraven får göras. I huvudsak gäller att befintliga byggnader ska underhållas så att byggnadens egenskaper inte försämras och kan då likställas med underhållskravet (Boverket, 2023).

2.6 Typkonstruktioner - 50-talets och nutidens

Enligt Björk, Nordling och Reppen (2009) uppfördes majoriteten av småhusen under 50-talet i tätorterna. En förbättrad samhällsekonomi gav upphov till att byggnaderna från 50-talet uppfördes med högre teknisk kvalitet än tidigare. Främst var byggnaderna ämnade för den framväxande medelklassen. De traditionella tankarna om utformningen av byggnaderna omprövades, vilket resulterade i nya sätt att forma huskroppen (Björk, et al., 2009).

Storleken på en byggnad från 50-talet kan variera till följd av när byggnaden uppfördes. Under tidigare delar av decenniet uppfördes byggnader med en storlek på omkring 70 kvadratmeter, medan senare uppförda byggnader har en storlek på 90 kvadratmeter. Vanligen med ett rumsantal på 3 uppemot 5 (Björk, et al., 2009). Planlösningen beskrivs som öppen, samtidigt som enkelheten och raka linjer nämns som ytterligare kännetecken för 50-talshuset (Fastighetsmäklari Historiska Hem, 2023).

2.6.1 Grund och källarkonstruktion på 50-talet

På 1950-talet var det fortfarande vanligt med källare, vilket så småningom minskade under 60-talet. Oavsett om byggnaden uppfördes med källare eller inte, tenderar byggnaderna att inneha en sockel som tydligt markeras och skapar en upplevelse av att byggnadskroppen lyfts upp (Björk, et al., 2009). Enligt Isovers samling av typsektioner för småhus från 50-talet framgår det att källarmuren vanligen består av 250 mm tjock betonghålstén, vilket kan kompletteras med invändiga lättbetongplattor om 50 mm (Isover, nd). För källargrunden visas en, i sammanhanget, ganska tunn betongplatta med en ännu tunnare överliggande isolering under golvbeläggningen. Golvbjälklaget, som

avgränsar boytan från biytan, det vill säga källarutrymmet, tenderar att bestå av en 200 mm tjock betongplatta under regler med mellanliggande isolering, i form av mineralull, följt av spontat trägolv och golvbeläggningen.

2.6.2 Ytterväggskonstruktion på 50-talet

Isover har samlat tidstypiska sektioner för ytterväggar, där såväl regelstomme som lättbetongstomme förekommer (Isover, nd). Fasadtegel beskrivs utgöra ytskiktet på ett tidstypiskt 50-talshus. Isover menar att fasaden för byggnaderna från denna tid ofta överensstämmer, men att underliggande skikt kan variera (Isover, nd). Regelstommen kompletterades ofta med isolering mellan träreglarna i form av lösa mineralullsmattor. Därtill introducerades gipsskivor som utgjorde en slät yta, vilken underlättade tapetsering samt bidrog med ett bättre brandskydd jämfört med tidigare träfiberplattor (Björk, et al., 2009). Byggnaderna bestående av lättbetongstomme kunde ha fasadtegel som ytskikt, men ytterväggarna förekom också som lättbetongblock med enbart puts på vardera sida (Isover, nd).

2.6.3 Takkonstruktion och vindsbjälklag på 50-talet

Björk, Nordling och Reppen (2009) hävdar att husen under 50-talet vanligtvis hade ett flackt sadeltak. Konstruktionen av vindsbjälklag har visat sig, sett till perioder, inte skilja i lika stor utsträckning som ytterväggskonstruktionerna. Vidare beskrivs konstruktionen bestå av antingen grövre bjälkar eller plank där en träpanel, gips eller likvärdigt spikades underifrån och utgjorde undertaket. Vanligtvis fylldes utrymmet mellan bjälkarna med antingen mineralull, såg- eller kutterspån. Isoleringstjockleken kan variera, ofta beroende på vilket isoleringsmaterial som användes (Christina Andersson, 2009).

2.6.4 Uppvärmning- och ventilationssystem på 50-talet

Eldning av olja, genom oljepannor, var ett sedvanligt uppvärmningssätt på 50-talet. Såväl tappvarmvatten som huset värmdes ofta med samma panna. Senare har oljepannorna minskat i 50-talshusen till följd av bland annat oljekrisen som resulterade i att eldning av olja blev dyrt och visade sig vara ett dåligt miljöval. Idag består 50-talshusen vanligtvis av ett vattenburet uppvärmningssystem. Det möjliggör att alternativen för val av värmekälla är flera. Vedpannor, pelletspannor och värmepumpar beskrivs som vanligt förekommande i dagens 50-talshus. Förändringen av uppvärmningskälla kan ge upphov till vissa bekymmer. Bland annat bör man kontrollera att erforderlig ventilation uppnås eftersom eldningen, tillsammans med en sämre isolering jämfört med dagens standard, höll igång luftcirkulationen i dåvarande självdragsventilation. Även fuktproblem ses som en följd av minskad användning av eldningen som bland annat bidrog till att spillvärme tillfördes vinden. En välmenande renovering i eftersträvan att uppnå välisolerade hus med energisnål uppvärmning kan, om denna förändring inte sker i kombination med installation av mekanisk ventilation,

innebära en sämre ventilation och potentiella fukt- och mögelproblem (Polarpumpen, nd).

2.6.5 Typkonstruktioner idag

Dagens småhus byggs nästan uteslutande av stommar i trä. Tidigare platsbyggdes alla trähus. Trä som, i förhållande till bärformåga och hållfasthet, har en låg vikt har möjliggjort en mer industriell tillverkning. Numera förtillverkas majoriteten av träkonstruktioner i fabrik för att senare transporteras, resas och monteras på byggplatsen. Småhusens utformning är nu starkare kopplad till produktionsteknik och inte längre lika starkt kopplat till materialens grundläggande förutsättningar och tidigare byggnadsteknik. Idag finns ett ökat intresse för småhus med bättre anpassning till bland annat omgivning och topografi (Svenskt trä, nd).

2.6.6 Grundkonstruktion idag

Sockeln som tydligt markerades i kombination med källarkonstruktionen från tidigare decennier blev så småningom allt mindre populär. Platta på mark slog igenom på 60- och 70-talet och är idag den grundläggningstyp som dominerar vid nybyggnad. I början placerade man isoleringen ovanpå betongplattan, vilket resulterade i många fuktskador då fukten kunde vandra upp i plattan, isoleringen och vidare mot väggarna. Senare utvecklades en välfungerande metod där man först placerade grundlig dränering av ett kapillärbrytande material följt av den underliggande isoleringen, som håller ute markkylan, och betongplattan. Vid kanterna placeras så kallad kantisolering och ibland adderas ytterligare isolering en bit utanför, så kallad tjälisolering. Underliggande isolering i form av cellplastsivor är idag vanligast (Ekobyggportalen, nd).

2.6.7 Ytterväggskonstruktion idag

Enligt Träguiden är regelväggen den vanligaste stommen i ytterväggar i dagens småhus (Träguiden, 2021). Väggens bärande del består av regler i massivt trä eller lättreglar. Ytterväggarna i dagens småhus har ett U-värde som inte överstiger $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Alltsomoftast fylls utrymmet mellan reglarna med isolering av mineralull. Därtill kommer inte sällan ytterligare isoleringsskikt, bland annat ett utvändigt homogent sådant i form av en fasadskiva. Med stigande krav på energihushållning och komfort får följaktligen detaljutformningen och arbetsutförandet också högre krav (Träguiden, 2021). Fasadmaterialet däremot kan variera och Donnah Mannito och Lisen Wästlund (2010) beskriver det som att urvalet för olika fasadmaterial ökar, vilket vidare beskrivs göra valet invecklat. En del frågeställningar som behöver besvaras anses vara bland annat vilken fasad som passar konstruktionen, monterings- och materialkostnader, underhållsbehov, miljöpåverkan och naturligtvis de arkitektoniska kvaliteterna (Donnah Mannito & Lisen Wästlund, 2010).

2.6.8 Takkonstruktion idag

Lutningen på taket anses ha stor påverkan på takets övriga utformning och konstruktion. Lutningen på takytan avgör vilket taktäckningsmaterial som ska användas (Träguiden, 2020). Huvudsakligen ska taktäckningen avleda nederbörd. Ekonomiska, såväl som tekniska och estetiska faktorer nämns påverka valet av utformningen på taket. Den vanligaste formen för hus med trätakstolar är sadeltak. Lutningen på taket kan dock variera och ger konsekvenser och möjligheter som exempelvis att man kan inreda ytterligare en våning. Tegelpannor och takstolar med en lutning på minst 22° beskrivs som en vanlig och funktionell kombination som takkonstruktion i småhus (Träguiden, 2020). Dagens konstruktioner är mer välisolerade än tidigare. Det förenklade kravet från BBR på takkonstruktioner, vid nybyggnation, ligger idag på ett U-värde mindre än 0,13 W/m²K (Boverket, 2020).

2.6.9 Uppvärmning- och ventilationssystem idag

Enligt Energimyndigheten (2017), som sammanställt allmän statistik för energianvändningen år 2016, utgjorde eluppvärmning nästan hälften av den totala energianvändningen i Sverige. Vidare förmedlar de att småhus byggda mellan 2011 och 2015 använder minst energi, i genomsnitt 12 000 kWh. Gällande ventilationssystem hävdar Polarpumpen (nd) att värmeåtervinning, som är en energibesparande åtgärd, i samband med kontrollerad ventilation används i stor skala. De flesta nybyggda hus anses, av Polarpumpen, ha någon typ av mekanisk ventilation med värmeåtervinning såsom frånluftsvärmepumpar som är anslutna till ett frånluftssystem, eller ventilationsvärmeväxlare som är anslutet till ett från- och tilluftssystem.

2.7 Renovering och energieffektiviserande åtgärder

Vanliga renoveringsåtgärderna kan beskrivas som förbättring av klimatskal samt värmeåtervinning av ventilerad luft. Att renovera småhus energieffektivt och korrekt innebär minskade energikostnader, bättre inneklimat genom minskat drag, kallras, kalla ytor och fuktproblem. Det leder även till lägre boendekostnader, minskad klimatbelastning samt minskat omvärldsberoende (Riksbyggen, 2023).

Det finns inget facit i hur man renoverar rätt, dock kan vissa saker generellt sett anses vara mer lämpliga då de potentiellt kan innebära risker. Detta exempelvis vid tilläggsisolering av fasader (Energimyndigheten, 2022). Vid alla fasadhåltagningar och anslutningar sker risk för köldbryggor. Vid invändig tilläggsisolering blir köldbryggor vid bjälklagsanslutningar värre. Detta är ett potentiellt problem som helt kan undvikas med utvändigt tilläggsisolering, relativt sett (Rockwool, 2021).

För att upptäcka köldbryggor kan man använda sig av termografering. Termografering är en metod som kan användas för att kontrollera svaga punkter hos klimatskalet. Det kan då bland annat upptäckas hopsjunkna isolering och dålig tätning mellan fönster- och dörrkarmar. Fuktskador är följder av dålig tätning eller andra felkonstruerade byggnadsdelar. Fukt i en byggnad kan komma från människor, matlagning, tvätt och dusch, men också från nederbörd och markfukt. Varm inomhusluft tenderar att ha en högre ånghalt än utomhusluft, som strävar efter att jämna ut sig med utomhusluft med mindre ånghalt som kan innebära en fuktvandring, även kallad diffusion, inifrån och ut genom husets skal (Boverket, 2023).

Äldre småhus, däribland småhus från 50-talet, har inte sällan dåligt isolerade vindsbjälklag och tak. Genom att isolera på rätt sätt kan man minska risken för fuktskador. Bland annat är det viktigt att isolermaterial och övrigt byggmaterial, som ska monteras, är torrt när det byggs in. Inbyggda material innehållande fukt kan potentiellt resultera i mögelangrepp eller röta i konstruktionen. Invändig isolering med fuktspärren innerst är en riskkonstruktion där det krävs att allt material bakom ångspärren är torrt (Boverket, 2023).

Den största effekten gällande energieffektivisering fås genom tilläggsisolering, byte av fönster och dörrar, installation av mekaniskt ventilationssystem, exempelvis FTX eller FVP samt tillägg av vindisolering. Dessa renoveringsåtgärder varierar mycket i kostnad och omfattning av energieffektivisering. För att renovera med ett optimalt resultat vad gäller energieffektivitet krävs vetskap om utgångslägen. Vad gäller hus från 50-talet har de i stort utformats på samma vis. Det som karakteriserar hus från denna tid är bland annat stora fönster, vattenburet uppvärmningssystem, kakelugn och självdrag som ensamt agerar ventilationssystem. För att genomföra en renovering på ett effektivt sätt kan ordningsföljden av åtgärderna analyseras. Att börja med att minimera värmebehovet gör behovet enklare att möta, och därefter minimera elbehovet genom att göra sig av med energibovar och investera i elsnåla apparater. Att utnyttja solenergi genom solceller och solfångare kan vara en god investering som för många hushåll har "betalat av sig" redan efter några år. Om möjligt kan man välja förnybar energitillförsel, exempelvis fjärrvärme av grön el (Riksbyggen, 2023).

Vissa isoleringsmaterial tenderar att vara öppna och måste därför tätas mot luft rörelser genom materialet. Normalt har man ett vindskydd, till exempel gipsskiva eller impregnerad papp, på den kalla sidan av isoleringen. Vindskyddet ska vara vattentätt men samtidigt tillåta genomsläpplighet för vattenånga, vilket möjliggör att eventuell fukt i byggkonstruktionen kan vädras ut. Mot den varma sidan av konstruktionen har man en folie som lufttätning och ångspärr. Folien ska hindra ångvandring inifrån och ut samt hindra att varm och fuktig inomhusluft tränger ut i konstruktionen och kondenserar. Detta för att motverka riskerna för potentiella fukt- och mögelskador (Energimyndigheten, 2009).

2.7.1 Tilläggsisolering yttertak/vindsbjälklag/ytterväggar & källare

Att tilläggsisolera vindsbjälklaget kan ofta vara en av de mest kostnadseffektiva åtgärderna kopplat till energibesparing. Detta beror på att äldre småhus tenderar att ha en ursprunglig vindisolering på omkring en decimeter vid mineralull och drygt en till två decimeter med sågspån, som har sämre isolerande förmåga än mineralull. Jämför detta med dagens byggnorm för nyproduktion av småhus som har en isolertjocklek på omkring fem decimeter med vanligtvis mineralull, så bekräftas den stora skillnaden. Vid tilläggsisolering av vindsbjälklaget bör hänsyn tas till bland annat risken för fuktproblem och andra förutsättningar, som utrymme. Innan man tilläggsisolerar bör man verifiera att befintlig isolering är i bra skick, utan fuktskador, för att sedan kunna placera tillägget ovanpå. Om springan vid takfoten ventilerar vinden bör man se till att isoleringen inte täpper till denna. Därutöver är det viktigt att täta vindsbjälklaget så att fuktig luft inte kan tränga upp. Alternativet till isolering av vindsbjälklaget är att isolera yttertaget, vilket förslagsvis isåfall görs i samband med att man ser över yttertaget vid byte av exempelvis takpannor. Isolering av yttertaget höjer temperaturen på vinden, och skapar en så kallad varm vind, samtidigt motverkas fuktproblem till följd av att den relativa fuktigheten sänks (Energimyndigheten, 2009).

Tilläggsisolering av fasader bör, ur fukt- och energisynpunkt, göras utifrån. Ytterligare en fördel är att man bibehåller samma boyta som tidigare. Enligt Christina Andersson (2009) är utvändigt tilläggsisolering av ytterväggar dyrt i jämförelse med den energibesparing som erhålls. Därmed beskrivs som generell regel att man inte tilläggsisolerar ytterväggarna utifrån om inte fasaden behöver åtgärdas. Några problem som kan uppstå vid rejäl utvändigt tilläggsisolering är att fönsterna hamnar för långt in i fasaden och att väggen hänger utanför grunden. Således kan man även behöva flytta ut fönster och bredda den ursprungliga grunden. Detta är åtgärder som beskrivs som mycket dyra. På grund av att man alltid monterar vindskydd utanpå isoleringen uppnås även en förbättrad lufttätning. Ser man till invändigt tilläggsisolering av ytterväggarna kan denna åtgärden vara problematisk ur fuktsynpunkt. Den befintliga väggen blir kallare, vilket ger upphov till potentiella fuktproblem. Exempelvis torkar inte fukt från slagregn lika fort längre som tidigare, då tack vare det högre värmeläcketaget inifrån. Invändigt isolering minskar också golvytan inomhus (Energimyndigheten, 2009).

Tilläggsisolering av grunden påverkas mycket av vilken typ av grund det är. Under 50-talet var det vanligt med källare. Tilläggsisolering av källargrunden, är ofta lönsam om källaren är uppvärmd till normal temperatur. Isoleringen ska helst ligga under plattan när det kommer till grunden och utvändigt när det gäller källarmuren. Även här är det fukten som bekymrar. Fukten kommer genom källargrund och väggar utifrån, till följd av dålig dränering. Utvändigt isolering bidrar till att väggarna blir varmare och torrare. Förslagsvis görs detta i samband med att dräneringen behöver åtgärdas. Likt för tilläggsisolering av ytterväggar fungerar invändigt isolering sämre ur fuktsynpunkt. Dessutom försvinner golvyta inomhus. En förutsättning för ett bra resultat är att källarväggarna är torra. Om källaren ska användas till bostadsändamål rekommenderas,

sett till komfort, att golvet också isoleras då källargrunden består av betongplattan med tunn eller utan isolering (Energimyndigheten, 2009).

2.8 Konsekvenser & kedjereaktioner - renovering

Med kedjereaktioner syftas till att förklara att eventuella förändringar som görs, i form av renoveringsåtgärder, kan ge upphov till att ytterligare förändringar kan krävas. Däribland kan tilläggsisolering ge ett tätare hus, vilket innebär att ett hus med självdragssystem kan kräva installation av ett mekaniskt ventilationssystem för att erhålla tillräcklig ventilation (Energirådgivningen, 2022).

I en artikel utgiven av Fuktcentrum vid LTH beskrivs olika risker med energieffektiviserande åtgärder. Det framkommer exempelvis att om man tilläggsisolerar en yttervägg invändigt kan det leda till fuktskador, däribland frostsprängning i fasaden. Invändig tilläggsisolering kan även ge mögelpåväxt som i sin tur kan leda till dålig lukt och även hälsoproblem. Det påpekas även att om luftväxlingen kraftigt reduceras, sparar man energi, men det får som följd att luftkvalitén inomhus förändras till det sämre. En byggnads syfte är att kunna ge god inomhusmiljö, därav ska renoveringsåtgärder ta hänsyn till bibehållen luftkvalité (LTH, 2002).

Tätning av springor och dylikt kan minska husets energiförluster (Boverket, 2024). För att lokalisera och sedan kunna motverka dessa potentiella problem, är det ett alternativ att täthetsprova. Det får inte vara stor luftläckning, då försvinner värmen eftersom varm luft rör sig och den kalla luften vill utjämnas. Det är numera en vanlig metod att täthetsprova, detta för att ta reda på om kraven som BBR ställer på täthet kan nås enligt SS-EN ISO 9972:2015.

Vid exempelvis tilläggsisolering av ett vindsbjälklag kan det resultera i flera byggtekniska konsekvenser. Dessa är exempelvis att det blir kallare på vinden, kall luft kan inte hålla lika mycket vattenånga som varm. Detta eftersom kall luft uppnår vattenmättnad, också kallat mätnadsånghalt, till följd av att vattenmättnad och relativ fuktighet är sammankopplade och beroende av temperaturen, tidigare än varm som kan hålla större mängd vatten innan mätnadsånghalten har uppnåtts, vilket leder till att den relativa luftfuktigheten ökar och potentiellt skapar kondens. Detta innebär en potentiell ökad risk för fuktskador. Ifall dessa problem uppstår är det ofta sannolikt att det tar lång tid innan fuktskadorna upptäcks, då vinden sällan är en välbesökt plats för de flesta hushåll. En viss mängd fuktrelaterade problem som mögel och bakteriell påväxt går att åtgärda med enkla metoder såsom att installera avfuktare, men om det inte upptäcks i tid kan konsekvenserna bli stora (Anticimex, 2023).

I ett projekt genomfört av Kommunförbundet Stockholms Län på uppdrag av Energimyndigheten har det bevisats att om man ersätter en ved- eller oljepanna med exempelvis en värmepump eller fjärrvärme kommer värme sluta att transporteras via skorstenen, vilket leder till att det blir kallare uppe på vinden. I huset i fråga som tidigare uppvärmdes via eldning spelade skorstenen en viktig roll, då det blev ett undertryck i

huset när luften sögs ned från levnadsutrymmet och därefter ut genom skorstenen. Om fjärrvärme eller värmepumpen istället förser huset med värme skapas ett övertryck i huset, detta bidrar till att fuktig varm luft istället kan tränga upp i vindsutrymmet och eventuellt orsaka fuktproblem (Energimyndigheten, 2009).

2.9 Ventilation

En byggnad ska kontinuerligt ventileras när människor befinner sig i den, men bostäder ventileras dygnet runt. Ventilation av inomhusluften syftar till att skapa ett luftombyte genom att tillföra frisk luft och föra bort förorenad, utan att skapa drag eller för stora temperaturskillnader i rummet. Samtidigt ska ventilationen motverka spridning av föroreningar i byggnaden och skapa ett undertryck inomhus för att förhindra fuktig rumsluft från att tryckas ut genom otätheter i klimatskalet, som potentiellt kan skapa fuktproblem. I vissa fall, beroende på typ av ventilationssystem, kan även värmning eller kylning av luften innefattas.

Med förorenad luft menas luft som innehåller koncentrationer av koldioxid, damm, emissioner från byggnadsmaterial och ibland även inredningsmaterial, fuktöverskott och oönskade lukter. Den rena luften tillförs till de rum där man vistas allra mest, som sovrum och vardagsrum, genom tilluft. Därefter förs luften vidare till övriga rum genom så kallad överluft och så småningom till kök, badrum eller annat våtutrymme där den suges ut som frånluft till avluft. Vid personnärvaro har BBR som krav att uteluftsflödet ska vara minst 0,35 l/s per kvadratmeter golvarea, vilket i en normalstor bostad, dock beroende på takhöjden, kan beskrivas med ett ungefärligt luftombyte på halva rumsluften per timme (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

Det finns en del olika typer av ventilationssystem. De tre huvudtyper som förekommer i Sverige är självdragssystem (S-system), frånluftssystem (F-system) och till- och frånluftssystem med värmeåtervinning (FTX-system).

2.9.1 Självdragssystem

Självdragssystemet var vanligt fram till omkring 1970. Systemet är uppbyggt utan fläkt och bygger på termiska krafter där temperaturskillnader ger upphov till densitetsskillnader. Varm rumsluft stiger i frånluftskanalerna samtidigt som ny uteluft suges in genom uteluftsventiler och otätheter i klimatskalet. Under vintern, då temperaturskillnaden är större än i övrigt, överventileras husen och på sommaren, då inne- och utetemperaturen är relativt intakt, sker ett mindre luftombyte. Då systemet inte har någon installerad fläkt går det inte åt någon el, men är trots det energikrävande speciellt under vinterhalvåret eftersom den varma inomhusluften skickas rakt ut utan återvinning och ersätts av den kalla uteluften som ska värmas upp. Vindriktning och vindhastighet påverkar ventilationen kraftigt

2.9.2 Frånluftssystem

Frånluftssystemet däremot är bestående av en frånluftsfläkt, kopplad till frånluftsdonen, som skapar undertryck och luft tillförs via uteluftsventiler som är placerade i rummen där man vistas mest. Inte sällan placeras tilluftsventilerna i anslutning till radiatorer och därmed värms luften omedelbart, vilket motverkar dragproblem. Systemet, bestående av en fläkt, drar el men har samtidigt möjligheten att kontrollera ventilationsflödet till skillnad från självdragssystemet, då luftväxlingen inte påverkas av temperaturskillnader. Detta system är mindre känsligt för vindhastighet än självdragssystem.

2.9.3 Från- och tilluftssystem, FTX

Ett FTX-system består, till skillnad från båda föregående system, av ett aggregat som kan filtrera, värma och kyla luften. Systemet har också möjligheten att återvinna värmen i frånluften, vilket minskar behovet av energi för uppvärmning av tilluften. Samtidigt ska man vara medveten om att det krävs el till fläktarna samt att utrymme krävs för både till- och frånluftskanaler. Därutöver kan visst underhåll tillkomma, vilket innefattar bland annat filterbyte. Hursomhelst ska ett FTX-system, om det är korrekt utformat och skött, bidra till att inneklimatet blir bättre än för övriga två system (VVS-boken: Warfvinge & Dahlblom 2010).

2.10 Potentiella problemområden

Vid eventuell renovering eller nybyggnation finns det aspekter som blir svåra att beakta. Dessa potentiella problemområden kan exempelvis ha att göra med utomstående faktorer såsom världsläget, inflationen som påverkar prisutvecklingen och även elpriset.

2.10.1 Bygghälsor och byggmaterial

Priset för byggmaterial har ökat markant de senaste åren. Mellan 2000-2023 steg kostnaden för byggmaterial med 176%, det vill säga ca 4,6% per år (Byggföretagen, 2024). Om man jämför detta med SCB:s analys av penningvärdet under 2000-talets början fram till 2022, visar det att inflationen höll sig under 3% i årstakt med endast några få undantag (SCB, 2022). Detta innebär att prisökningen för byggmaterial har ökat mer än de flesta andra varor. Det har alltså blivit dyrare under årens gång att köpa byggmaterial (SCB, 2022).

Enligt en tabell av SCB för det genomsnittliga byggnadspriser per kvm bostadsarea för småhus mellan 1949-2022 kan det konstateras att det är betydligt dyrare att bygga ett nytt hus idag än förr, med hänsyn taget till index.

Prisökningen av byggnadsmaterial de senaste åren har bland annat berott på containerbrist, cementkrisen och covid. För virke och stål råder det numera internationellt rekordhög materialpriser (Byggnadsarbetaren, 2022).

2.10.2 Osäkerheten i livscykel för hus och byggdelar

När hus åldras, behöver nödvändigtvis inte de ingående komponenterna/byggdelarna bytas ut och renoveras med samma intervall. Exempelvis träfönster som har en förväntad livstid på ca 50 år i jämförelse med takpappen under pannorna som i regel endast håller i 30 år (Ica försäkring, 2020). På grund av alla de varierande livslängderna är det svårt att räkna på hur länge ett hus kan bestå utan att kompromissa med dess syfte. Detta beror på flera olika aspekter såsom underhåll, kvaliteten på materialen och installationerna, samt även livsstil. Vad det gäller ett renoverat hus, totalt eller delvis renoverat, är livstiden ännu svårare att beräkna. Detta på grund av att ett gammalt fönster där inga åtgärder har vidtagits håller sämre än ett lika gammalt fönster som exempelvis har bytt vissa delar av karmen samt kittats om. Det renoverade fönstret får då en ny beräknad livstid (Ica försäkring, 2020).

2.10.3 Underhåll

Hus kräver olika mycket underhåll. Exempelvis kräver en träpanelfasad underhåll cirka var tionde år medan en tegelfasad i stort sett är underhållsfri med undantag av att täta eventuellt lossade fogar någon gång. Om hus missköts påverkas dess komponenterna i fråga till det negativa och det kan påverka livslängden och syftet för komponenten. Exempelvis fuktspärr i kök och badrum där den tekniska livslängden är 30 år.

Om fuktspärren är sönder kan fukten tränga igenom till bakomliggande konstruktion och orsaka stor skada, därmed har syftet för fuktspärren gått förlorad (Ica försäkring, 2020).

2.10.4 Elpriser

Enligt en graf gjord av Vattenfall vad gäller prishistoriken för det rörliga elpriset kan det konstateras att med undantag från år 2022 har elpriserna de senaste åren från och med 2017 haft liknande värden och varit mellan 30-80 öre/kWh för elområde 1 och 2, vilket innebär norra Sverige och norra Mellansverige. Under 2022 var elpriset för elområde 1 och 2 som mest uppe i 2,2 kr/kWh (Vattenfall, 2024).

För elområde 3, södra Mellansverige, steg elpriserna markant redan under 2021 och ytterligare under 2022. Med undantag från dessa år har elpriserna från och med 2017 varit mellan 30-100 öre/kWh. För elområde 4, södra Sverige, steg likaså elpriserna markant under 2021 och ytterligare under 2022, men med undantag från de åren har elpriserna från och med 2017 varit mellan 30-120 öre/kWh. Under 2021 var elpriserna i elområde 3 och 4 uppe i 2 kr/kWh, medan de under 2022 kunde vara så mycket som 3,3 kr/kWh (Vattenfall, 2024).

Den drastiska ökningen av elpriset har i stort sett skett sedan 2017, då årsmedelpriset från 2012-2017 var runt 30 öre/kWh oberoende av elområde (Skellefteå Kraft, 2024).

Årsmedelpris i öre/kWh för rörligt elpris de senaste 5 åren (2020-2024) (Skellefteå Kraft, 2024):

Elområde 1: $(16,429 + 46,062 + 66,944 + 55,666 + 61,239) / 5 = 49,27$ öre/kWh

Elområde 2: $(16,456 + 46,269 + 70,283 + 55,826 + 61,173) / 5 = 50,00$ öre/kWh

Elområde 3: $(24,342 + 72,019 + 148,261 + 70,981 + 69,690) / 5 = 77,06$ öre/kWh

Elområde 4: $(29,218 + 86,137 + 171,217 + 86,426 + 74,694) / 5 = 89,54$ öre/kWh

2.10.5 Asbest

Asbest är ett samlingsnamn på flertalet mineraler som finns i naturen (Arbetsmiljöverket, 2020). Asbest är farligt eftersom det kan orsaka många farliga sjukdomar, däribland cancer. Det är vanligt förekommande i hus som byggts eller renoverats mellan 50-70-talet, eftersom man inte visste om de hälsorisker asbest för med sig (Miramix, 2023). Det har bland annat använts i underskikt till plastmattor, i fix och fogar, isolering i rör och värme pannor samt i plaster och färger (Arbetsmiljöverket, 2020).

Ett vanligt förekommande material som användes under 50-talet var fibercement av varumärket Eternit, detta i form av bland annat fasadskivor och takpannor med mera. Detta är ytterligare ett material som innehåller asbest och hade sin storhetstid under 50-60-talet (Göteborgs Posten, 2012).

Om man inte är den ursprungliga ägaren av huset, är det vid renovering av hus med byggår från 50-talet svårt att veta vilka material och ämnen som kan finnas i underliggande/bakomliggande konstruktioner. Ofta märks asbest först vid exempelvis upprivning av plastmattor och annan demontering. Det är vid rivning och annan hantering där asbesthaltigt damm sprids som det är som farligast. Att exempelvis ha asbest under sitt golv är inte farligt i sig. Om man vid demontering misstänker att materialet i fråga innehåller asbest, krävs det tillstånd från Arbetsmiljöverket och andra skyddsåtgärder och skyddsutrustning för att få ta itu med det (Arbetsmiljöverket, 2020).

2.11 Renovera eller bygga nytt?

I detta underkapitel kommer fördelar för de två olika alternativen att presenteras i ett av vardera delkapitel. Incitamenten är generella och inte projektspecifika för typhusen.

2.11.1 Incitament till renovering

Till skillnad från dagens mer komplicerade byggnader och system, anser Fuktcentrum (LTH, 2002) att äldre hus fungerade på ett sätt som var lättare att förstå, där konstruktioner var enklare och robustare. Dessutom nämns att vattenskador från

installationer eller nederbörd syntes omgående, vilket resulterade i att man kunde reparera mindre skador, innan större sådana skett. Dagens byggnader kräver en viss observans för att upptäcka skador innan de blivit för omfattande. I avseendet att byggnaderna var lättare att förstå samt att underhållsbehovet och kravet på omskötsel inte är i närheten av lika kraftigt som idag, menar de att husen var bättre förr. Exempelvis nämns att det idag är viktigt att kontrollera att ventilationssystemet fungerar och att dess filter är rengjorda (LTH, 2002).

Enligt Boverket (2024) har regeringen har utfärdat en förordning om bidrag för energieffektivisering i småhus. Syftet med bidraget är att underlätta minskningen av behovet av el och gas. Detta anses vara ytterligare ett incitament till energieffektivisering av befintliga byggnader. Med en effektivare energianvändning minskar sårbarheten för höga energipriser och bidrar likväl till minskad klimat- och miljöpåverkan. Bidraget är man berättigad till om småhuset värms upp med antingen direktverkande el eller genom ett vattenburet distributionssystem som är uppvärmt av el- eller gasförbränning. Bidraget är berättigat för såväl materialkostnader för vissa åtgärder på värmesystem som klimatskärmen. Dock är bidrag för åtgärder av klimatskärmen enbart bidragsberättigade om bidrag först givits för åtgärd av värmesystem i samma hus. Med andra ord förespråkas åtgärder av värmesystemet (Boverket, 2024). Ytterligare en fördel med renovering är att befintliga byggdelar, som fortfarande uppfyller den avsedda funktionen, får en förlängd livslängd till skillnad mot om man istället skulle riva och bygga nytt. Det medför en minskad klimatpåverkan.

2.11.2 Incitament till nybyggnad

Byggnader som uppförs idag ska anpassas och uppfylla dagens ställda krav. Däribland ska byggnaderna utformas så att de kan upprätthålla en temperatur inomhus som fungerar för den avsedda användningen. Detta ställer krav på såväl klimatskalet som på installationer. En del av kraven för inomhusklimatet sammanfattas i vad som kallas termiskt klimat, som bland annat innefattar termisk komfort. Termisk komfort, som gäller i vistelsezonen, beskriver hur en byggnad upplevs sett till temperatur och drag (Boverket, 2024). I BBR ställer man krav på termisk komfort för nybyggda hus, vilket man inte gjorde för 50-talshusen. Detta är krav som bland annat innefattar att minska kallras, som kan upplevas som drag, vilket är vanligt i byggnader bestående av mycket otätheter och sämre isoleringsförmåga. Kraven bidrar till att potentiellt motverka bekymmer som man upplevt med tidigare decenniernas småhus. Boverket menar att en god luftkvalitet kan motverka flera symptom, som astma, trötthet, huvudvärk och inlärningsförmåga, och i kombination med en god ventilation kan allvarliga hälsoeffekter kopplade till exempelvis exponering för radon minska (Boverket, 2022). Enligt Fuktcentrum (LTH, 2002) beskriver man det sannolikt att brukarna tolererade stora variationer i inneklimatet förr. Däri hävdas att man accepterade varierande temperatur under dygnet och att det, till följd av mindre isoleringstjocklek, drog och var kallt längs ytterväggarna. I dagsläget är kraven på innemiljön högre. Att motverka övertemperatur på sommaren, att ha tillräckligt varmt på vintern samt att erhålla en god luftväxling utan acceptans för drag eftersträvas. Fuktcentrum menar att flera av dessa krav inte kan uppfyllas i hus från förr. Sammanfattningsvis anses dagens teknik

och material mynna ut i bra byggnader med avancerade konstruktioner och bra inneklimat (LTH, 2002).

Ett ytterligare incitament till att bygga ett nytt hus är de gröna bolån som erbjuds vid nybyggnation. Därtill erhålls rabatt på boräntor. Ett av kraven som ställs för att vara berättigad gröna lån och rabatterade boräntor är att byggnaden i energideklarationen ska uppnå en viss energiklass (Boverket, 2023).

3. Framtagning av typhus

I detta kapitel kommer typhusens byggnadsutformning att presenteras. Däribland inkluderas byggnadernas storlek, planlösning, konstruktion, uppvärmnings- och ventilationssystem, mängder samt de orter typhusen kommer att placeras i, detta för att kunna ge ett generellt resultat.

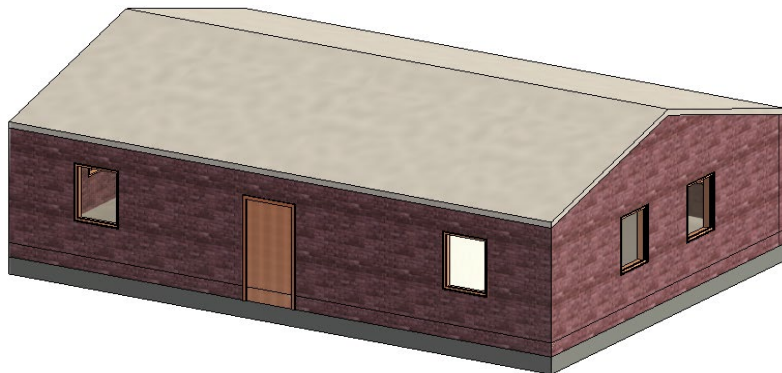
3.1 Framtagning av 50-tals typhus

Genom undersökning av befintliga byggnader, från Lund, genom stadens samling av bygglovsritningar i stadsarkivet, och litteraturstudier har information kring typkonstruktioner samlats för att framställa typhus från 50-talet.

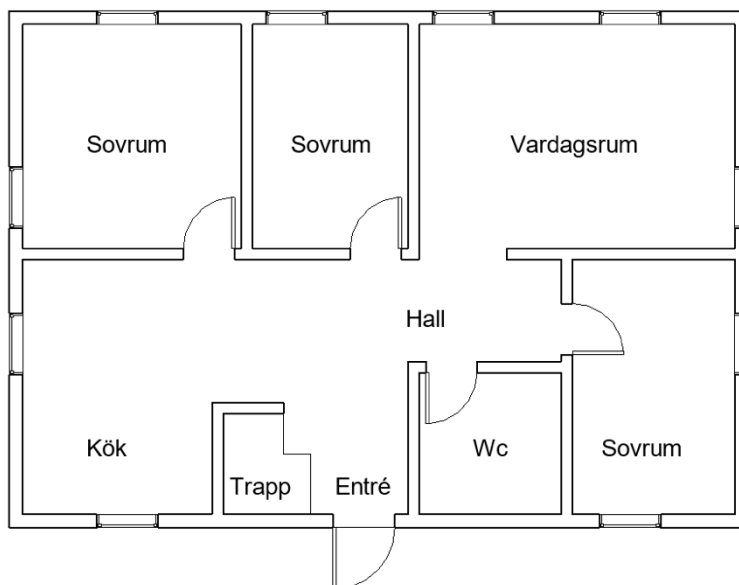
3.1.1 Byggnadens storlek och planlösning

Vid undersökning av ritningar på småhus från 50-talet via Lunds stadsarkiv, framkom det att majoriteten av alla studerade hus bestod av ett enplanshus med låglutande tak, tydligt markerad sockel och källare, se figur 3.1 nedan. Källaren byggdes vanligen lika stor, sett till kvadratmeter, som huset och är sällan fullt inredd. Husen tenderar att vara mindre än vad som, vid nybyggnation idag, anses vara normalt. Dock finns det en viss variation i storlekar. Vanliga storlekar är allt mellan 70 kvadratmeter boyta, uppemot 105 kvadratmeter. De studerade husen var varken mindre eller större, utan alla låg uteslutande i intervallet. En sammanställning har resulterat i ett medelvärde på 85 kvadratmeter, där längd och bredd har sammanställts till 11 respektive 7,7 meter. Fönsterarean dividerat med golvarean är 0,11.

Vad det gäller rumsindelning finns en viss variation, men då storleken på husen inte varierar i ett speciellt stort spann, så följer rumsantalet likaså. De undersökta husen har mellan 3-6 rum i varierande storlekar. Vanligast är 3-4 rum, där 3 stycken av dessa är sovrum. Typhuset kommer att bestå av 4 rum, varav 3 är sovrum. Det digitala modelleringsverktyget Revit har använts för att tydligare visa det framtagna typhuset. Figur 3.1 nedan visar en tidstypisk planlösning.



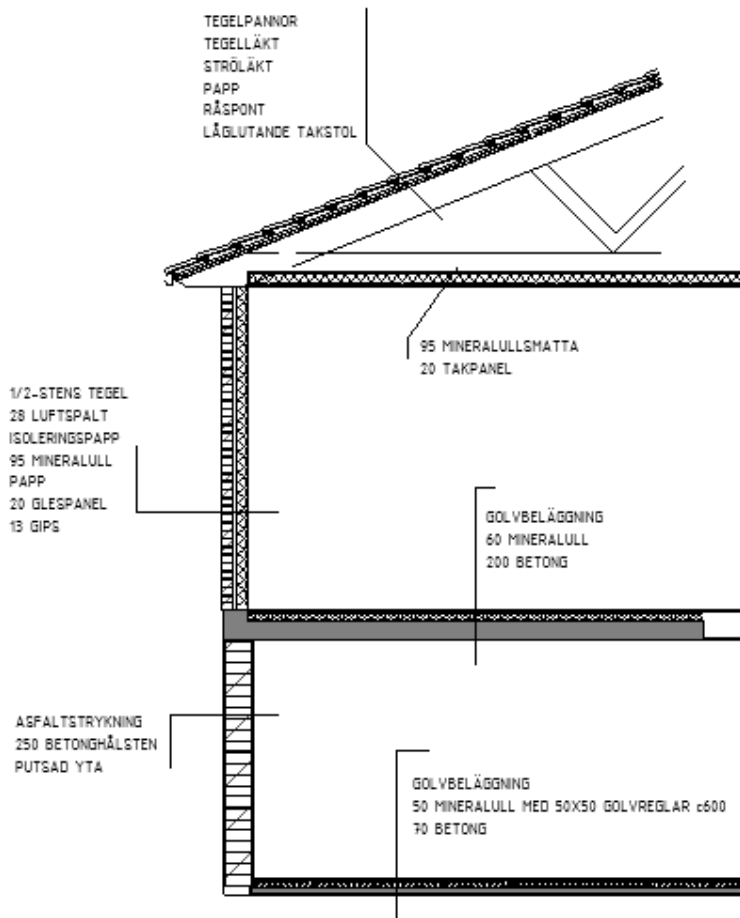
Figur 3.1 Rending av typhuset gjort i Revit.



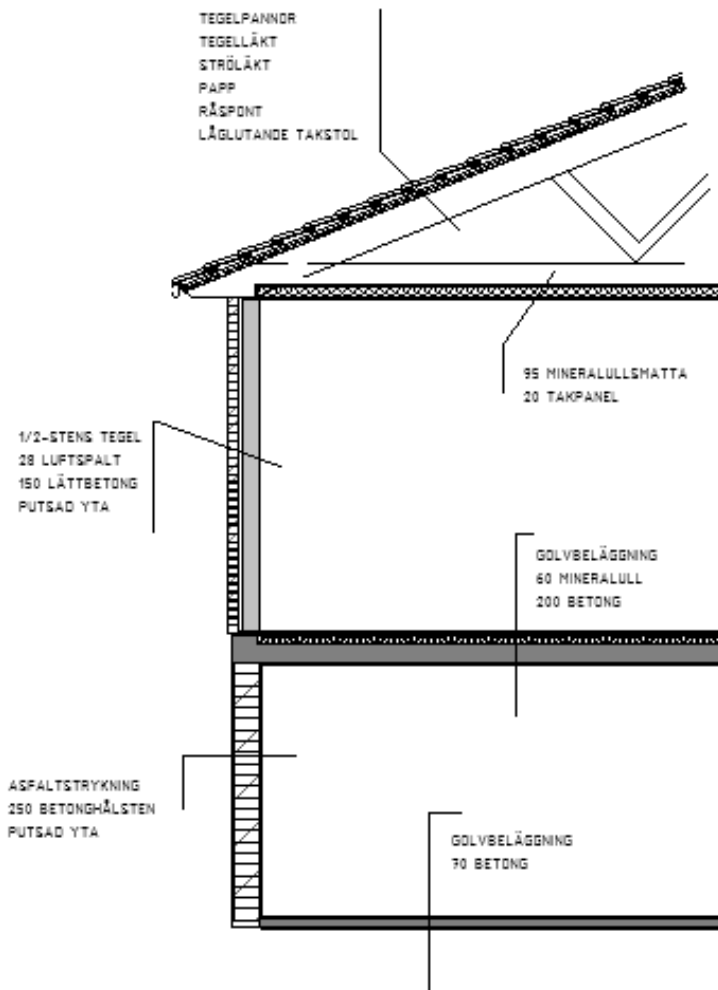
Figur 3.2 Planlösning för framtaget typhus ritat i Revit, plan 1.

3.1.2 Konstruktion

Källargrunden tenderar att bestå av en tunn isolering och kan i många fall också vara oisolerad. Vidare har det framkommit att källarmuren nästintill i alla undersökta fall består av betonghålstén. Därtill utgörs golvbjälklaget, som avgränsar källaren och boytan, i många fall av en betongplatta under regler med en tunn mellanliggande isolering under golvbeläggningsen. Källargrunden kommer att utformas i två alternativa utformningar. Båda alternativen gjuts på 100 mm makadam, bestående av en 70 mm tjock betongplatta, varav det ena med 50x50mm golvreglar c/c 600 med mellanliggande isolering bestående av 50 mm mineralull. Därefter följer varierande typer av golvbeläggningar. Källarmuren konstrueras av 250 mm betonghålstén med utvändig asfaltstrykning, se figur 3.3-3.4 för källarkonstruktionen.



Figur 3.3 Ritning över konstruktioner för 50-tals typhus enligt alternativ 1



Figur 3.4 Ritning över konstruktioner för 50-tals typhus enligt alternativ 2

Golvbjälklag som avgränsar ovanliggande boyta från källaren tenderar att bestå av en betongplatta på omkring 150-200 mm med ovanliggande isolering, om sådan används. Typ av isolering varierade lite. Vissa av de undersökta husen hade mineralullsfilt eller matta, medan några hade träullsplatta. Vanligast var mineralullsfilt, vilken kommer användas i typhuset. Isoleringstjockleken var tjockare för golvbjälklaget jämfört med källargrunden. Golvbjälklaget för typhuset kommer att utformas med 200 mm betong med ovanliggande mineralullsfilt på 60 mm under golvbeläggningen enligt figur 3.3 och 3.4.

Fasaden bestod oftast av tegel, med antingen träregel- eller lättbetongstomme. På grund av variationen, där inget av alternativen var strängt vanligare, utformas väggkonstruktionen enligt två olika alternativ, varav det ena utan isolering. Det ena alternativet består av 1/2 stens fasadtegel, följt av en luftspalt och mineralullsisolering på 95 mm med papp på vardera sida om denna, glespanel och invändig gips enligt figur 3.3. Det andra alternativet saknar isolering och består av ett mindre antal skikt. Fasadmaterialet är detsamma som föregående, följt av en luftspalt och 150 mm lättbetong som putsas invändigt.

Enligt studerade ritningar var taket låglutande och ofta bestående av tegelpannor. Taklutningen för 50-talshuset är därmed bestämd till 25°. Med tanke på den kalla vinden är det vindsbjälklaget som utgör det största skyddet mot kylan. Yttertakskonstruktionen bestod ofta av tegelpannor, tegelläkt, ströläkt, papp och råspont. Under eller mellan de låglutande takstolarna utformas typhuset med 95 mm mineralullsisolering eller mineralullsmatta, därefter följer 20 mm panel. Se figur 3.5 och 3.6 för utformningen av vindsbjälklaget.

U-värdet för 50-tals fönsterna har satts till 3,5 W/m²K, detta eftersom äldre fönster vanligtvis har ett U-värde mellan 2-4,5 W/kvm K, men när det gäller kopplade fönster är U-värdet närmare 4,5 (Ekstrands, 2010). Det är ett rimligt antagande att 50-tals hus har kopplade fönster då det under mitten av 1900-talet i stort sett var den enda fönstertypen på marknaden (Västernorrlands Museum, 2021).

Under 50-talet hade dörrarna en betydligt bättre värmeisolerande förmåga än vad standardfönster under samma tid hade. Dörrarnas U-värde är satt till 1,5 W/kvm K, då detta är vanligt enligt nutidens standard (Leksandsdörren, 2023).

3.1.3 Uppvärmning- och ventilationssystem

Utifrån litteraturstudien framkom att det vanligaste ventilationssystemet för småhus uppförda under 1950-talet är självdragssystem. Typhuset från 50-talet kommer att ventileras via självdrag. Eftersom källare från 50-talet huvudsakligen användes till förvaring, snarare än en boyta, kommer delar av källarytans rumsvolym inte att inkluderas i vad som kallas ventilerad rumsvolym. En begränsning har gjorts till att enbart rumsvolym som tillhör vistelsezonen innefattas i ventilerad rumsvolym. För en bättre jämförelse kommer 40 kvm av källarutrymmet nyttjas till boyta. Då blir den totala boytan 125 kvm.

I denna studie utgår 50-tals typhuset från dessa förutsättningar: vattenburet uppvärmningssystem, självdrag som ventilationssystem och 85 kvadratmeter boyta med tillkommande källare. Idag har en stor del av småhusen tilltagit åtgärder, däribland installation av värmepump. Då denna studie valt att undersöka påverkan på ett småhus

som inte utfört några åtgärder, för att se den fulla potentialen vid framtagna åtgärder, beaktas inte eventuella vanligt utförda åtgärder.

3.1.4 Mängder, areor och orientering

Genom de studerade ritningarna har inte någon speciell orientering framkommit. Därav väljs orientering för typhuset så att potentiellt egenproducerad el erhålls så stor som möjligt. Långsidorna i öst och väst kommer ge upphov till att solpanelerna upptar så mycket sol som möjligt då dessa riktningar är belysta totalt mer än norr och söder.

Långsida 1

Väggarea YV: $112,5 - 4,8 = 22,7 \text{ m}^2$

Väggarea KV (sockeln): $11 \times 0,5 = 5,5 \text{ m}^2$

Fönsterarea: $4,8 \text{ m}^2$

Dörrarea: 0 m^2

Långsida 2

Väggarea YV: $11 \times 2,5 - 2,4 - 2,1 = 23 \text{ m}^2$

Väggarea KV (sockeln): $11 \times 0,5 = 5,5 \text{ m}^2$

Fönsterarea: $2,4 \text{ m}^2$

Dörrarea: $2,1 \text{ m}^2$

Kortsida 1

Väggarea YV: $7,7 \times 2,5 - 2,4 = 16,85 \text{ m}^2$

Väggarea KV (sockeln): $7,7 \times 0,5 = 3,85 \text{ m}^2$

Fönsterarea: $2,4 \text{ m}^2$

Dörrarea: 0 m^2

Kortsida 2

Väggarea YV: $7,7 \times 2,5 - 2,4 = 16,85 \text{ m}^2$

Väggarea KV (sockeln): $7,7 \times 0,5 = 3,85 \text{ m}^2$

Fönsterarea: $2,4 \text{ m}^2$

Dörrarea: 0 m^2

Källargrund

Källargrunden delas in i olika zoner till följd av att kanten på plattan innebär större värmeförluster. Indelningen i beräkningsprogrammet, VIP, görs för "KG 0-6 m" respektive "KG > 6 m". Arean för zonerna räknas med 0 som kantens startvärde och 6 meter in, respektive 6 meter från kanten och in mot centrum av plattan.

Källargrunden, i fallen för 50-tals husen, är $11 \text{ m} \times 7,7 \text{ m}$. Därmed kommer ingen del av plattan att överstiga 6 meter från kanten.

$$KG_{0-6 \text{ m}} = 11 \times 7,7 = 84,7 \text{ m}^2$$

Källarmur

Källarmuren delas in i olika områden på ett liknande sätt som källargrunden. I detta fall finns tre stycken delar, KV 0-1 m, KV 1-2 m och KV > 2 m. Arean räknas vertikalt, snarare än horisontellt som för föregående fall. Marken är startvärdet 0, vilket resulterar i att KV 0-1 m innebär från marken och 1 meter ned. Nästa del, KV 1-2 m, räknas 1

meter ned från marken till 2 meter. Slutligen räknas $KV > 2$ m för all källarvägg-area som finns 2 meter under marken.

För 50-tals husen finns den tydligt markerade sockeln, som i detta fall beskrivs vara 0,5 m. Den totala höjden för källarmuren är 2,5 m.

$$KV_{0-1\text{ m}} = (11 \times 1 + 7,7 \times 1) \times 2 = 37,4 \text{ m}^2$$

$$KV_{1-2\text{ m}} = (11 \times 1 + 7,7 \times 1) \times 2 = 37,4 \text{ m}^2$$

$$KV_{>2\text{ m}} = 0 \text{ m}^2$$

Tak/Vindsbjälklag

Det som avgränsar uppvärmd (inomhusluft) boyta från utomhusluften, på grund av det kalla taket, är vindsbjälklaget. Vindsbjälklaget är därmed den area som beskrivs som tak i beräkningsprogrammet.

$$\text{Tak/Vindsbjälklag} = 84,7 \text{ m}^2$$

Volym

Volymen som är av intresse är den rumsvolym som består av en luftomsättning. Detta gäller därför invändiga mått och väggarnas insida samt den invändiga takhöjden är med i beräkningen. Delar av källaren, enligt tidigare beskrivet, anses vara till för förvaring och ingår inte i ventilerad rumsvolym. Enbart 40 kvadratmeter av källaren tillhör den ventilerade rumsvolymen.

$$\text{Ventilerad rumsvolym} = 84,7 \times 2,5 + 40 \times 2,5 = 312,5 \text{ m}^3$$

3.1.5 Geografisk placering av typhusen

Den geografiska placeringen påverkar en del olika parametrar, däribland energipriser, antalet gradtimmar, geografisk justeringsfaktor med mera. Därav kommer husen att placeras i 4 olika orter för att undersökningen ska kunna tillämpas för en bredare målgrupp och täcka en större yta av landet. Val av orterna har gjorts med åtanke att placera husen i södra, mellan och norra Sverige, men också en variation från öst till väst. I beräkningsprogrammet finns klimatfiler inlagda som är insamlade för klimat över ett tidsintervall. Valet av orter faller på Malmö, Stockholm, Östersund och Jokkmokk.

3.2 Framtagning av nybyggt typhus

3.2.1 Nybyggt typhus alternativ 1 - rak jämförelse

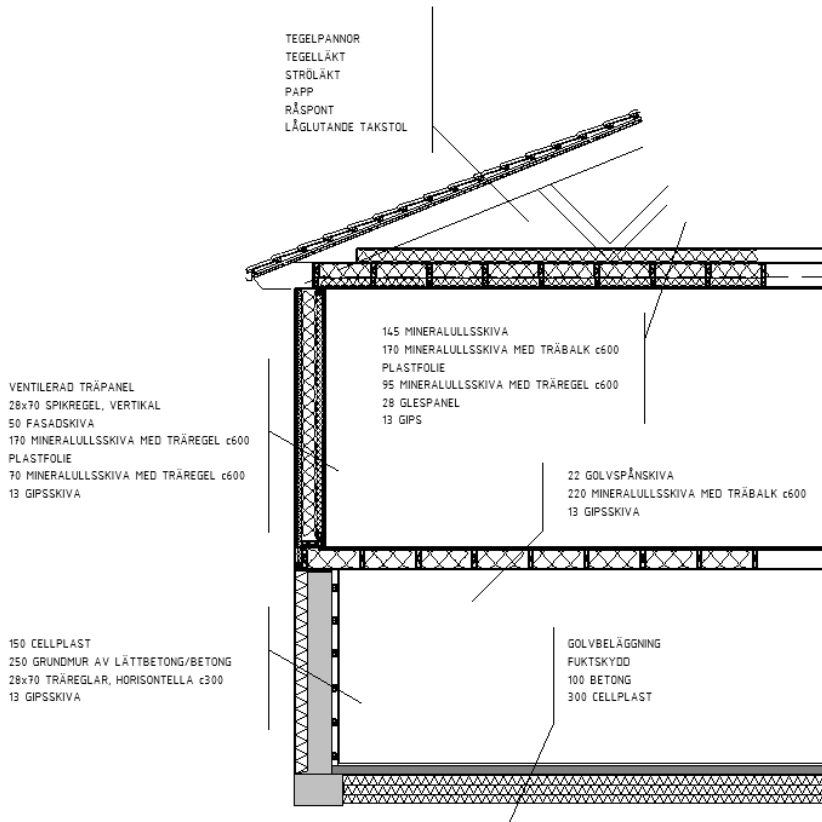
Denna raka jämförelse innebär en kopia av utformningen för den karaktäriserade 50-talsvillan, fast med nutidens byggteknik och konstruktioner. Det betyder att byggnaden har exakt samma storlek och ytor såsom vad gäller exempelvis omslutande väggarea och källarutrymme. De största skillnaderna mellan typhuset för 50-talsvillan och detta är materialval, kvalitet och skiktdjup. Exempelvis nutidens fönster, som i jämförelse med 50-tals fönster har ungefär fyra gånger bättre värmeisolerande förmåga.

3.2.1.1 Byggnadens storlek och planlösning

Typhuset är 85 kvadratmeter stort med en biarea på 85 kvadratmeter källare. Huset är 11 meter långt och 7,7 meter brett. Planlösningen kommer att göras relativt öppen för att symbolisera nutidens sätt att bo och bestå av 3 sovrum, 1 wc och ett öppet kombinerat kök och vardagsrum. Typhuset har 16 st fönster i standardstorlek (modulmått 10x12) och en ytterdörr. Fönsterarean dividerat med golvarean är 0,11.

3.2.1.2 Konstruktion

Huset består av en träregelstomme, likt 50-tals typhuset, då det fortfarande är standard vid nybyggnad av småhus. Källaren är utformad med en standard grundplatta med underliggande isolering. Källarväggarna är isolerade med 150 mm cellplast utanpå grundmuren av 250 mm betong. Den huvudsakliga skillnaden mellan det numera standardiserade fallet platta på mark källargrund är att kanterna av grundplattan konstrueras för högre last då källarväggarna ska förankras, eftersom de behöver klara av marktrycket (Husgrunder, 2018). Golvbjälklaget som avgränsar ovanliggande boyta från källaren består av träbalkar och är isolerat med 220 mm mineralull. Ytterväggar i dagens småhus har enligt BBR ett krav på att U-värdet inte får överstiga 0,2 W/m²K. Därav är skikten av isoleringen förhållandevis djup. I detta fall ett 70 + 170 mm mineralull/regel-skikt med en 50 mm fasadskiva, vilket ger få skarvar och minimala köldbryggor. Vindbjälklaget är isolerat med en 95 mm mineralullsmatta. Slutligen är taket upplagt på låglutande takstolar (30°) åtföljt av resterande skikt. I figur 3.5 nedan visas en sektionsritning som inkluderar alla konstruktioner för detta nybyggda huset, med 50-tals utformning.



Figur 3.5 Ritning över konstruktioner för det nybyggda huset med 50-tals utformning

3.2.1.3 Uppvärmning- och ventilationssystem

Vad gäller uppvärmningssystem är det vanligt vid nybyggnation att välja en frånluftsvärmepump (Polarpumpen, 2023). Detta är ett kombinerat uppvärmnings- och ventilationssystem. Därav väljs en frånluftsvärmepump som innebär kontrollerad ventilation med värmeåtervinning till det nybyggda typhuset.

3.2.1.4 Mängder, areor och orientering

Då detta alternativ innebär en rak jämförelse har mängder begränsats och är beroende av 50-tals typhuset. Mängder av de olika komponenterna kommer därför att behållas oförändrade från ovanstående för 50-tals typhus.

3.2.2 Nybyggt typhus alternativ 2 - nutidsanpassat

Hur villor byggdes på 50-talet skiljer sig mycket från hur man bygger idag. På grund av detta ska även en villa tas fram för hur man bygger idag, men som fortfarande kommer att vara jämförbart med 50-tals typhuset. Detta ska göras så likvärdigt som möjligt med avseende på bland annat antal sovrum och förvaringsutrymme utan att kompromissa med dagens kunskaper. Denna jämförelse representerar därför det mer sannolika utfallet av att bygga nytt istället för att renovera. Föregående exempel är en mer exakt och rak jämförelse där resultaten från simuleringarna innebär en rättvis, mer jämlik, jämförelse till följd av att många parametrar gällande uppbyggnaden av typhuset behålls lika, medan denna jämförelse anpassas till nutidens sätt att leva och bo.

3.2.2.1 Byggnadens storlek och planlösning

Enligt Boverket är medelstorleken på en nybyggd villa ungefär 125 kvadratmeter (Boverket, 2020). Typhuset kommer att vara 14 meter långt och 9 meter brett. Huset är på 1 våning och har 16 st fönster i standardstorlek (modulmått 10x12) där fönsterarean dividerat med golvarean är 0,17. Förutnämnd mängd fönster gäller endast för den nutidsanpassade nybyggnaden, då tidigare information symboliserar dagens standard.

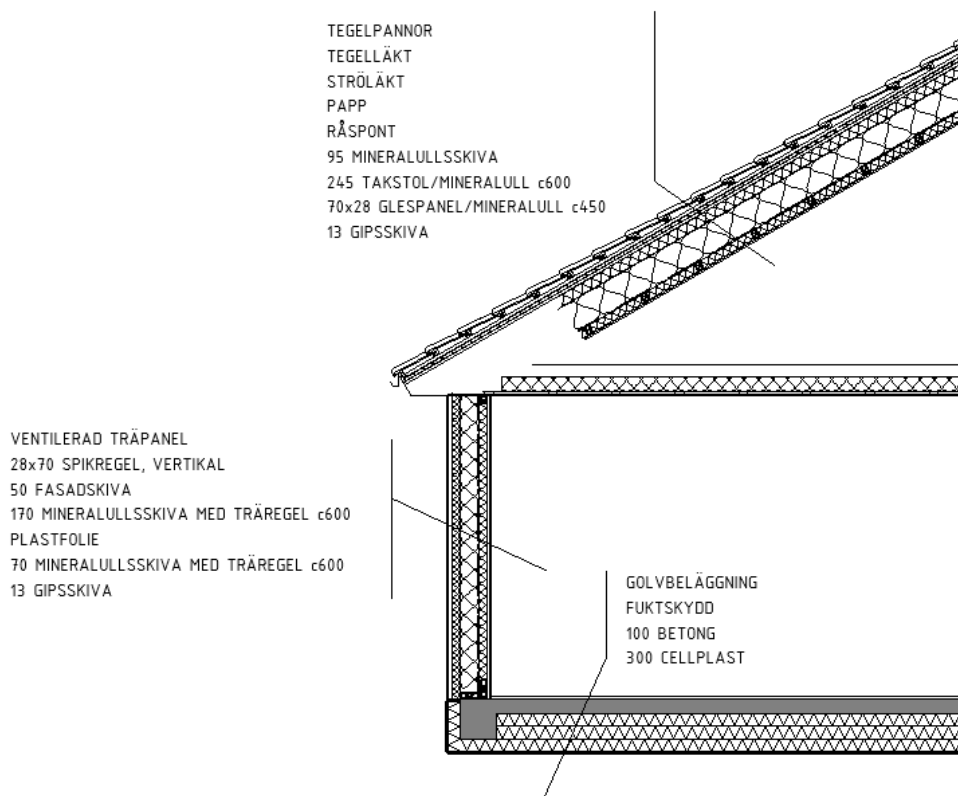
3.2.2.2 Konstruktion

Följande val har gjorts antingen för att de är vanligast, mest energieffektiva eller mest ekonomiska. Ofta är de vanligaste alternativen mest ekonomiska, medan energieffektivitet också resulterar i ekonomisk lönsamhet på sikt. Huset är byggt med träregelstomme och har ett sadeltak, då detta är den vanligaste utformningen idag (TräGuiden, 2020). Vad gäller taklutningen har den bestämts till 30° med motiveringen att det är vanligast (TräGuiden, 2020) samt att det optimala för solcellsanläggningar är en taklutning på ungefär 40°-45° beroende på var i Sverige den ska placeras (Solcellskollen, 2024). Det ska uppmärksammas att produktionen påverkas mycket lite av taklutningen i intervallet 25°-50° och därmed är taklutningen bestämd till 30°. Enligt krav från BBR med avseende på takkonstruktioner vid nybyggnation ska U-värdet inte överstiga 0,13 W/ m²K. För att nå kraven och ytterligare har takisoleringen valts till 245 mm mellan takstolarna. På bjälklaget ligger även 70 mm isolering. All isolering i takkonstruktionen är mineralull.

Ytterväggarna konstrueras likt föregående presentation av nybyggt typhus alternativ 1 med isolering av mineralull, 70 + 170 mm samt en 50 mm fasadskiva.

Grunden är en platta på mark med underliggande isolering. Vid grundplattans ändrar placeras kantisolering. Isoleringen i ytterväggarna består av mineralull medan det under grundplattan väljs till cellplast, eftersom detta i regel klarar laster bäst samt är ett

dränerande material, vilket krävs på grund av markfukten. I figur 3.6 nedan visas en sektionsritning som inkluderar alla konstruktioner för detta nybyggda hus.



Figur 3.5 Ritning över konstruktioner för det nybyggda huset med dagens utformning

3.2.2.3 Uppvärmning- och ventilationssystem

Uppvärmningssystem väljs till, vid nybyggnation, enligt föregående presentation av typhus, det vill säga en frånluftsvärmepump med mekanisk ventilation samt värmeåtervinning.

3.2.2.4 Mängder, areor och orientering

Långsida 1

Väggarea YV: 30,2 m²

Fönsterarea: 4,8 m²

Dörrarea: 0 m²

Långsida 2

Väggarea YV: 28,1 m²

Fönsterarea: 4,8 m²

Dörrarea: 2,1 m²

Kortsida 1

Väggarea YV: 17,7 m²

Fönsterarea: 4,8 m²

Dörrarea: 0 m²

Kortsida 2

Väggarea YV: 17,7 m²

Fönsterarea: 4,8 m²

Dörrarea: 0 m²

Grund, PPM

Grundplattan är totalt 125 kvadratmeter, men i VIP behandlas denna olika beroende på vilken del som den tillhör. I VIP delas platta på mark upp i PPM 0-1, vilket innebär ytterkanten på plattan och 1 meter inåt, samt PPM 1-6, som innebär 1 meter från kanten och 6 meter in. Därtill finns PPM >6 som innebär den area som ligger 6 meter från kanten. Då det nybyggda huset inte har någon yta som överstiger 6 meter från kanten, kommer den inte att presenteras.

PPM 0-1: 42 m²

PPM 0-6: 83 m²

Tak/Vindsbjälklag

Tak = 145,6 m²

Volym

Volymen som är av intresse är den rumsvolym som består av en luftomsättning. Detta gäller därför invändiga mått och väggarnas insida samt den invändiga takhöjden är med i beräkningen.

Ventilerad rumsvolym = $125 \times 2,5 = 312,5 \text{ m}^3$

4. Val av åtgärder - renoverat 50-tals typhus

Enligt Elin Moberg och Oscar Lugnegård (2023) vid Lunds universitet har de mest effektiva åtgärderna vid energieffektivisering av vanliga småhus bestämts till byte av fönster/dörrar, tilläggsisolering av vindbjälklag och väggar, installation av ett mekaniskt ventilationssystem med värmeåtervinning med ett FVP-system samt installation av luftvattenvärmepump. Enligt dessa studenter är de effektivaste åtgärderna för deras fallstudie i följande ordning: installation av en luft-vattenvärmepump, installation av ett FVP-system, byte till nya fönster/dörrar, tilläggsisolering av tak samt tilläggsisolering av fasad. Att installera en normalstor solfångare-/solcellsanläggning kan enligt samma rapport ge nästan lika stor energibesparing som installation av ett FVP-system. Eftersom installation av en solfångare-/solcellsanläggning inte är en åtgärd utan är mer av en bonus kommer detta tillägg presenteras för sig och inte i samband med förbättringsåtgärderna. Detta eftersom en solcellsanläggning inte sänker byggnadens energibehov utan endast sänker behovet för köpt energi. Med solenergi sänks dock byggnadens primärenergital, då förnybar energi på egen tomt inte ingår i primärenergitalet. Utifrån resultatet från förutnämnda rapport har det bestämts att typhuset från 50-talet ska renoveras med förutnämnda åtgärder. Dessa åtgärder kommer att presenteras separat och sedan sammanställas för att kunna ge en komplett bild av resultatet på den energieffektiviserade renoveringen av 50-talshuset.

4.1 Tilläggsisolering av fasad

Ytterväggarna som är en del av klimatskalet omsluter husets varma inomhusluft. Transmissionsförlusterna som sker när värme läcker inifrån och ut då det är kallare ute än inomhus, kan reduceras genom att tilläggsisolera. Tilläggsisolering av fasaden kommer ge upphov till minskad energianvändning. Viktigt att poängtera är att tilläggsisolering av ytterväggar sällan är ekonomiskt lönsamt om det inte sker i kombination med renovering av fasaden. Först vid fasadbyte är det därför lämpligt att tilläggsisolera. Vid ändring av byggnadens yttre, även om yttersta skiktet förblir detsamma, i detaljplanerat område kan bygglov komma att erfordras till följd av förändring av fönster och dörrars position i fasaden.

Tilläggsisoleringen kommer göras utvändigt ur fuktsynpunkt samt att bostadsarean kan bibehållas enligt befintlig. Då 50-tals typhus finns i två alternativa utformningar, kommer tilläggsisoleringen variera mellan de olika konstruktionerna. För alternativ 1 med en träregelstomme kommer en fasadskiva monteras. I denna studie används en fasadskiva från ISOVER (30) med lambdavärde $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$. För alternativ 2 med ytterväggar av lättbetongstomme, som har en betydligt sämre isoleringsförmåga, kommer två stycken fasadskivor/isolerskivor behöva monteras utanpå varandra eftersom dessa enbart finns i storlekarna 30, 50, 80 och 100 mm.

Enligt BFS 2020:4 - BBR 29 gäller att ändringar i klimatskalet ska uppnå ett visst U-värde för respektive del i klimatskärmen. För att nå kravet från BBR på $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ görs följande överslagsberäkning med europastandard för väggar som tillämpar värmeövergångsmotstånd R_{si} , för väggens invändiga sida, och R_{se} , för väggens utvändiga sida, vid beräkning av U-värden för väggar:

Alternativ 1 (träregelstomme):

$$U = \frac{1}{(R_{si} + \frac{d}{\lambda} + R_{se})} \Rightarrow d = \lambda \cdot \left(\frac{1}{U} - R_{si} - R_{se} \right) = 0,03 \cdot \left(\frac{1}{0,18} - 0,13 - 0,04 \right) = 0,162 \text{ m}$$

Eftersom 95 mm mineralullsisolering redan finns i väggkonstruktion blir tilläggsisoleringen som erfordras:

$$162 - 95 = 67 \text{ mm}$$

Alternativ 2 (lättbetongstomme):

$$U = \frac{1}{(R_{si} + \frac{d}{\lambda} + R_{se})} \Rightarrow d = \lambda \cdot \left(\frac{1}{U} - R_{si} - R_{se} \right) = 0,03 \cdot \left(\frac{1}{0,18} - 0,13 - 0,04 \right) = 0,162 \text{ m}$$

Eftersom denna konstruktion saknar isolering men består av lättbetong som i sig isolerar en del, erfordras, efter beräkning, som beaktat isoleringsförmågan för lättbetongen, 125 mm isolering.

För alternativ 1 kommer en fasadskiva med standardmått bestående av 80 mm tjocklek att monteras. För alternativ 2 krävs en fasadskiva på 100 mm som kombineras med ISOVER UNI-skiva 33 med tjocklek 45 mm och mellanliggande träreglar på insidan av fasadskivan.

4.2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag

Tilläggsisolering av vindsbjälklaget kan resultera i att husets uppvärmningskostnader minskar med upp till en fjärdedel. Ett dåligt isolerat vindsbjälklag kan innebära att tilläggsisolering är den mest lönsamma åtgärden att genomföra (Isover, nd). Såväl lösullsisolering som isoleringsskivor kan användas.

I denna studie kommer ISOVER UNI-skiva 35 med lambdavärde på $0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ att användas. Denna produkt finns i flera varierande tjocklekar mellan 45 och 220 mm.

För båda alternativen av 50-tals typhusen består vindsbjälklaget av samma konstruktion. Båda alternativen kommer därför erhålla samma resultat. Utvändigt tilläggsisolering görs för att bibehålla samma rumsvolym samt minska risken för fuktskador. Då taket blir kallare är det viktigt att säkerställa att varm och fuktig luft inte tar sig upp på vinden genom att täta insidan av taket noggrant. Den ventilerade vinden ska förbli ventilerad och det bör kontrolleras att man inte täpper till detta.

Enligt BFS 2020:4 - BBR 29 gäller att ändringar i klimatskalet ska uppnå ett visst U-värde för respektive del i klimatskärmen. För att nå kravet från BBR på $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ görs följande överslagsberäkning med europastandard för tak som tillämpar värmeövergångsmotstånd R_{si} , för takets invändiga sida, och R_{se} , för takets utvändiga sida, vid beräkning av U-värden för taket:

$$U = \frac{1}{(R_{si} + \frac{d}{\lambda} + R_{se})} \Rightarrow d = \lambda \cdot \left(\frac{1}{U} - R_{si} - R_{se} \right) = 0,035 \cdot \left(\frac{1}{0,13} - 0,1 - 0,04 \right) = 0,264 \text{ m}$$

Vindsbjälklagen är redan utrustade med 95 mm mineralullsmatta, vilket kompletteras med UNI-skiva enligt tjocklek:

$$264 - 95 = 169 \text{ mm}$$

ISOVER UNI-skiva 35 finns i standardmått 170 mm, vilket väljs för de båda alternativen. Skivan får plats utan problem med undantag för kanterna vid takfoten, där den anpassas.

4.3 Byte till nya fönster och dörrar

Fönster och dörrar tenderar att ha betydligt sämre U-värde än övriga konstruktionsdelar. I äldre hus är U-värden, tillhörande främst fönsterna, betydligt sämre än dagens tillverkade. Idag tillverkas nya fönster och dörrar med ett U-värde ner till $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Efter att ha studerat en del olika stora fönstertillverkare och återförsäljare av fönster har U-värdet för de nya fönsterna reducerats ned till $1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Återförsäljare av dörrar har liknande siffror. Att byta till nya fönster och dörrar innebär, i denna studie, att gå från fönster med ett U-värde på 3,5 till ett U-värde på $1 \text{ W/m}^2\text{K}$. För dörrarna är det ursprungliga U-värdet cirka 1,5 och ersätts med dörrar som har ett U-värde på $1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4.4 Uppvärmningssystem och ventilation

För 50-talshus, och äldre hus i allmänhet, består energianvändningen till stor del av uppvärmningen. Att göra åtgärder på uppvärmningssystemet kan därmed ge upphov till minskat behov av energianvändningen. Potentiella alternativ är beroende av typ av uppvärmningssystem som finns installerat. Idag består 50-talshusen vanligtvis av ett vattenburet uppvärmningssystem. Detta möjliggör för att val av värmekälla är flera. Att investera i en förändring av uppvärmningssystemet med ett redan befintligt vattenburet system kan därför göras betydligt enklare än för andra typer av uppvärmningssystem. Typhusen från 50-talet kommer därför att vara uppvärmda med ett vattenburet system.

Tilläggsisoleringen av klimatskalet, enligt ovan nämnda åtgärder, kan resultera i att även ventilationssystemet behöver ändras. Självdrag, som nyttjades flitigt för byggnader från denna tidsperiod, tenderar att i samband med tilläggsisolering och byte av fönster/dörrar samt byte av uppvärmningssystem, resultera i en reducerad ventilation. För att undvika detta, och ytterligare medföljande problem, görs installation av ett mekaniskt ventilationssystem.

Den uppvärmda inomhusluften gör att ventilationen i kombination med energibesparande system lämpligen installeras. Luftkvalitet, luftflöde och fuktsäkerhet ska uppfyllas. I typhusen kommer ett mekaniskt frånluftssystem att installeras, vilket fördelaktigt kombineras med en frånluftsvärmepump. Med hjälp av frånluftsvärmepumpen kan en värmeåtervinning ske då inomhusluften ska bli frånluft. Eftersom FVP-systemet oftast är otillräckligt på egen hand valdes att typhuset även ska få en luft-vattenvärmepump installerad. En luft-vattenvärmepump kan på egen hand ge större energibesparing i kr/år än vad installation av ett FVP-system och fönster/dörrbyte ger tillsammans (Elin Moberg och Oscar Lugnegård, 2023). Med detta i åtanke samt att 50-talshuset har ett vattenburet uppvärmningssystem sedan innan har dessa val av värmepumpar gjorts.

Vid installation av frånluftssystemet kommer luftflödet, eller luftombytet, att behöva ändras. Det befintliga 50-tals huset har en luftomsättning som är satt till 0,4 oms/h. Dagens byggregler gällande ventilation är att bostäder ska tillsättas luft med ett luftflöde på 0,35 l/s per m² golvarea, vilket ibland förenklas till en omsättning på 0,5 oms/h, det vill säga att rumsluften ska vara utbytt på 2 timmar. Vid installation av ett frånluftssystem behöver detta justeras.

4.5 Förnybar energi på egen tomt - anläggning

4.5.1 Solceller

I denna studie anses inte anläggning av solceller vara en renoveringsåtgärd utan ses snarare som ett tillägg/en bonus. Detta på grund av den mängd energi som går att ta vara på med en normalstor anläggning av solceller, det vill säga mellan 25-75 kvm solpanelsarea (Ecokraft, 2021).

Enligt Elin Moberg och Oscar Lugnegård (2023) har det konstaterats att en anläggning där huset i fråga har en huvudsäkring på 16 A respektive 20 A och därmed en maxeffekt på 11 kW respektive 13,8 kW max kan ha en solpanelsarea på 49,6-54,3 respektive 62-67,9 kvm, beroende på huvudsäkringen. Solpanelsarean är uträknad med den vanligaste storleken på en solpanel, nämligen 1,82 kvm (Hemsol,2023). Husets huvudsäkring brukar vara antingen 16 A eller 20 A, dock är 16 A vanligast då det är fullt tillräckligt för de flesta hushållens behov (Polarpumpen, 2023). Beräkningen är även gjord utifrån solpanelernas toppeffekt som är ca 370-405 W (Elin Moberg och Oscar Lugnegård, 2023).

Tillsammans med husets i frågas energiförbrukning och den förväntade elproduktionen som kommer vara mellan 8832-15180 (beroende på huvudsäkring) kan den procentuella andelen av hur väl anläggningen kan möta husets energibehov ges i %. VIP har en funktion där man vid utskrift av resultaten erhåller resultatet för hur mycket av den producerade energin som används av byggnaden samt hur mycket som säljs. För att inte bli en nettoproducent krävs det att man inte säljer mer el än vad man hade köpt in per år. Detta på grund av att en nettoproducent inte får samma förmånliga avtal som mikroproducenter får. Nettoproducenter får dessutom inte bara sämre elavtal utan oftast tillkommer även andra avgifter såsom inmatningsavgifter (Hemsol, 2024).

4.5.2 Solfångare och tappvarmvattensystem

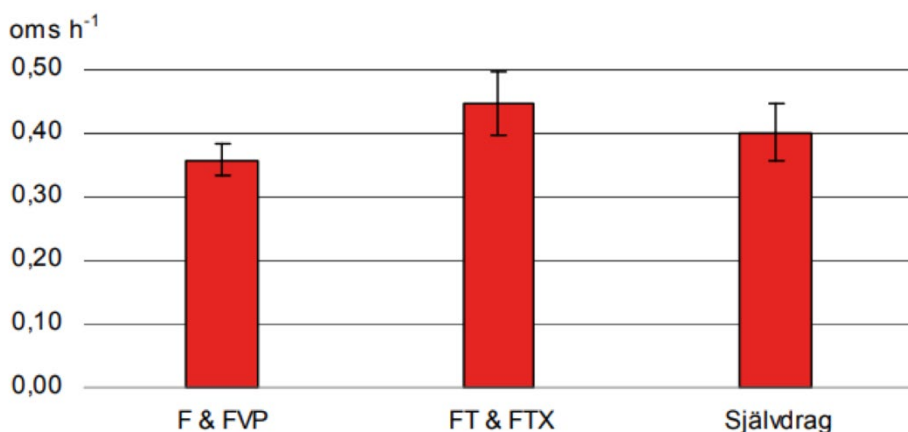
Enligt Energimyndigheten bör en familj på 4-5 personer välja en varmvattenberedare på minst 200-300 liter samt en solfångaranläggning på minst 4-6 kvadratmeter. Solfångare kommer att installeras då typhuset har ett vattenburet uppvärmningssystem. Solvärmeanläggningen dimensioneras efter ackumulatortankens lagringsförmåga av värme (Energimyndigheten, nd).

5. Indata till simulering

Kapitlet redovisar de överväganden och resonemang som gjorts för framtagna indata till beräkningsmodellen. Indatan förs in i VIP Energy.

5.1 Ventilation och läckage

Ventilation och läckage är olika för de olika byggnaderna. Boverkets rapport (2010a, s.72) har genom mätningar tagit fram ett värde på luftomsättningen i småhus för olika typer av ventilationssystem. För självdrag är det framtagna värdet för 0,40 oms/h, se figur 5.1.



Figur 5.1 Luftomsättning i småhus för olika ventilationssystem (Boverket, 2010)

De två olika 50-talshusen som innehåller självdrag, kommer att sättas till 0,4 oms/h. För de nybyggda typhusen samt de renoverade 50-talshusen som innehar frånluftssystem sätts normenligt ventilationen till 0,5 oms/h.

Äldre byggnader tenderar att bestå av en sämre täthet jämfört nybyggda. Moderna hus ligger på omkring 0,5 l/s m², medan äldre ligger omkring 1 l/s m² vid 50 Pascal. De två äldre husen kommer därför att beskrivas ha en otäthet på 1 l/s m² och de nybyggda 0,5 l/s m² i simuleringarna. Observera att renovering av klimatskalet kan ge upphov till att renoverad del får förändrad otäthet.

5.2 Köldbryggor

Köldbryggor kommer inte att beräknas med hjälp av VIP energy. Istället görs ett påslag enligt schablonvärdet. Enligt Boverkets publikation 'Handbok för energihushållning' kan ett påslag på 20% användas (2012). Detta påslag görs på värmeförsörjningen.

5.3 Tappvarmvatten

Energiförbrukningen för tappvarmvatten finns också inlagt i VIP-Energy som ett fördefinierat värde på 2,3 W/m². Boverkets uppgifter (BFS 2017:6 - BEN 2) innehåller ett schablonvärde på $20/\eta_{\text{tvv}}$ kWh/m²Atemp,år där η_{tvv} är årsverkningsgraden hos värmekällan för tappvarmvatten. Här beaktas årsverkningsgraden hos värmekällan för produktion av tappvarmvatten. VIP-Energy tar hänsyn till verkningsgraden i programmet och den sätts i beräkningen nedan därför till 1 och värdet blir:

$$\frac{20 \cdot 10^3}{1 \cdot 8760} = 2,28 \text{ W/m}^2$$

5.4 Personvärme

Den värme som människan konstant avger, kan tillgodoräknas till byggnaden och beskrivs som personvärme. Via BEN 2 (BFS 2017:6) har Boverket publicerat uppgifter relaterade till en byggnads energianvändning. Bland dessa uppgifter beskrivs hur personvärmen beror på hur länge man vistas i huset, personernas ålder och aktivitet. VIP-Energy har ett fördefinierat värde på 1 W/m². Boverkets uppgifter inkluderar ett medelvärde för effektavgivning per person, vilket beskrivs som 80 W/person. Antalet rum avgör hur många personer som antas vistas i huset. Husen har 4 rum och kök, vilket innebär 2,79 personer. Personvärmen som kan tillgodoräknas blir:

$$\frac{80 \cdot 2,79}{130} = 1,7 \text{ W/m}^2$$

5.5 Verksamhetsenergi

Verksamhetsenergi avser energin som avges från bland annat lampor, hushållsapparater och vitvaror. VIP-Energy har ett fördefinierat värde på 2,06 W/m². Verksamhetsenergi är, för ett småhus, detsamma som hushållsenergi. Boverkets uppgifter (BFS 2017:6 - BEN 2) har satt 30 kWh/m²Atemp,år som ett schablonvärde. Av detta får 70% tillgodoräknas som gratis energi. Verksamhetsenergi som kan tillgodoräknas blir:

$$\frac{30 \cdot 10^3 \cdot 0,7}{8760} = 2,4 \text{ W/m}^2$$

5.6 Inomhustemperatur

VIP-Energy har fördefinierat lägsta inomhustemperatur satt till 21°C samt högsta tillåtna inomhustemperatur till 27°C. I en rapport från Boverket (2007, s.28-29) presenteras allmänna råd där temperaturen inte bör understiga 20°C samt inte överstiga 26°C under sommaren och 24°C under vintertid. Den lägsta tillåtna temperaturen sätts till 21°C och högsta tillåtna temperatur sätts till 26°C. Husen har inget aktivt kylsystem.

5.7 Geografisk placering

I tabell 5.1 presenteras den indata som används till VIP simuleringen på studiens valda orter.

Tabell 5.1 Data från de valda orterna

Ort	Malmö	Stockholm	Östersund	Jokkmokk
Geografisk justeringsfaktor, F _{geo}	0,8	1	1,4	1,8
Klimat	1981-2010	1981-2010	1981-2010	1981-2010

6. Det ekonomiska perspektivet

I detta kapitlet kommer en enklare överslagsberäkning av kostnaderna göras för de olika åtgärderna som kommer tillämpas på de två olika 50-tals typhusen. Till en början presenteras åtgärderna som enskilda åtgärder var för sig. Därefter kommer även alla åtgärderna tillämpas tillsammans och benämnas helrenovering.

6.1 ROT-avdrag

Vid ROT-arbeten kan företag dra av ett så kallat ROT-avdrag på fakturan som en skattereduktion. För enskilda arbeten kan avdraget uppgå till 30% av arbetskostnaden, som inte inkluderar material och resekostnader. Därtill finns, utöver de 30% som får nyttjas, en begränsning som innebär att avdraget får uppgå till max 50 000 kr per person och år. Med andra ord kan två personer som ska renovera en bostad, om båda är ägare till fastigheten, ha rätt till 100 000 kr i ROT-avdrag (Skatteverket, nd).

6.2 Skattereduktion

Skattereduktion är ytterligare en ersättning som privatpersoner kan ansöka om. Detta görs i samband med installation av grön teknik. I skattereduktionen omfattas såväl arbete som material. För installation av nätanslutet solcellssystem ges skattereduktion på 20% av kostnaden, medan skattereduktionen vid installation av egen lagringskapacitet som består av elenergi kan uppgå till 50% av kostnaden. Skattereduktionen dras direkt av fakturan från företaget som utför installationen, som ansöker om utbetalning från Skatteverket (nd).

6.3 Tilläggsisolering av yttervägg

Som en del av det förbättrade klimatskalet, tillhör tilläggsisolering av ytterväggarna en av åtgärderna. Som tidigare nämnts kommer detta ske med olika tjocklekar för de olika ytterväggskonstruktionerna, till följd av variationen i dess egenskaper. I tabell 6.3.1 och 6.3.2 presenteras materialkostnaden för de olika konstruktionerna, samt i tabell 6.3.3 och 6.3.4 nedan har alla inkluderade kostnader och eventuella avdrag sammanställts för 50-tals typhusen. I beräkningarna har hänsyn inte tagits till om man skulle utföra åtgärderna själv, utan enbart utifrån kostnaderna som inkluderar en yrkesarbetares utförande. Val av produkter har gjorts enligt de renoveringsåtgärder som tidigare beskrivits. I kostnadsberäkningarna har hänsyn tagits till de rekommendationer på kompletterande produkter som krävs för att kunna utföra åtgärden. Dessa rekommendationer är hämtade från Isovers produktguide (Isover, nd) och inkluderar distanshylsor och plastbrickor. Arbetskostnaden har hämtats från Byggstart.se (Byggstart, ND) som har skapat en prisdatabas som baseras på referensprojekt. Genomsnittliga kostnader för arbetsutförandet har använts, där vissa avvikelser kan tillkomma. Uppgifterna gällande arbetsutförandet inkluderar många antagande som inte nödvändigtvis behöver

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

överensstämma med det enskilda fallet, utan bör snarare ses som en indikation på kostnaden. Kostnaden för arbetsutförandet är satt till 1600 kr/m². Arean för ytterväggen som ska tilläggsisoleras är 79,4 kvadratmeter.

Tabell 6.3.1 Materialkostnad för tilläggsisolering av fasaden för 50-talshus alternativ 1.

Produkt	Pris (kr/m ²) inkl moms	Återförsäljare	Pris (total kostnad, kr)
Isover Alu 30, 80mm	220	Velltra	17468
Distanshylsor	34	Beijer	2700
Plastbrickor	16	Beijer	1270

Tabell 6.3.2 Totala kostnaden för att tilläggsisolera fasaden med 80 mm isolering på 50-talshus alternativ 1.

	Pris (total kostnad, kr)
Material	21 438
Arbetskostnad	127 040
Summering	148 478
ROT-avdrag	-38 112
Summering efter ROT-avdrag	110 366

Tabell 6.3.3 Materialkostnad för tilläggsisolering av fasaden för 50-talshus alternativ 2.

Produkt	Pris (kr/m ²) inkl moms	Återförsäljare	Pris (total kostnad, kr)
Isover Alu 30, 100mm	265	Velltra	21 041
Isover Uni-skiva 33, 45mm	60	Velltra	4 764
Distanshylsor	34	Beijer	2700
Plastbrickor	16	Beijer	1270

Tabell 6.3.4 Totala kostnaden för att tilläggsisolera fasaden med 80 mm isolering på 50-talshus alternativ 2.

	Pris (total kostnad, kr)
Material	29 775
Arbetskostnad	127 040
Summering	156 815
ROT-avdrag	-38 112
Summering efter ROT-avdrag	118 703

6.4 Tilläggsisolering av tak/vindsbjälklag

Som en del av det förbättrade klimatskalet, tillhör tilläggsisolering av vindsbjälklaget nästa åtgärd. Eftersom takkonstruktionerna för de olika 50-tals typhusen är desamma, kommer följande åtgärd presenteras i gemensamma tabeller, men gälla för båda typhusen. I tabell 6.4.1 presenteras materialkostnader, samt i tabell 6.4.2 nedan har alla inkluderade kostnader och eventuella avdrag sammanställts. I beräkningarna har hänsyn inte tagits till om man skulle utföra åtgärderna själv, utan enbart utifrån kostnaderna som inkluderar en yrkesarbetares utförande. Val av produkter har gjorts enligt de renoveringsåtgärder som tidigare beskrivits. Även för denna åtgärd har, i kostnadsberäkningarna, hänsyn tagits till de rekommendationer på kompletterande produkter som krävs för att kunna utföra åtgärden. Dessa rekommendationer är hämtade från Isovers produktguide (Isover, nd). Arbetskostnaden har hämtats från Byggstart.se. Den genomsnittliga kostnaden för arbetsutförandet är satt till 1000 kr/m². Arean för vindsbjälklaget som ska tilläggsisoleras är 84,7 kvadratmeter.

Tabell 6.4.1 Materialkostnad för tilläggsisolering av vindsbjälklaget för 50-talshusen.

Produkt	Pris (kr/m ²) inkl moms	Återförsäljare	Pris (total kostnad)
Isover UNI-skiva 35, 170mm	115	Velltra	9 741
Plastbricka	16	Beijer	1 355

Tabell 6.4.2 Totala kostnaden för att tilläggsisolera vindsbjälklaget med 170 mm isolering på 50-talshusen.

	Pris (total kostnad, kr)
Material	11 096
Arbetskostnad	84 700
Summering	95 796
ROT-avdrag	-25 410
Summering efter ROT-avdrag	70 386

6.5 Byte av fönster/dörrar

Vid en lämnad prisfråga svarade företaget Fönsteringenjören i Sverige AB att priset på trä/aluminium-fönster normalt brukar vara mellan 10 000-12 000 kr/enhet inklusive fönster, material och montage men att detta kan variera mycket beroende på fönsterleverantör. En normalstor villa beräknas ha cirka 16 stycken fönster i standardstorlek. Det finns flera standardstorlekar, men i denna studie används den vanligaste. Dessa har modulmåttet 10x12 dm (fönsterhålet) (Menta fönster, nd). Kostnaden för 16 stycken fönster i standardstorlek beräknas därför till:

$$16 \times 11\,000 = 176\,000 \text{ kr}$$

Ytterdörrar varierar mycket i pris likaså, men brukar normalt kosta mellan 5000-15000 (Byggmax, nd). Byggmax har ett fast pris för montage av ytterdörrar som är satt till 2700 kr/dörr (Byggmax, nd).

$$10\,000 + 2700 = 12\,700 \text{ kr}$$

Det genomsnittliga, totala priset för byte av fönster och dörrar är därmed:

$$176\ 000 + 12\ 700 = 188\ 700\ \text{kr}$$

Arbetskostnaden per fönster uppskattas vara ca 3500 kr:

$$3500 \times 16 \times 0,3 + 2700 \times 0,3 = 17\ 610\ \text{kr}$$

Totalkostnad, efter rotavdrag:

$$188\ 700 - 17\ 610 = 171\ 090\ \text{kr}$$

Materialkostnaden och den totala kostnaden för åtgärd 3 som innebär fönster- och dörrbyten presenteras i tabell 6.5.1 och 6.5.2 nedan och inkluderar ovan beskrivna kostnader.

Tabell 6.5.1 Materialkostnad för tilläggsisolering av fasaden för 50-talshus alternativ 1.

Produkt	Pris (kr/st) inkl moms	Återförsäljare	Pris (total kostnad)
Fönster 10x12	7 500	Elitfönster	120 000
Ytterdörr	10 000	Byggmax	10 000

Tabell 6.5.2 Totala kostnaden för byte av fönster och ytterdörr på 50-talshusen.

	Pris (total kostnad, kr)
Material	130 000
Arbetskostnad	58 700
Summering	188 700
ROT-avdrag	-17 610
Summering efter ROT-avdrag	171 090

6.6 Installation av ett FVP-system

Priset för mekanisk frånluft är mellan 43 000-86 000 kr, variationen beror på mängden frånluftskanaler och ventiler. I denna studie har 65 000 kr antagits, då detta är ca medelvärdet av denna information. Efter rotavdrag blir priset mellan 30 000-60 000 kr (Aerius Ventilation, nd).

En frånluftsvärmepump varierar även den mycket i pris, detta beroende på modell och prestanda, men kostar oftast mellan 40 000-80 000 kr (Polarpumpen, nd). I denna studie används medelvärdet av detta intervall.

En nyinstallation av ett FVP-system kostar mellan 75-100 000 kr (Bosch, nd). Genomsnittlig arbetskostnad är därmed:

$$(75\ 000 + 100\ 000)/2 - 60\ 000 = 27\ 500\ \text{kr}$$

Totalkostnad:

$$65\ 000 + 60\ 000 + 27\ 500 = 152\ 500\ \text{kr}$$

I tabell 6.6.1 nedan finns ovan beskrivna kostnader för åtgärd 4, som innebär installation av mekanisk frånluft och frånluftsvärmepump, sammanställda.

Tabell 6.6.1 Materialkostnad för åtgärd 4 för 50-talshuset.

Produkt	Pris (total kostnad)
Frånluftsvärmepump	60 000
Mekanisk frånluft inkl arbete	65 000

Tabell 6.6.2 Totala kostnaden för installation av mekanisk frånluft och frånluftsvärmepump på 50-talshuset.

	Pris (total kostnad, kr)
Material/arbetskostnad	152 500
ROT-avdrag	-8250
Summering efter ROT-avdrag	144 250

6.7 Helrenovering

För helrenovering inkluderas alla de åtgärder som ovan är enskilt tillämpade på typhusen, fast numera tillsammans som en mer övergripande och omfattande renovering. Åtgärderna sammanställs i tabellerna 6.7.1 & 6.7.2 nedan och visar totala kostnader, respektive arbetskostnader för åtgärderna och kostnader för hela projektet och eventuella avdrag. Med tanke på att typhusen skiljer åt, presenteras resultaten för kostnadsberäkningarna i skilda tabeller. Då ROT-avdragets begränsning på 50 000 kr per person och år överskrids, kommer 30% av totala summan för arbetskostnaderna inte kunna dras av. För enkelhetens skull förutsätts istället att två stycken vuxna som båda äger bostaden bor i huset och därmed kan ta del av ROT-avdraget. Därav dras istället 100 000 kr av för den totala summan.

Tabell 6.7.1 Sammanställning av totala kostnaden för en helhets renovering av 50-talshus alternativ 1.

	Totalkostnad	Arbetskostnad
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	148 478	127 040
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	95 795	84 700
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	188 700	58 700
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	152 500	-
Helrenovering Åtgärd 1-4	585 473	-
	ROT-avdrag	Summering
Helrenovering	-100 000	485 473

Tabell 6.7.2 Sammanställning av totala kostnaden för en helhets renovering av 50-talshus alternativ 2.

	Totalkostnad	Arbetskostnad
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	156 815	127 040
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	95 795	84 700
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	188 700	58 700
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	152 500	-
Helrenovering Åtgärd 1-4	593 810	-
	ROT-avdrag	Summering
Helrenovering	-100 000	493 810

6.8 Solenergi - solceller och solfångare

En normalstor anläggning av solceller är, som tidigare nämnt, mellan 25-75 kvm (Eco kraft, 2021). I denna studie har solpanelsarean beräknats att kunna vara max 67,9 kvm stor på grund av huvudsäkringen.

För typhuset med källare kommer solcellerna riktas mot väst och öst. Riktningarna väst och öst, var för sig, har kapaciteten att producera 80% av vad solcellerna hade kunnat i söder (Solcellskollen, 2024). Det optimala hade varit om solcellsarean hade fått plats på en takhalva och att denna var riktad åt söder. Eftersom 50-tals typhusens har ett tak där ena takhalvan inte hade varit tillräckligt för att alla dessa solpaneler och solfångare skulle få plats, måste de därav fördelas över de båda takhalvorna. Solpaneler installeras vanligtvis aldrig på ytor som vetter mot norr, eftersom exponeringen av solljus är låg i norrläge. Ofta blir det inte lönsamt att installera solceller där. Solpaneler i norrläge producerar ofta hälften av energin som paneler mot syd (Hemsol, 2023). Eftersom öst- i kombination med västerläge producerar mer än kombinationen söder/norr, har denna orientering valts på huset. Dessutom kan solceller i öst- och västlig riktning ge mer produktion morgon och kväll då elanvändningen i huset vanligtvis är störst (Energimyndigheten, 2024).

Om man skulle installerat solceller på det nybyggda huset på 125 kvadratmeter, kan hela solcellsarean riktas mot söder, då hela ytan får plats på ena sidan av sadeltaket. Detta för att kunna ge ett optimalt resultat utifrån husens olika förutsättningar. I denna studie tas det inte hänsyn till vad som är det mest kostnadseffektiva för de nybyggda typhusen gällande solcellsanläggningar. Detta för att det råder olika bestämmelser beroende på vilken kommun man bor i vad gäller premisserna att vara nettoproducent. Eftersom de nybyggda husen har en mycket låg energiförbrukning, som allra lägst i Malmö, krävs det en relativt liten solcellsarea för att kunna förse hela husets energibehov. Denna studie tar inte ställning till huruvida det är lönsamt att bli nettoproducent i dessa fall och därför har endast solcellsanläggningar på 50-tals typhusens basfall simulerats i VIP Energy.

Priset per kvadratmeter solceller brukar vara mellan 2500-3000 kr, denna kostnad är inklusive installation och med hänsyn taget till det gröna avdraget på 20% (Svea solar, nd). I denna studie används medelvärdet.

Ett genomsnittligt pris för solceller inklusive installation är därmed:

$2750 \times (67,9 - 6) = 169\,400$ kr där 6 kvadratmeter av arean sparas till solfångare.

Enligt Energimyndigheten bör som sagt en familj på 4-5 personer installera en solfångaranläggning på minst 4-6 kvadratmeter för att kunna förse en lämpligt stor varmvattenberedare med tillräcklig mängd energi. Solfångare varierar desto mer i pris, men brukar kosta mellan 2000-5000 kr per kvadratmeter.

Ett genomsnittligt pris för solfångare inklusive installation är därmed:

$3500 \times 6 = 21\,000$ kr

Hela anläggningens totala kostnad med det gröna avdraget inräknat blir därmed:

$169\,400 + 21\,000 = 190\,400$ kr

Dessutom behövs en ackumulatortank. En ackumulatortank varierar mycket i pris, men tenderar att ligga i intervallet 10 000-60 000 kr. En genomsnittlig kostnad på 35 000 kr används. I denna studie görs ett antagande att 50-talshuset inte har en ackumulatortank eller att den befintliga behövs bytas ut.

Tabell 6.8.1 Totala kostnaden för installation av solcells- och solfångaranläggning på 50-talshusen.

	Pris (total kostnad, kr)
Solceller inkl avdrag	169 400
Solfångare	21 000
Akkumulatortank	35 000
Summering	225 400

6.9 Nybyggnad

Vid frågan till en stor hustillverkare, har svar erhållits gällande priser för såväl materialpris som arbetskostnad för uppförande av ett nybyggt hus. Materialpriset beskrevs ligga på omkring 11000 kr/kvm samtidigt som arbetskostnaden ligger på omkring 18000 kr/kvm, båda exkl moms. Totala kostnaden för uppförandet av det nybyggda huset kommer senare att jämföras med kostnaden för renovering av 50-talshusen. Därtill jämförs besparing och investeringskostnad också. Enligt Husmart.se (nd) kostar det mellan 11000-21000 kr/kvm att bygga en källare. Då källaren kommer bestå av relativt enkel utformning och inte speciellt exklusiva rum som badrum eller kök så tillämpas ett pris på 16000 kr/kvm för källarbygget.

Tabell 6.9.1 Sammanställning av kostnader för nybyggnad enligt en 50-tals utformning med 1 plan på 85 kvm respektive 85 kvm källare, där 40 kvm nyttjas till bostadsutrymmen och resten förvaring/förråd.

Nybyggt hus enligt lik utformning	Materialpris inkl moms	Arbetskostnad inkl moms	Totalkostnad
kr/m ²	13 750	22 500	-
Boarea på 85 m ²	1 168 750	1 912 500	3 081 250
Källarbygge på 85 m ²	16 000		1 360 000
Summering (kr)	-		4 441 250

Tabell 6.9.2 Sammanställning av kostnader för nybyggnad av ett 125 kvm hus.

Nybyggt hus enligt dagens utformning	Materialpris inkl moms	Arbetskostnad inkl moms	Totalkostnad
kr/m ²	13 750	22 500	-
Boarea på 125 m² (kr)	1 718 750	2 812 500	4 531 250

6.10 Det genomsnittliga elpriset

För att kunna ge ett tillförlitligt resultat har det bestämts att elpriset ska sättas till ett årsmedelpris för de senaste 5 åren. Detta årsmedelpris är beräknat för vardera elområde till:

Elområde 1: 44,3813 öre/kWh

Elområde 2: 44,7567 öre/kWh

Elområde 3: 58,6051 öre/kWh

Elområde 4: 65,4477 öre/kWh

7. Resultat

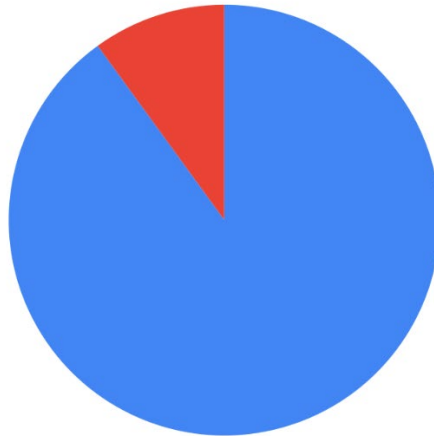
I detta kapitlet presenteras i, det första delkapitlet, resultatet från studerade ritningar från Lunds stadsarkiv på villor byggda under eller i närtid till 1950-talet. I det följande delkapitlet presenteras en sammanställning av det resultat som simuleringarna i VIP mynnade ut i samt till de kopplade beräkningar.

7.1 Framtagning av 50-tals hus

En sammanställning över de studerade villornas ytterväggar, såväl fasadmateriell som stommmaterial finns nedan, se figur 7.1-7.6. Nästintill alla undersökta villor, som hade ritningarna på ytterväggarna, består av tegel som fasadmateriell. Det vanligaste stommaterialet var träreglar, men lättbetongväggar var också relativt vanligt.

Sammanställning av fasadmateriell

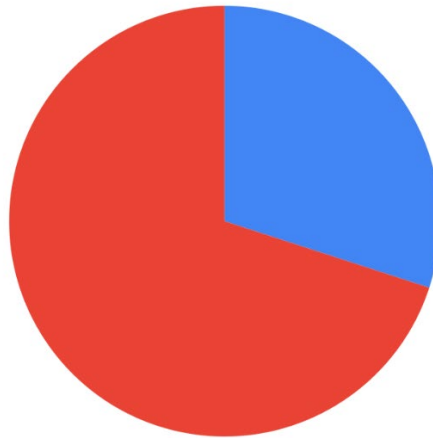
- Tegel
- Inte tegel



Figur 7.1 Ytterväggar: Tegel som fasadmateriell

Sammanställning av stommaterial i yttervägg

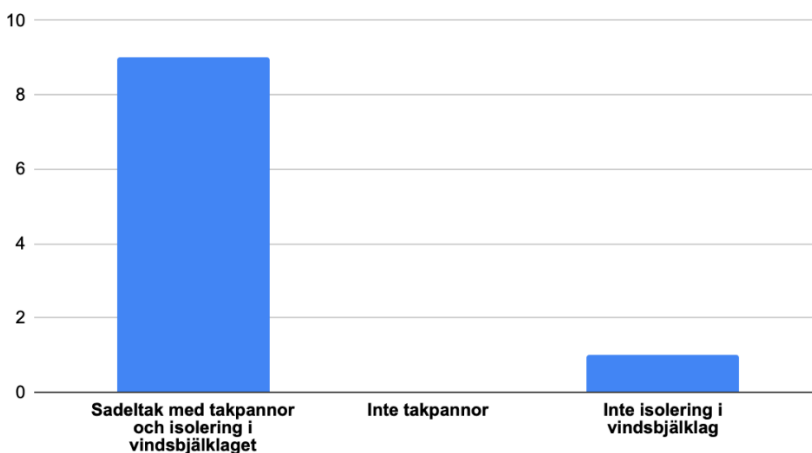
- Lättbetong
- Träregelvägg



Figur 7.2 Ytterväggar: Träregelvägg eller lättbetong som stommaterial

Utformning på takkonstruktionen samt om yttertaket hade takpannor som taktäckning med isolering i vindsbjälklaget presenteras i figur 7.3 nedan. Alla studerade husen hade ett sadeltak och takpannor i form av tegelpannor som taktäckning. Majoriteten hade vindsbjälklag med någon typ av isolering.

Sammanställning av tak/vindskonstruktion

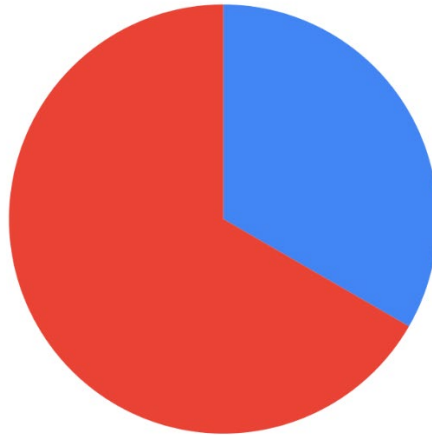


Figur 7.3 Tak/vindskonstruktion: Tegelpannor eller ej samt isolering i vindsbjälklaget eller inte

Figur 7.4 visar om källargrunden var isolerad eller oisolerad, medan figur 7.5 beskriver vilket material som källarmuren består av, därtill om denna är isolerad eller inte. Samtidigt visar figur 7.6 om betongen i golv/källarbjälklaget vanligtvis kompletterades med isolering eller inte. Källargrunden var vanligtvis oisolerad och källarväggen bestod entydigt av betonghålststen. Isolering var inte heller vanligt för källarväggarna.

Sammanställning av källargrund

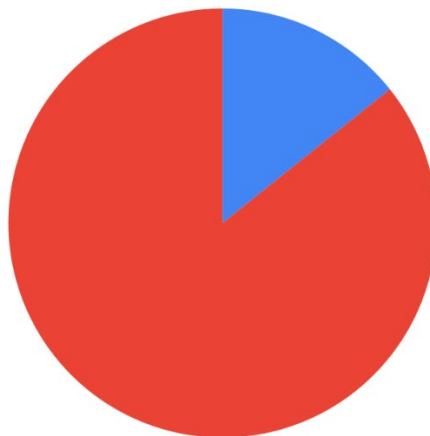
- Isolering
- Oisolerad



Figur 7.4 Källargrund: Med eller utan isolering

Sammanställning av källarvägg/mur

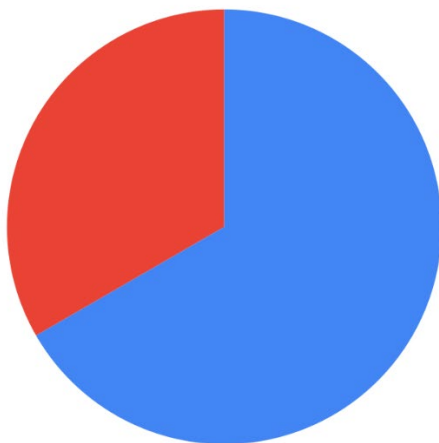
- Hålstensblock isolerad
- Hålstensblock oisolerad



Figur 7.5 Källarvägg/mur: Material och isolering eller inte

Sammanställning golv/källarbjälklag

- Betong med isolering
- Betong utan isolering



Figur 7.6 Golv/källarbjälklag: Betong med eller utan isolering

7.2 Sammanställning från VIP

Eftersom valen av åtgärder har gjorts utifrån vad som visat sig vara det mest effektiva vid energioptimering av småhus i tidigare studier finns det en tydlig indikation på att dessa åtgärder får en stor påverkan i jämförelse med husets basfall.

Simuleringarna i VIP Energy har genererat ett resultat med avseende på värmeförsörjningen per kvadratmeter och år och ett U-medelvärde för samtliga hus och orter, därtill inverkan av solenergi på värmeförsörjningen för båda 50-talshusen i dess basfall. Detta resultat visas i tabell 7.2.1, tabell 7.2.2 och figur 7.15. Simuleringarna är gjorda på följande vis; först beräknas basfallet, sedan respektive åtgärd separat och jämförs med ursprungsfallet där differensen mellan dessa värden är effekten av åtgärden, det vill säga energibesparingen, tillika resultatet. När respektive åtgärds påverkan är beräknad, görs en simulering som tar hänsyn till hur dessa 4 förbättringsåtgärder samverkar med varandra. De olika resultaten har sedan omvandlats till ett procentuellt värde på minskningen av värmeförsörjningsbehovet. Värdena från dessa simuleringar har sedan sammanställts i diagram för att förtydliga dess olika påverkan mer visuellt.

Resultaten från VIP Energy har även jämförts med handberäkningar både vad gäller U-medelvärden och värmeförsörjningsbehovet, där differensen var liten, vilket stödjer följande resultat:

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Tabell 7.2.1 Resultat av simulering i VIP-energy, utförda i de 4 orterna, som visar värmeförsörjning med, respektive utan åtgärderna, samt beräknad procentuell förändring jämfört med basfallet och U-medelvärde för 50-talshus alternativ 1 bestående av träregelstomme.

50-tals hus alt 1	Värmeförsörjning (kWh/m ² och år) samt förändring (%) från basfall		U- medelvärde W/m ² K
Malmö			
Basfall	262		0,554
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	248	-5,1	0,518
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	241	-7,9	0,503
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	227	-13,2	0,467
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	128	-51,2	Oförändrat
Helrenovering Åtgärd 1-4	74	-71,7	0,38
Stockholm			
Basfall	297		0,554
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	282	-5,1	0,518
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	274	-7,8	0,503
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	257	-13,3	0,467
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	158	-46,6	Oförändrat

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Helrenovering Åtgärd 1-4	94	-68,4	0,38
Östersund			
Basfall	367		0,554
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	348	-5	0,518
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	339	-7,6	0,503
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	317	-13,5	0,467
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	220	-40	Oförändrat
Helrenovering Åtgärd 1-4	135	-63,3	0,38
Jokkmokk			
Basfall	422		0,554
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	402	-4,9	0,518
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	391	-7,4	0,503
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	365	-13,6	0,467
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	278	-34,2	Oförändrat
Helrenovering Åtgärd 1-4	177	-58,1	0,38

Tabell 7.2.2 Resultat av simulering i VIP-energy som visar värmeförsörjning med respektive utan åtgärderna, samt beräknad procentuell förändring jämfört med basfallet och U-medelvärde för 50-talshus alternativ 2 bestående av träregelstomme.

50-tals hus alt 2	Värmeförsörjning (kWh/m² och år) samt förändring (%) från basfall		U-medelvärde W/m²K
Malmö			
Basfall	305		0,674
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	252	-17,5	0,531
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	286	-6,4	0,622
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	271	-11,3	0,586
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	163	-46,5	Oförändrat
Helrenovering Åtgärd 1-4	76	-75,1	0,392
Stockholm			
Basfall	346		0,674
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	286	-17,4	0,531
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag	324	-6,3	0,622
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	307	-11,4	0,586
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	200	-42,2	Oförändrat

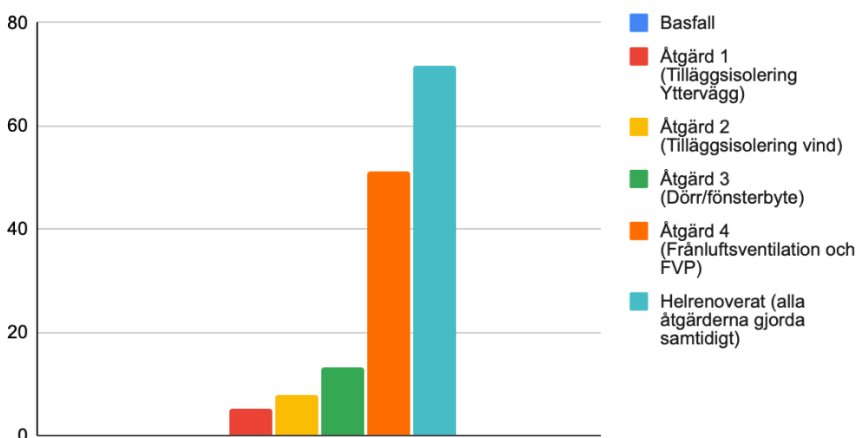
50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Helrenovering Åtgärd 1-4	96	-72,2	0,392
Östersund			
Basfall	427		0,674
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	354	-17	0,531
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindbjälklag	400	-6,1	0,622
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	377	-11,6	0,586
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	275	-35,6	Oförändrat
Helrenovering Åtgärd 1-4	138	-67,6	0,392
Jokkmokk			
Basfall	491		0,674
Åtgärd 1 Tilläggsisolering av YV	408	-16,8	0,531
Åtgärd 2 Tilläggsisolering av vindbjälklag	461	-6	0,622
Åtgärd 3 Fönster-/dörrbyte	434	-11,7	0,586
Åtgärd 4 Mekanisk frånluft och FVP	342	-30,4	Oförändrat
Helrenovering Åtgärd 1-4	182	-63	0,392

Åtgärderna har namngetts "åtgärd 1-4" för enkelhetens skull. Åtgärd 1-3 innebär förbättringsåtgärder i klimatskalet där åtgärd 1 innebär tilläggsisolering av fasaden, åtgärd 2 innebär tilläggsisolering av vindbjälklaget och åtgärd 3 innebär fönster- och dörrbyte. Åtgärd 4 innebär installation av mekanisk frånluft, vilket kombineras med en frånluftsvärmepump.

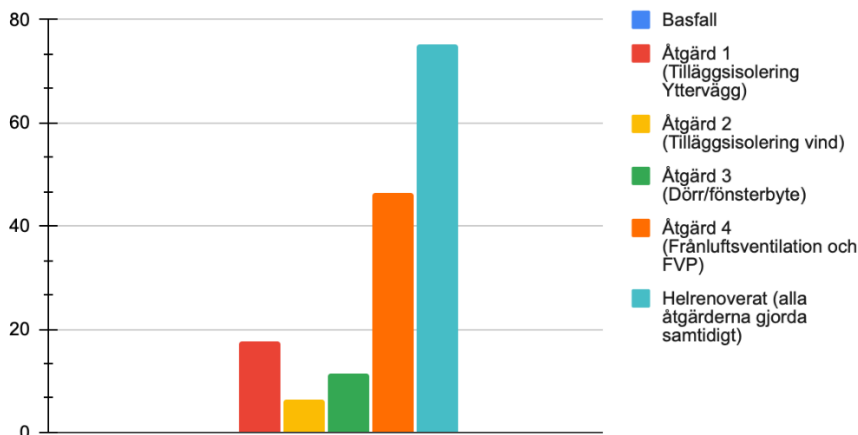
Ordningsföljden för effektiviteten på åtgärderna, sett till samma typhus, stämmer överens orterna emellan, dock skiljer ordningsföljden för effektiviteten av åtgärderna mellan de två typhusen, se figur 7.2.1-7.2.8. Resultatet visar att de flesta åtgärderna är procentuellt relativt nära mellan orterna, men mest effektiva i söder och avtar ju längre norrut man bor.

Procentuell minskning av värmeförjningen vid förbättringsåtgärder för 50-tals hus 1 i Malmö



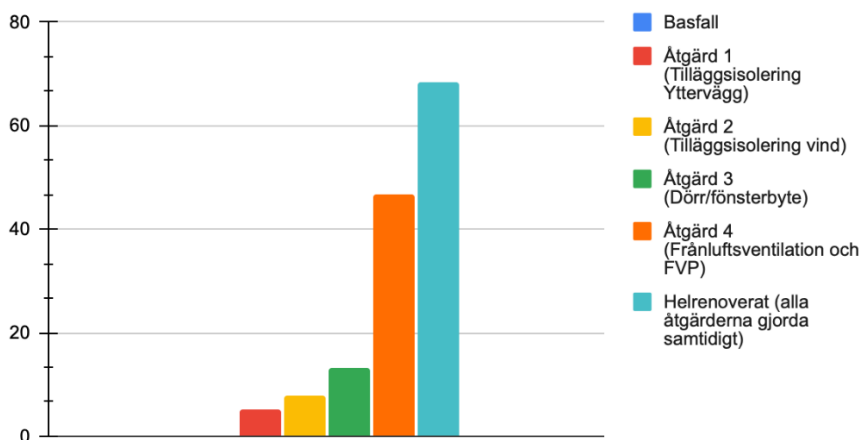
Figur 7.7 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 1 i Malmö jämfört med basfallet

Procentuell minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-tals hus 2 i Malmö



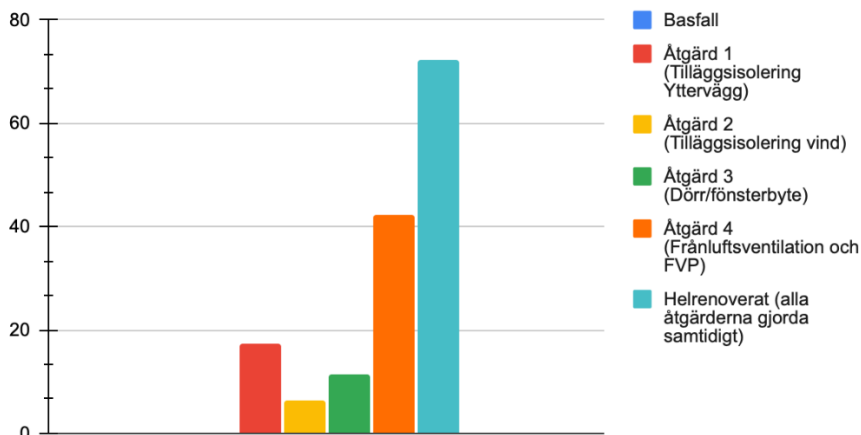
Figur 7.8 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 2 i Malmö jämfört med basfallet

Procentuell minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-tals hus 1 i Stockholm



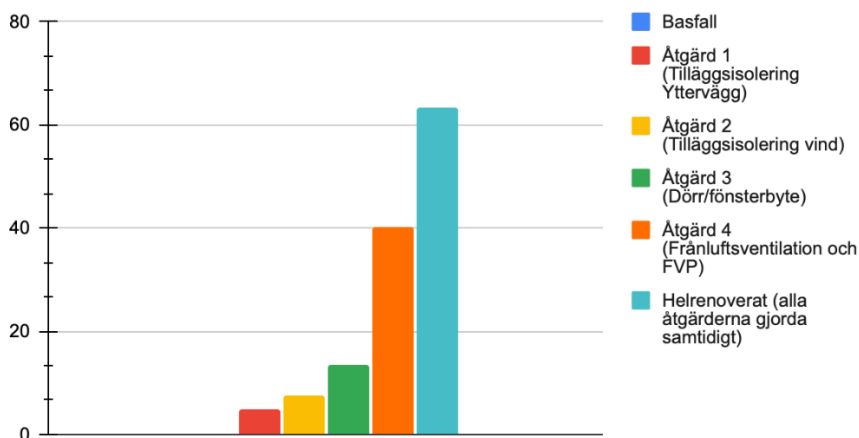
Figur 7.9 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 1 i Stockholm jämfört med basfallet

Procentuell minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-tals hus 2 i Stockholm



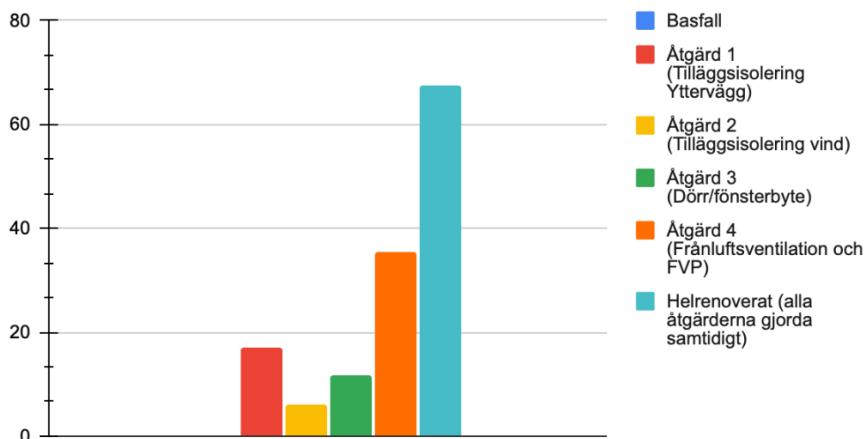
Figur 7.10 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 2 i Stockholm jämfört med basfallet

Procentuell minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-tals hus 1 i Östersund



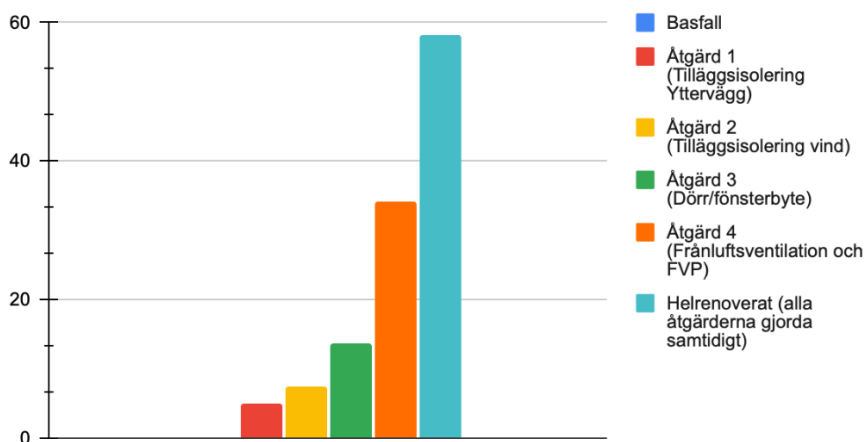
Figur 7.11 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 1 i Östersund jämfört med basfallet

Procentuell minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder av 50-tals hus 2 i Östersund



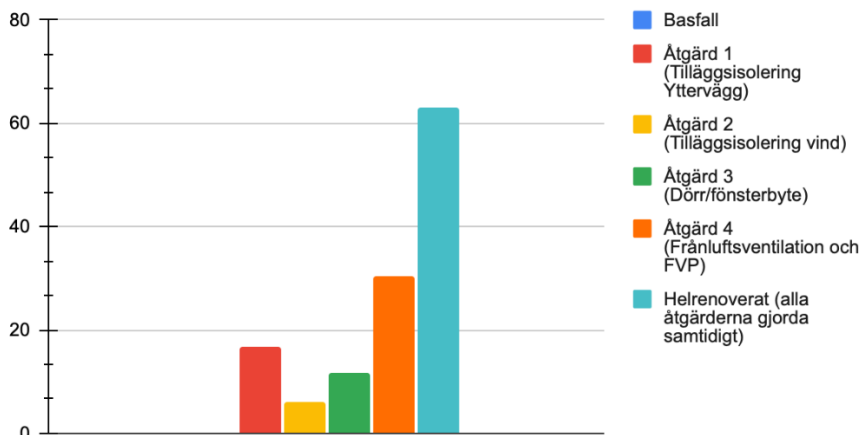
Figur 7.12 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 2 i Östersund jämfört med basfallet

Procentuell minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-tals hus 1 i Jokkmokk



Figur 7.13 Diagram över den procentuella minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 1 i Jokkmokk jämfört med basfallet

Procentuell minskning av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder av 50-tals hus 2 i Jokkmokk



Figur 7.14 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 2 i Jokkmokk jämfört med basfallet

Resultatet från figur 7.7-7.14 visar att åtgärd 1, tilläggsisolering av fasaden, ger betydligt större effekt för alternativ 2 av 50-tals typhusen. Detta hus har en stomme av lättbetong och ytterväggen har sämre värmeisolerande förmåga i basfallet. För alternativ 1 av 50-tals typhusen ger åtgärd 2, tilläggsisolering av vindsbjälklaget, större energibesparing än vad tilläggsisolering av fasaden gör, oberoende av ort. För alternativ 2 är tilläggsisolering av fasaden mycket effektivare än tilläggsisolering av vinden, även här oberoende av ort.

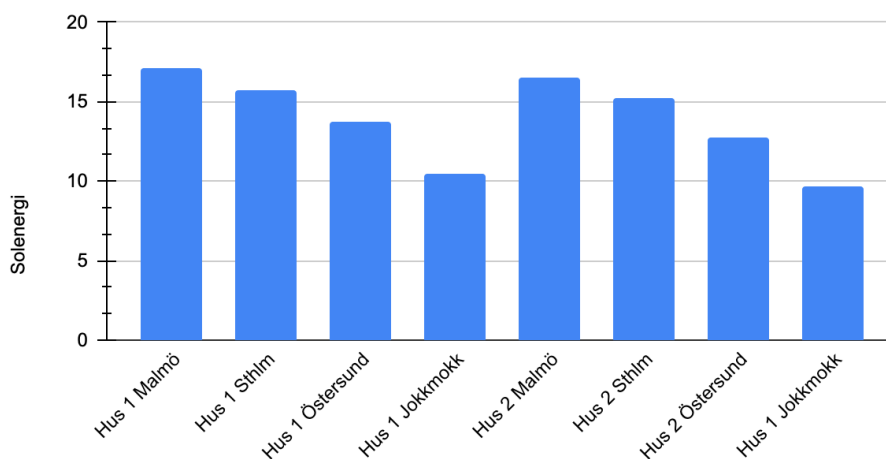
Att byta fönster och dörrar visade sig vara mer procentuellt fördelaktigt för alternativ 1 av 50-tals typhusen än för alternativ 2. Fönster- och dörrbyte visade sig, för alternativ 1, ge en större energibesparing än såväl tilläggsisolering av fasad som tilläggsisolering av vindsbjälklaget. Tilläggsisolering av fasaden är mer effektivt för alternativ 2, medan byte av fönster och dörr ger större besparing än att tilläggsisolera vindsbjälklaget för alternativ 2. Det finns en liten procentuell skillnad som visar att det är något mer befogat att byta fönster ju längre norrut man bor.

Resultatet visar att installation av ett mekaniskt frånluftssystem i kombination med en frånluftsvärmepump, ger den största förbättringen avseende

värmeförsörjningen oberoende av hus och ort. Det ska dock poängteras att det ger allra störst procentuell effekt i söder och att den procentuella energibesparingen minskar ju längre norrut man bor.

Åtgärderna i kombination, som benämns helrenovering, påverkar varandras effektivitet. Att genomföra alla dessa energieffektiviserande åtgärder tillsammans, ger störst effekt i söder och minskar successivt ju längre norrut man bor. Resultatet visar även att det, för alternativ 2 av 50-tals typhusen, är mer befogat att genomföra dessa energieffektiviserande åtgärder i kombination då det ger större energibesparing, både sett till kWh/m² och år och procentuell minskning, jämfört med för alternativ 1.

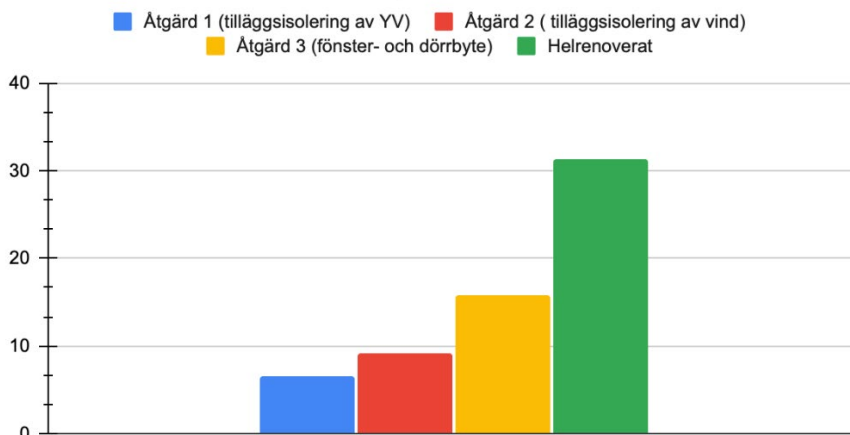
Procentuell minskning av värmeförsörjningen till följd av på tomten producerad solenergi för 50-tals hus 1 och 2



Figur 7.15 Diagram över den procentuella minskningen av värmeförsörjningen vid användning av egenproducerad solenergi för 50-talshus 1 och 2 i samtliga orter

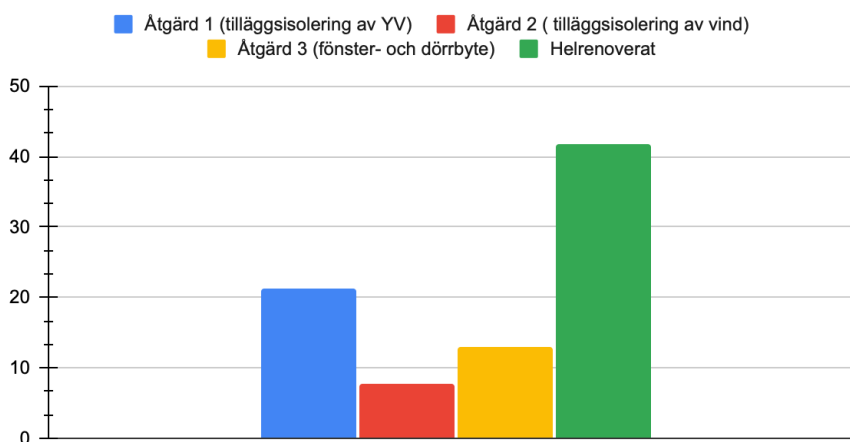
I figur 7.15 presenteras den procentuella minskningen som egenproducerad solenergi, via solceller och solfångare, ger upphov till genom att denna mängd energi ger upphov till en reducering av den köpta energimängden. Solenergi visade sig ha störst påverkan för alternativ 1 av 50-tals typhusen samt vara mest fördelaktigt ju längre söderut man bor.

Procentuell minskning av U-medelvärdet för 50-tals hus 1 vid införande av de olika åtgärderna



Figur 7.16 Diagram över den procentuella minskningen av U-medelvärdet vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 1

Procentuell minskning av U-medelvärdet för 50-tals hus 2 vid införande av de olika åtgärderna



Figur 7.17 Diagram över den procentuella minskningen av U-medelvärdet vid förbättringsåtgärder för 50-talshus 2

I figur 7.16 och 7.17 ovan framgår hur U-medelvärdet påverkas av de olika förbättringsåtgärderna kopplade till ett förändrat klimatskal. För U-medelvärdet har fönster- och dörrbyte störst påverkan av åtgärderna för typhus enligt alternativ 1, medan tilläggsisolering av yttervägg har betydligt bättre resultat och större påverkan på U-medelvärdet för typhus enligt alternativ 2.

7.3 Lönsamhet och återbetalning

Tabell 7.3.1 Sammanställning av besparing, investeringskostnad och återbetalningstid för åtgärderna för 50-talshus enligt alternativ 1.

50-tals hus enligt alternativ 1						
Malmö	Åtgärd 1	Åtgärd 2	Åtgärd 3	Åtgärd 4	Helrenovering	Solenergi
Besparing elkostnad (kr/år)	1 499	1 572	2 636	10 188	14 277	9 049
Besparing på 10 år (kr)	14 990	15 717	26 362	101 880	142 771	90 486
Besparing på 30 år (kr)	44 971	47 151	79 085	305 641	428 313	271 459
Investeringskostnad (kr)	110 366	70 386	171 090	124 250	485 473	225 400
Återbetalningstid (år)	74	45	65	12	34	25
Stockholm						
Besparing elkostnad (kr/år)	1 450	1 512	2 579	9 066	14 577	8 493
Besparing på 10 år (kr)	14 496	15 121	25 789	90 665	145 766	84 933
Besparing på 30 år (kr)	43 488	45 362	77 362	271 995	437 298	254 800
Investeringskostnad (kr)	110 366	70 386	171 090	124 250	485 473	225 400
Återbetalningstid (år)	76	47	66	14	33	27
Östersund						
Besparing elkostnad (kr/år)	1 140	1 730	3 084	9 176	14 499	6428
Besparing på 10 år (kr)	11 397	17 304	30 841	9 176	144 986	64 275
Besparing på 30 år (kr)	34 191	51 912	92 525	91 761	434 957	192 825
Investeringskostnad (kr)	110 366	70 386	171 090	124 250	485 473	225 400

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Återbetalningstid (år)	97	41	55	14	33	35
Jokkmokk						
Besparing elkostnad (kr/år)	1 276	1 926	3 526	8 893	15 108	6 602
Besparing på 10 år (kr)	12 757	19 261	35 256	88 926	151 078	66 024
Besparing på 30 år (kr)	38 272	57 783	105 767	266 779	43 234	198 071
Investeringskostnad (kr)	110 366	70 386	171 090	124 250	485 473	225 400
Återbetalningstid (år)	87	37	49	14	32	34

Tabell 7.3.2 Sammanställning av besparing, investeringskostnad och återbetalningstid för åtgärderna för 50-talshus enligt alternativ 2.

50-tals hus enligt alternativ 2						
Malmö	Åtgärd 1	Åtgärd 2	Åtgärd 3	Åtgärd 4	Helrenovering	Solenergi
Besparing elkostnad (kr/år)	5 982	2 199	3 858	15 894	25 663	10 386
Besparing på 10 år (kr)	59 819	21 985	38 577	158 940	256 634	103 863
Besparing på 30 år (kr)	179 457	65 956	115 730	476 819	769 903	311 589
Investeringskostnad (kr)	118 703	70 386	171 090	124 250	493 810	225 400
Återbetalningstid (år)	20	32	44	8	19	22
Stockholm						
Besparing elkostnad (kr/år)	5 785	2 114	3 783	14 067	24 075	9 777
Besparing på 10 år (kr)	57 848	21 137	37 834	140 671	240 750	97 777
Besparing på 30 år (kr)	173 545	63 410	113 501	422 012	722 249	293 331
Investeringskostnad (kr)	118 703	70 386	171 090	124 250	493 810	225 400

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Återbetalningstid (år)	21	33	45	9	21	23
Östersund						
Besparing elkostnad (kr/år)	4 542	1 643	3 083	9 496	18 020	7 282
Besparing på 10 år (kr)	45 425	16 426	30 831	94 955	180 197	72 817
Besparing på 30 år (kr)	136 274	49 277	92 493	284 866	540 592	218 450
Investeringskostnad (kr)	118 703	70 386	171 090	124 250	493 810	225 400
Återbetalningstid [år]	26	43	55	13	27	31
Jokkmokk						
Besparing elkostnad (kr/år)	5 083	1 828	3 527	9 182	19 039	7 491
Besparing på 10 år (kr)	50 830	18 280	35 266	91 821	190 394	74 910
Besparing på 30 år (kr)	152 489	54 839	105 798	275 463	571 182	224 729
Investeringskostnad (kr)	118 703	70 386	171 090	124 250	493 810	225 400
Återbetalningstid (år)	23	39	49	14	26	30

Tabell 7.3.3 Sammanställning av besparing, investeringskostnad och återbetalningstid för nybyggt hus enligt 50-tals utformning samt för nybyggt hus enligt dagens utformning. Besparingen beräknas utifrån ett medelvärde av basfallen för vardera ort för de två 50-talshusen.

Malmö	Nybyggt hus enligt 50-tals utformning (med källare)	Nybyggt hus enligt dagens utformning
Besparing elkostnad (kr/år)	28 661	28 498
Besparing på 10 år (kr)	286 612	284 981
Besparing på 30 år (kr)	859 834	854 943

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Investeringskostnad (kr)	4 441 250	4 531 250
Återbetalningstid (år)	155	159
Stockholm	Nybyggt hus enligt 50-tals utformning (med källare)	Nybyggt hus enligt dagens utformning
Besparing elkostnad (kr/år)	27 726	27 537
Besparing på 10 år (kr)	277 263	275 369
Besparing på 30 år (kr)	831 789	826 108
Investeringskostnad (kr)	4 441 250	4 531 250
Återbetalningstid (år)	161	165
Östersund	Nybyggt hus enligt 50-tals utformning (med källare)	Nybyggt hus enligt dagens utformning
Besparing elkostnad (kr/år)	21 833	21 602
Besparing på 10 år (kr)	218 327	216 022
Besparing på 30 år (kr)	654 981	648 066
Investeringskostnad (kr)	4 441 250	4 531 250
Återbetalningstid (år)	203	210
Jokkmokk	Nybyggt hus enligt 50-tals utformning (med källare)	Nybyggt hus enligt dagens utformning
Besparing elkostnad (kr/år)	24 183	23 782
Besparing på 10 år (kr)	241 827	237 820
Besparing på 30 år (kr)	725 480	713 461

50-talshus: renovera eller bygga nytt?

Investeringskostnad (kr)	4 441 250	4 531 250
Återbetalningstid (år)	184	191

Resultat vad gäller lönsamheten och återbetalningstid visas i tabell 7.3.1-7.3.4 och är beroende av elpriset. Till följd av stor variation av elpriserna, kan lönsamheten skilja från detta resultat. För 50-talshus enligt alternativ 1 är ordningsföljden för återbetalningstiden av åtgärderna likadan över alla orterna. Återbetalningstiden för åtgärd 4 är kortast av åtgärderna i alla städer. Därefter visar sig åtgärd 2 ge näst snabbast återbetalning. Helrenovering återbetalas fortast i Jokkmokk, medan solenergi återbetalas klart snabbast i Malmö, följt av Stockholm.

För 50-talshus enligt alternativ 2 är ordningsföljden för åtgärder densamma genomgående, oavsett ort. Åtgärd 4 ger, bland åtgärderna, snabbast återbetalningstid, men denna varierar en hel del beroende på ort. Mellan alternativ 1 och 2 skiljer ordningsföljden för åtgärderna. Åtgärd 1 för alternativ 2 återbetalas i vissa städer 4 gånger så snabbt som för alternativ 1, samtidigt som åtgärd 3 återbetalas klart snabbare i Malmö och Stockholm för detta alternativ kontra alternativ 1. Även åtgärd 2 återbetalas, i Malmö och Stockholm, klart snabbare än för alternativ 1. Helrenovering återbetalas betydligt snabbare i Malmö och Stockholm för detta alternativ 2, samtidigt som återbetalningstiden i Östersund och Jokkmokk är mindre förändrad. Återigen återbetalas solenergin bäst i Malmö och Stockholm.

Att bygga nytt visar sig sett ur denna undersökning inte ge några direkta fördelar ur ett ekonomiskt perspektiv gällande energibesparingen. Återbetalningstiden visar sig vara ganska lik mellan de två nybyggda typhusen, samtidigt som orterna påverkar en hel del. Nybyggnad är klart minst fördelaktigt i Östersund och återbetalningstiden skiljer hela 50 år mellan Malmö och Östersund för de båda husen.

Vad gäller åtgärder som potentiellt höjer husets försäljnings- och marknadsvärde har ingen hänsyn tagits i tabellen. Det kan till synes verka missledande, men eftersom detta gäller sett över alla typhus är det en avgränsning som görs då det är många parametrar som spelar in, exempelvis läget, orten, tomtstorlek med mera. Detta innebär att återbetalningstiden inte överensstämmer med det verkliga fallet vid händelse av försäljning.

8. Diskussion och slutsats

Detta kapitel behandlar huruvida de energieffektiviserande åtgärderna är bra val i bemärkelse lönsamhet ur ett klimat- och ekonomiskt perspektiv i förhållande till konstruktion och ort samt jämföra detta med alternativet att bygga nytt.

8.1 Diskussion

Det kan utefter resultatet konstateras att hus med liknande förutsättningar som ska energioptimeras, påverkas olika mycket av åtgärderna beroende på ort. Det säger sig självt att ett hus med dåligt isolerade väggar ger en större energiförlust i Jokkmokk än vad samma hus hade gett i Malmö.

Det kan utefter årsmedeltemperaturen för de olika orterna anses vara rimligt att resultaten för ursprungsfallet för 50-tals typhusen ser ut som de gör, då årsmedeltemperaturen för Malmö, Stockholm, Östersund och Jokkmokk är 9,2° C, 7° C, 4° C respektive -1° C (SMHI, 2021). Förändringen av resultaten, sett till värmeförsörjning, för de olika orterna bör därmed vara jämförbar med årsmedeltemperaturen för respektive ort. Den procentuella minskningen av värmeförsörjningen stämmer väl överens mellan orterna för vardera åtgärd. Däremot observeras att den procentuella förändringen för åtgärder som innefattar åtgärd 4, mekanisk frånluft med frånluftsvärmepump, avtar ju mer norrut i landet som orten ligger, oavsett om man kollar till typhus 1 eller 2. Det syns som en liten avtrappning i procentuell minskning från Malmö i söder till Jokkmokk i norr, där man kan konstatera att över 15 procentenheter skiljer mellan åtgärd 4 för dessa två orter för de båda typhusen samtidigt som 12-14 procentenheter skiljer för helrenovering.

Ordningsföljden för de olika enskilda åtgärderna för 50-talshuset med träregelstomme innebär att åtgärd 4 har störst inverkan och fönster- och dörrbyte kommer därpå. Eftersom huset med träregelstomme i sitt ursprung har isolering, dock i sammanhanget ganska tunn, erhålls en blygsam, men fortfarande betydlig förändring för tilläggsisolering av ytterväggarna. Ordningsföljden för åtgärderna följs åt mellan orterna, men för 50-talshuset med lättbetongstomme skiljer resultaten en hel del. För hus enligt alternativ 2, bestående av lättbetongstomme, har tilläggsisolering istället betydligt större påverkan till följd av att dessa ytterväggar, i sitt ursprung, isolerar klart sämre. Isoleringmaterial saknas, men lättbetongen isolerar en liten del, dock inte i samma utsträckning som isoleringen i typhus 1. Värt att poängtera är också att denna tilläggsisolering innebär ett tjockare lager jämfört med tilläggsisolering för alternativ 1 med träregelstomme och att det därför blir en procentuell skillnad är inte oväntat. Isolering av vindsbjälklaget visar sig inte ha samma påverkan på alternativ 2, även om den procentuella minskningen av värmeförsörjningen inte skiljer allt för mycket, vilket kan grunda sig i den, i ursprung, högre värmeförsörjningen för basfallet som ligger strax

över 300- för alternativ 2 jämfört med omkring 260 kWh/m² och år för alternativ 1. Ytterväggskonstruktion har troligtvis stor betydelse för det. Fönster- och dörrbyte har också denna åtgärd en mindre procentuell minskning av värmeförsörjningen för alternativ 2 jämfört med för alternativ 1. Även denna, lite lägre, procentuella minskning grundar sig troligtvis i samma orsak som för tilläggsisolering av vindbjälklaget. Helrenovering visar sig ha stor påverkan för både typhuset, där lättbetongstomme får en större procentuell minskning kontra träregelstomme, medan installation av mekanisk frånluft med frånluftsvärmepump har mindre påverkan för alternativ 2 jämfört med alternativ 1. Detta antas grunda sig i påverkan från klimatskalet, som är betydligt sämre gällande alternativ 2, och förbättring av detta bör ses som en ansenlig förändring.

Utifrån undersökningen av 50-talshus i Lunds stadsarkiv kan mycket av litteraturstudien bekräftas. Det teorin har framställt som karaktäriserande för 50-talshus har bekräftats av en överrepresentation hos verkliga fall. Dock skall poängteras att ett drygt tiotal olika småhus, byggda under- och kring 50-talet, har undersökts, vilket inte kan generalisera dåtidens byggnader i helhet, men likväl ge en bra indikation. Dessutom har enbart byggnader i Lund undersökts. Viss variation, även om mycket är byggt enligt dåtidens standard, lär nog förekomma, speciellt för hus byggda med annan geografisk placering.

Vid förbättringsåtgärder av klimatskalet syns det tydliga skillnader mellan resultaten för hus alternativ 1 och 2, det vill säga 50-tals typhuset med träregelstomme respektive lättbetongstomme. Totala U-med minskar drygt 30% respektive 40% för alternativ 1 och 2. Detta för att åtgärderna på klimatskalet får större procentuell påverkan ju sämre utgångsläget är.

Installation av ett mekaniskt frånluftssystem samt frånluftsvärmepump genererade störst energibesparing sett över alla 4 orter och konstruktioner. Att installera solceller och solfångare genererar störst påverkan i söder och gav då en procentuell minskning med cirka 16-17% av värmeförsörjningen. Eftersom hus från 50-talet i stort sett uppvärmdes uteslutande av vattenburna system är solfångare en bra bonus för dem som vill investera i förnybar energi. Resultatet visar att detta inte blir gynnsamt för de som bor i norra delarna av Sverige då den generella uppskattade levnadstiden för anläggningarna inte är längre än återbetalningstiden.

Att bygga nytt resulterade i en lång återbetalningstid. Dock ska det poängteras att energibesparing sannolikt inte vanligtvis är den entydiga anledningen till nybyggnation. Vid nybyggnation kan exempelvis minskad risk för fuktskador erhållas. Andra faktorer som otäthet och byggnadsdelars livslängd skiljer också mycket mellan renovering och nybyggnad.

Denna studie har endast tagit hänsyn till om respektive åtgärd utförs av fackmässiga hantverkare och inte ifall man hade utfört arbetet själv. Att utföra arbetet själv innebär

en rejäl prisreduktion och därför är resultatet inte tillämpligt för de som planerar att utföra energieffektiviserande renoveringsåtgärder på egen hand.

Till följd av senaste årens variation av elpriserna, användes ett 5-års medelvärde för att förhoppningsvis ge en bra indikation på huruvida åtgärderna är lönsamma. Med elpriser som överstiger detta medelvärde kommer återbetalningstiden att minska. Att räkna med en period med elpriser enligt år 2022, kommer därför att innebära att återbetalningstiden för samtliga åtgärder inte är lika lång. Samtidigt kommer en minskning av elpriser resultera i en förlängd återbetalningstid. Den årsperioden som vi valt innehåller såväl väldigt höga kostnader, som lite lägre, men framför allt ett medelvärde som vi kände var relevant sett till dagens priser. Framtidens priser är givetvis svårt, om inte omöjligt, att förutspå.

Därtill, att vi använt oss av priser från Byggstart.se som källa till arbetskostnad medför ju givetvis en viss osäkerhet. Att enbart en hustillverkare tillfrågades gällande deras pris för nybyggnation innebär ju också stora osäkerheter. En tillverkare behöver inte nödvändigtvis vara ett riktvärde för en generell prissättning, men det kan åtminstone ge en indikation.

8.2 Slutsats

För att ta reda på om en energieffektiviserande renovering av ett 50-talshus är mer lönsamt än att bygga ett nytt småhus krävs en noggrann jämförelse av resultaten. Denna jämförelse är ungefärlig och kan variera en del beroende på förutsättningar. Däribland påverkar ort, skick på 50-talshuset, tomtpriser, markförhållanden, husleverantörer och liknande.

Efter denna studie går det att dra slutsatsen att det nästan alltid kommer vara billigare att renovera ett befintligt 50-talshus än att bygga ett nytt, detta även när samma krav ställs med avseende på luftkvaliteten inomhus och levnadssätt.

Det studien har kommit fram till är vilka renoveringsåtgärder som påverkar värmeförsörjningsbehovet mest och resultatet visar att detta är oberoende av ort, men beroende på basfall. För solenergi beror dock resultaten på ort. Vissa åtgärder visade sig ha stor påverkan sett över alla orter och ger då ett generellt resultat för den som inte vill lägga tid på att undersöka huset i frågas utgångsfall.

Viktigt att poängtera och upplysa om, är kvoten mellan fönster- och golvarea. En faktor som man bör tänka på både gällande detta resultat och vid eventuellt eget beslut vid

renovering eller nybyggnad. I denna undersökning har inte samma kvot används mellan de olika typhusen, det vill säga nybyggt enligt dagens standard och dåtidens. För de båda 50-tals husen samt den raka jämförelsen har samma kvot används. Fönster har en stor påverkan på de värmeförluster som sker till följd av dess betydligt sämre U-värde än övriga konstruktionsdelar. Om samma kvot hade använts, hade det nybyggda enligt dagens standard krävt en mindre värmeförsörjning än det nybyggda enligt dåtidens utformning, vilket inte är fallet i erhållet resultat.

För att genomföra en enskild åtgärd är det viktigt att undersöka vilka förutsättningar som föreligger för det enskilda fallet. Det som innebär bäst resultat i dessa undersökningar, behöver inte nödvändigtvis stämma överens med bästa resultat för andra hus som är byggda på ett olik sätt. Att ta reda på vad som innebär de största värmeförlusterna för ens egen bostad kan därför vara avgörande för att erhålla ett bra resultat. Gör man istället en helhetsrenovering, kan det resultera i bra resultat trots att konstruktionen inte stämmer överens med de undersökta, detta på grund av att någon av åtgärderna är behövliga. Vissa av åtgärderna kan då väga upp mot ett sämre val av en annan åtgärd.

I övrigt har denna studien visat att en undersökning av utgångsläget är det första steget i en lyckad energieffektiviserande renovering. Det andra steget är att minimera energiförluster genom att förbättra klimatskalet. I kombination med dessa förbättringsåtgärder på klimatskalet krävs det installation av ett ventilationssystem. I denna studie valdes ett kombinerat system, nämligen ett FVP-system där den mekaniska ventilationen gör att inomhusluften håller god kvalitet då luften filtreras medan frånluftsvärmepumpen återvinner värmen i frånluften. För ett optimalt resultat av en energieffektiviserande helrenovering kan slutligen solenergi användas, om så önskas, för att minska värmeförsörjningen ytterligare. Denna studie visade att solenergi gör mer nytta ju längre söderut man bor. I norr är det inte säkert att det överhuvudtaget är lönsamt då återbetalningstiden är lång och anläggningarnas uppskattade livslängd inte nödvändigtvis är längre. I söder, där det visade sig vara förmånligt med solenergi, kan huset i fråga helt eller till viss del drivas på el från egen anläggning.

Ifall man endast tänker på det ekonomiska perspektivet, sett till energibesparing, är det mer gynnsamt att renovera jämfört med att bygga nytt. Dock togs denna slutsats fram utan hänsyn till potentiella problem som det kan innebära att riva, demontera och renovera, exempelvis asbest-sanering. Liknande resonemang hade även kunnat göras med avseende på att bygga nytt då markförhållanden och extrakostnad för olika tillval och liknande heller inte har tagits någon hänsyn till. En fördel med att bygga nytt är att de ingående bygghedlarnas/komponenternas livslängd bör vara någorlunda lätt att antingen beräkna eller på något annat vis ta reda på. För hel- eller delvis renoverade hus blir dessa beräkningar inte lika tillförlitliga. Ytterligare en aspekt som inte har tagits hänsyn till är förbättringsåtgärdernas påverkan på husens värde. Att renovera korrekt höjer i nästan alla fall värdet på huset och därmed kan vissa energieffektiviserande åtgärder även vara försvarbara med det i åtanke. Det är omöjligt att säga hur mycket respektive åtgärd hade påverkat husens värde, detta då det till stor del styrs av läge, ort

och tomten i övrigt. Även försäljningsvärdet för de nybyggda typhusen har heller inte belysts, detta av samma anledning. Dessa resultat är känsliga för val av elpris och variation i elpriserna skulle givetvis komma att påverka avbetalningstiden för de olika fallen. Hursomhelst, kommer inte en variation för elpriser ge upphov till en annorlunda ordningsföljd av resultaten, men påverkar beräkningstiden.

Referenser

Källförteckning:

Andersson, C. o.a., 2009. *Att tilläggsisolera hus - fakta, fördelar och fallgropar*, u.o.: Kommunförbundet Stockholms Län (KSL).

Anon., u.d. [Online].

Anticimex, 2023. *När var du uppe på vinden senast?*. [Online]
Available at: <https://www.anticimex.se/nyhetsrum/nar-var-du-uppe-pa-vinden-senast/>
[Använd 29 03 2024].

Arbetsmiljöverket, 2020. *Asbest*. [Online]
Available at: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/asbest/>
[Använd 20 04 2024].

Beijer, 2022. *Energiushållningskrav - Vad innebär det?*. [Online]
Available at: <https://www.beijerbygg.se/privat/sv/energiushallningskrav---vad-innebar-det-energiushallningskrav---vad-innebar-det->
[Använd 29 03 2024].

Bertillson, E. & Zandi, K., 2023. *Undersökning av hur brukarbeteenden påverkar energianvändningen i flerbostadshus med FTX-ventilation*, Lund: Lunds Universitet.

Bixia, 2023. *En viktig del av energiomställningen*. [Online]
Available at: <https://www.bixia.se/energi-i-fokus/vindkraft---en-viktig-del-av-energiomstallningen>
[Använd 21 02 2024].

Boverket, 2020. *Bostadsbestånd och boendeförhållanden*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/kommunernas-bostadsforsorjning/underlag-for-bostadsforsorjningen/efterfragan-pa-bostader/bostadsbestand-och-boendeforhallanden/>
[Använd 20 04 2024].

Boverket, 2020. *Boverkets författningssamling, BFS 2020:4*, u.o.: Yvonne Svensson.

Boverket, 2022. *Inomhusmiljöer med hälsosamt klimat*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/halsa-forst/inomhusmiljoer/>
[Använd 06 04 2024].

Boverket, 2022. *Primärenergital och byggnadens energiprestanda*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/energiushallningskrav/primarenergital-och-byggnadens-energi-prestanda/>
[Använd 11 03 2024].

Boverket, 2023. *Gröna bolån*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/grona-bolan/>
[Använd 16 Mars 2024].

Boverket, 2023. *Gröna bolån*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/grona-bolan/>
[Använd 06 04 2024].

- Boverket, 2024. *Bygg- och fastighetssektorns energianvändning uppdelat på förnybar energi, fossil energi och kärnkraft.* [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/energianvandning/>
[Använd 15 Mars 2024].
- Boverket, 2024. *Miljöindikatorer - aktuell status.* [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/>
[Använd 6 Mars 2024].
- Boverket, 2024. *Miljöindikatorer - aktuell status.* [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/>
[Använd 05 04 2024].
- Boverket, 2024. *Termiskt klimat.* [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/termiskt-klimat/>
[Använd 06 04 2024].
- Boverket, 2024. *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn.* [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>
[Använd 6 Mars 2024].
- Boverket, 2024. *Vad är en ändring.* [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/andring-av-byggnader/vad-ar-en-andring/>
[Använd 10 Mars 2024].
- Byggföretagen, 2024. *Byggkostnader.* [Online]
Available at: <https://byggforetagen.se/statistik/byggkostnader/>
[Använd 19 04 2024].
- Byggmax, nd. *Byggmax först med att sälja hantverkstjänster till fast pris på webben.* [Online]
Available at: <https://om.byggmax.se/sv/press/byggmax-forst-med-att-salja-hantverkstjanster-till-fast-pris-pa-webben>
[Använd 02 05 2024].
- Byggnadsarbetaren, 2022. *Galna prisutvecklingen i bygghandeln - det sticker ut mest.* [Online]
Available at: <https://www.byggnadsarbetaren.se/galna-prisutvecklingen-i-bygghandeln-vara-for-vara/>
[Använd 20 04 2024].
- Byggstart, ND. *Pris, Priser.* [Online]
Available at: <https://www.byggstart.se/pris>
[Använd 25 04 2024].
- Ecokraft, 2021. *Hur mycket solceller behöver man?.* [Online]
Available at: <https://www.ecokraft.se/artiklar/hur-mycket-solceller-behover-man>
[Använd 26 04 2024].
- Ekobyggportalen, ND. *Grund.* [Online]
Available at: <https://ekobyggportalen.se/husets-delar/grund-betongfri-cellplastfri-och->

[naturanpassad/#read-more](#)

[Använd 20 Mars 2024].

Ekstrands, 2010. *U-värde på fönster! Vad är optimalt?*. [Online]
Available at: <http://dorrarochfonster.se/2010/03/u-varde-pa-fonster-vad-ar-optimalt/>

[Använd 11 04 2024].

Energimarknadsinspektionen, 2023. *Minska din elanvändning*. [Online]
Available at: <https://ei.se/konsument/el/flytta-och-minska-din-elanvandning/minska-din-elanvandning>

[Använd 27 02 2024].

Energimyndigheten, 2017. *Energistatistik för småhus 2016*. [Online].

Energimyndigheten, 2022. *Isolering ovh tilläggsisolering*. [Online]
Available at: <https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---fordig-som-vill-energieffektivisera-ditt/minska-behovet-av-varme-och-varmvatten/tillaggsisolering/>

[Använd 27 02 2024].

Energimyndigheten, 2023. *Forskning och innovation - Solenergi*. [Online]
Available at: <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/forskning/elsystem/solenergi/>

[Använd 21 02 2024].

Energimyndigheten, 2023. *Husguiden - För dig som vill energieffektivisera*. [Online]
Available at: <https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---fordig-som-vill-energieffektivisera-ditt/borja-med-energismarta-vanor/>

[Använd 24 02 2024].

Energimyndigheten, 2024. *Har mitt hus rätt förutsättningar?*. [Online]
Available at: <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/soleportalen/har-mitt-hus-ratt-forutsattningar/det-har-ingar-i-en-solcellsanlaggning/>

[Använd 02 03 2024].

fönster, M., nd. *Hur mäter man fönster?*. [Online]
Available at: <https://www.mentafonster.se/mata-fonster>

[Använd 02 05 2024].

försäkringar, I., 2020. *Livslängd hus - så länge håller olika delar*. [Online]
Available at: <https://www.icaforsakring.se/tips-rad/hus-och-hem/sa-lang-livslangd-harde-olika-delarna-i-ditt-hus/?dref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

[Använd 20 04 2024].

FN, ND. *Agenda 2030 och de globala målen för hållbar utveckling*. [Online]
Available at: <https://fn.se/vi-gor/vi-utbildar-och-informerar/fn-info/vad-gor-fn/fns-arbete-for-utveckling-och-fattigdomsbekampning/agenda2030-och-de-globala-malen/>

[Använd 5 Mars 2024].

Göteborgs-Posten, 2012. *Eternit - en fasad att bevara*. [Online]
Available at: <https://www.gp.se/livsstil/bostad/eternit-en-fasad-att-bevara.4859da21-a02f-4074-b4bb-f42a74fd15d0>

[Använd 20 04 2024].

Hemsol, 2023. *Hur mycket solceller behöver man: Dimensionering & storlek*. [Online]
Available at: <https://hemsol.se/solceller/hur-mycket-behover-man/>

[Använd 26 04 2024].

Hemsol, 2024. *Mikroproduktion av el: Regler & krav för mikroproducenter 2024*. [Online]

- Available at: <https://hemsol.se/solceller/mikroproducent-el/>
 [Använd 27 04 2024].
 Hemsol, 2024. *Producera egen el.* [Online]
 Available at: <https://hemsol.se/solceller/producera-egen-el/>
 [Använd 5 03 2024].
 Historiska hem, ND. *50-talshus - Historia och kännetecken.* [Online]
 Available at: <https://historiskahem.se/50-talshus/>
 [Använd 20 Mars 2024].
 HUSEN, L. T. S. B. V., u.d. *Så Byggdes Villan.* u.o.:u.n.
 Husgrunder, 2018. *Bygga hus med källare.* [Online]
 Available at: <https://www.husgrunder.com/bygga/bygga-hus-med-kallare/#byggakallare-kostnad>
 [Använd 10 04 2024].
 Isover, ND. *1950-talshusets förutsättningar och potential.* [Online]
 Available at: <https://www.isover.se/renovering-smahus/1950/1950-talshusets-forutsattningar-och-potential#renovering>
 [Använd 19 Mars 2024].
 Kraft, S., 2024. *Historiska elpriser.* [Online]
 Available at: <https://www.skekraft.se/privat/elavtal/historiska-elpriser/>
 [Använd 20 04 2024].
 Leksandsdörren, 2023. *Energivärde.* [Online]
 Available at: <https://www.leksandsdorren.se/kunskapsbank/energivarde/>
 [Använd 12 04 2024].
 Majeed, S. & Shabo, M., 2018. *Köldbryggors effekt på byggnadens klimatskal och energianvändning*, Eskilstuna: Mälardalens Högskola.
 Manito, D. & Wästlund, L., 2015. *Utvärdering av fasadmateriäl*, Karlstad: Karlstad Universitet.
 Miramix, 2023. *Asbestsanering.* [Online]
 Available at: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/asbest/>
 [Använd 20 04 2024].
 Museum, V., 2021. *Fönstrets historia & varför du bör renovera dina gamla fönster.* [Online]
 Available at: <https://vnmuseum.se/fonstrets-historia-varfor-du-bor-renovera-dina-gamla-fonster/>
 [Använd 12 04 2024].
 Naturskyddsföreningen, 2021. *Hur fungerar vattenkraft?.* [Online]
 Available at: <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hur-fungerar-vattenkraft/>
 [Använd 25 02 2024].
 Polarpumpen, 2023. *Nybyggnation - Uppvärmning och ventilation.* [Online]
 Available at: <https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/olika-hus/byggnadsar/nybyggnation/>
 [Använd 10 04 2024].
 Polarpumpen, 2023. *Säkring och huvudsäkring.* [Online]
 Available at: <https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/energibesparing-hemma/el-i-hemmet/sa-fungerar-el-i-hemmet/sakring-och-huvudsakring/>
 [Använd 26 04 2024].

Polarpumpen, ND. *50-talshus - Uppvärmning och ventilation*. [Online]
Available at: <https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/olika-hus/byggnadsar/50-talshus/>

[Använd 18 Mars 2024].

Polarpumpen, nd. *Kostnad och investering frånluftsvärmepump*. [Online]
Available at: <https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/varmepump-kunskapsbank/franluftsvarmepump-och-investering/valja-franluftsvarmepump/rakna-pa-franluftsvarmepump/kostnad-och-investering/>

[Använd 02 05 2024].

Polarpumpen, ND. *Olika ventilationssystem*. [Online]
Available at: <https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/inomhusklimat/ventilation/ventilationsteknik-och-olika-ventilationssystem/olika-ventilationssystem/>

[Använd 25 Mars 2024].

Regeringskansliet, 2022. *Globala målen för hållbar utveckling*. [Online]
Available at: <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/>

[Använd 5 Mars 2024].

SCB, 2022. *Var tid har sin inflation*. [Online]
Available at: <https://www.scb.se/hitta-statistik/redaktionellt/var-tid-har-sin-inflation/>

[Använd 19 04 2024].

SCB, 2023. *Elektricitet i Sverige*. [Online]
Available at: <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/elektricitet-i-sverige/>

[Använd 21 02 2024].

SCB, 2023. *Genomsnittligt byggnadspris per kvm bostadsarea för gruppbyggda småhus. År 1949-2022. Riket*. [Online]
Available at: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/byggnadskostnader/priser-for-nyproducerade-bostader/pong/tabell-och-diagram/genomsnittligt-byggnadspris-per-kvm-bostadsarea-for-gruppbyggda-smahus.-ar-1949-2022.-riket>

[Använd 20 04 2024].

Skatteverket, 2024. *Mikroproduktion av förnybar el*. [Online]
Available at: <https://skatteverket.se/privat/fastigheterochbostad/mikroproduktionavfornybarelprivatbostad.4.12815e4f14a62bc048f41a7.html>

[Använd 02 03 2024].

SMHI, 2021. *Normalperioden 1991-2020*. [Online]
Available at: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/normaler/normalperioden-1991-2020-1.166930>

[Använd 02 05 2024].

Solcellskollen, 2024. *Vilken lutning och väderstreck är bäst för solceller?*. [Online]
Available at: <https://www.solcellskollen.se/vanliga-fragor/vilken-lutning-och-vaderstreck-ar-bast-for-solceller>

[Använd 08 04 2024].

- Statistikdatabasen, 2022. [Online]
Available at: www.statistikdatabasen.scb.se
[Använd 18 03 2024].
- Svenskt trä, Träguiden, 2020. *Tak - form, material och konstruktion*. [Online]
Available at: <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/stomkomplettering/tak/form-material-och-konstruktion/>
[Använd 25 Mars 2024].
- Svenskt trä, Träguiden, 2021. *Ytterväggar*. [Online]
Available at: <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/stomme/vaggar/yttervaggar/>
[Använd 25 Mars 2024].
- Svenskt Trä, ND. *Småhus och flervåningshus*. [Online]
Available at: <https://www.svensktra.se/bygg-med-tra/byggande/olika-trakonstruktioner/smahus-och-flervaningshus/>
[Använd 18 Mars 2024].
- Thermia, ND. *Solenergi ur mark och luft*. [Online]
Available at: <https://www.thermia.se/varmepump-kunskap/hur-fungerar-en-varmepump/varmepump-solenergi/#:~:text=En%20bergvarmepump%20använder%20den%20solenergi,som%20sänkts%20ner%20i%20hållet>
[Använd 22 Mars 2024].
- Thermia, nd. *Solenergi ur marken och luften*. [Online]
Available at: <https://www.thermia.se/varmepump-kunskap/hur-fungerar-en-varmepump/varmepump-solenergi/#:~:text=En%20bergvarmepump%20använder%20den%20solenergi,som%20sänkts%20ner%20i%20hållet>
[Använd 12 03 2024].
- Warfvinge, C. & Dahlblom, M., 2010. *Projektering av VVS-installationer*. 1:19 red. Lund: Studentlitteratur.
- Vattenfall, 2020. *Välj rätt värmekälla - expertens tips*. [Online]
Available at: <https://www.vattenfall.se/fokus/tips-rad/olika-varmekallor/>
[Använd 25 Mars 2024].
- ventilation, A., nd. *Mekanisk frånluft*. [Online]
Available at: <https://aerius.se/tjanster/mechanisk-franluft/>
[Använd 02 05 2024].