

Beställt av  
Energimyndigheten

Utfört av  
Maria Haegermark, Alexander Gerdin, Åsa Wahlström  
CIT Renergy

Datum  
2023-02-03



# Energieffektivisering av typsmåhus

Information till energi- och  
klimatrådgivning

## Förord

Föreliggande rapport har tagits fram av CIT Renergy på uppdrag av Energimyndigheten och avser att fram underlag som kan stödja arbetet för energi- och klimatrådgivare. Uppdraget omfattar att visa på goda exempel på energieffektivisering av typiska småhus. I arbetet identifierades först representativa småhus som ofta har en dålig energiprestanda. Detta resulterade i fyra vanligt förekommande typer av småhus vilka förekommer i tre varianter avseende utgångsläge på energiprestanda. Möjlig energibesparing är beroende av typsmåhusets placering och därav har resultat valts att visas för fyra olika orter från norr till söder. Det innebär att energieffektivisering av totalt 48 typsmåhus behöver redovisas och för varje typsmåhus redovisas energieffektivisering både för enskilda åtgärder och paket av åtgärder med beräkningar av lönsamhet. För att det ska vara möjligt att på enkelt sätt ta fram resultat för ett specifikt typsmåhus har ett Excel-verktyg kallat *EKR-typsmåhus* tagits fram. Föreliggande rapport redovisar bakgrund till indata för de beräkningar som ligger till grund för resultaten som redovisas i verktyget *EKR-typsmåhus*. Rapporten visar också på exempel på vilka resultat som visas i verktyget. Underlaget har använts för två timmars utbildning av cirka 150 energi- och klimatrådgivare under hösten 2022.

Projektet har genomförts av CIT Renergy under hösten 2022 där framtagning av indata till typsmåhusen och grundberäkningar har genomförts av Maria Haegermark. Kompletterande beräkningar och indata till verktyget har genomförts av Alexander Gerdin medan huvudprogrammering av verktyget har genomförts av Tommy Sundström. Projektledare har varit Åsa Wahlström. Ansvarig hos beställaren Energimyndigheten har varit Dag Lundblad.

Projektet har följts av en referensgrupp bestående av:

Energi- och klimatrådgivare och Energikontor; Peter Palo, Lappland; Helena Jansson, Östersunds kommun; Ragnar Uppström, Mölndal Stad; Helene Fransson, Oskarshamns kommun; Magnus Jonasson, Växjö kommun; Johanna Wallin, Energikontor Sydost; Anna Mattsson, Skåne kommuner; Niklas Jakobsson, Region Örebro län; Emelie Emanuelsson, Energikontor Storstockholm

Från Energimyndigheten har Dag Lundblad, Tomas Berggren, Morgan Dahlman, Anna Lindström och Liv Balkmar medverkat.

Uppdraget är en del i ett större uppdrag av Energimyndigheten som också omfattar en sammanställning av mervärden, risker och finansiering. Sammanställningen har utförts av Saga Ekelin, Anthesis och redovisas i separat rapport.

Göteborg den 3 februari 2023

**Åsa Wahlström**

## Innehåll

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Förord                                                         | 2  |
| Innehåll                                                       | 3  |
| 1 Introduktion                                                 | 4  |
| 1.1 Bakgrund                                                   | 4  |
| 1.2 Syfte och mål                                              | 5  |
| 1.3 Verktuget EKR-typsmåhus                                    | 5  |
| 1.4 Genomförande                                               | 6  |
| 2 Bakgrund till valda typhus                                   | 8  |
| 2.1 Byggnadsbestånd och småhustyper                            | 8  |
| 2.2 Energianvändning och energiprestanda                       | 9  |
| 2.3 Småhusbyggande under olika tidsperioder                    | 12 |
| 2.3.1 Arkitektur och byggnadsform                              | 12 |
| 2.3.2 Konstruktioner och U-värden                              | 17 |
| 2.3.3 Uppvärmning och ventilation                              | 20 |
| 3 Typhusexempel                                                | 22 |
| 3.1 Indata                                                     | 24 |
| 3.1.1 Indata till energiberäkningar                            | 24 |
| 3.1.2 Indata till lönsamhetsberäkningar                        | 30 |
| 3.2 Resultat                                                   | 33 |
| 3.2.1 Energiförluster och energiprestanda före åtgärder        | 33 |
| 3.2.2 Energibesparing genom enskilda åtgärder och åtgärdspaket | 36 |
| 3.2.3 Resultat - Lönsamhet                                     | 40 |
| 4 Referenser                                                   | 42 |

# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Klimat- och energimål är fortsatt ambitiösa när det gäller renovering av byggnader för såväl Sverige som EU. Från kommissionen kommuniceras via *Green Deal* och *A Renovation Wave for Europe* den stora betydelsen energieffektivisering har för att nå målen. Man skriver i klartext ”Energy Efficiency First”. Vägen framåt är tydligt utstakad och stora delar av bebyggelsen ska genomgå vad som benämns ”deep renovation”. I Sverige råder det idag brist på nya bostäder samtidigt som behovet av att renovera det befintliga beståndet ökar. Som ett led i renoveringsvågen kommer även en revidering av direktivet för byggnaders energiprestanda, EPBD, som tydligt visar på åtgärder som till exempel handlingsplan för renovering, renoveringspass, noll-emissions byggnader till 2050 och minimumkrav på energiprestanda (s.k. MEPS). Kraven på MEPS kan i framtiden innebära en övre gräns för hur mycket energi en byggnad får använda för att kunna säljas eller få hyras ut. Förutom minskad klimatpåverkan skulle en storskalig energieffektivisering i småhussektorn kunna bidra till att Sverige klarar den utmaning som Svenska Kraftnät förutspår att elanvändningen i Sverige kommer att fördubblas till 2045<sup>1</sup>.

Sammantaget innebär detta ett omfattande behov av renovering inom de närmaste åren. För att renovering ska komma tillstånd och ske på bästa sätt med fokus på lönsamma åtgärder, behövs både kunskap och inspiration främst för de fastighetsägare som har de sämre byggnaderna. Detta kan tillgodoses med goda exempel men det är en utmaning att nå fram till särskilt mindre fastighetsägare med relevant och saklig information. Här spelar energi- och klimatrådgivningen en viktig roll för ett lyckat resultat.

Föreliggande rapport är en del i ett uppdrag av Energimyndigheten och avser att fram underlag som kan stödja arbetet för energi- och klimatrådgivare. Uppdraget omfattar dels att visa på goda exempel på energieffektivisering av typiska småhus och dels att sammanställa mervärden, risker och finansiering av energieffektiviserande åtgärder i småhus. Denna rapport fokuserar på arbetet med goda exemplen medan delen om mervärden och risker redovisas i separat rapport. I uppdraget ingick även att utbilda energi- och klimatrådgivarna i användning av materialet.

---

<sup>1</sup> Systemutvecklingsplan 2022-2031, vägen mot en dubblad elanvändning, Svenska Kraftnät.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med denna del i uppdraget är att visa på möjliga energieffektiviseringsåtgärder i typiska småhus som är representativa för de sämsta småhusen, med energiprestanda G och F. För att strukturera resultatet från olika typsmåhus har ett interaktivt Excel-verktyg kallat *EKR-typsmåhus* tagits fram. Målet med föreliggande rapport är att redovisa bakgrund till indata och antaganden för de beräkningar som ligger till grund för typsmåhusen och visa på exempel hur resultat redovisas i verktyget.

## 1.3 Verktöget EKR-typsmåhus

I arbetet identifierades först representativa småhus som ofta har en dålig energiprestanda. Detta resulterade i fyra vanligt förekommande typer av småhus vilka förekommer i tre varianter avseende utgångsläge på energiprestanda. Möjlig energibesparing är beroende av typsmåhusets placering och därav har resultat valts att visas för fyra olika orter från norr till söder. Det innebär att energieffektivisering av totalt 48 typsmåhus behöver redovisas och för varje typsmåhus redovisas energieffektivisering både för enskilda åtgärder och paket av åtgärder med beräkningar av lönsamhet. För att det ska vara möjligt att på enkelt sätt ta fram resultat för ett specifikt typsmåhus har ett interaktivt Excel-verktyg kallat *EKR-typsmåhus* tagits fram.

Verktöget är framtaget för energi- och klimatrådgivare och är avsett att vara ett hjälpmedel vid kontakt med småhusägare. Utifrån materialet kan en diskussion föras kring hur mycket energi man kan tänkas spara med olika åtgärder, vilken energiklass man rimligen kan nå, och vad det typiskt kan kosta. Genom att visa på besparingspotential och lönsamhet för kombinationer av flera åtgärder i paket kan småhusägare också uppmuntras att samordna åtgärder, med möjlighet att nå steget längre i en kommande energirenovering.

Verktöget presenterar resultat för olika typhus och kan ses som en omfattande exempelsamling, med en extra möjlighet att själv sätta ihop åtgärder i paket och att göra känslighetsanalyser. För en mer noggrann bedömning av potential och lönsamhet för åtgärder i en specifik byggnad behövs en mer utförlig energianalys (av exempelvis energiexpert eller leverantör) utifrån ett platsbesök där aktuella förutsättningar beaktas.

Verktöget fokuserar på småhus med en energiprestanda motsvarande dagens energiklass F eller G. Typhusen har höga U-värden jämfört med dagens krav och värms med elpanna, direktverkande el eller en äldre värmepump.

Alla åtgärder som presenteras i verktyget kommer inte att vara möjliga eller lämpliga att genomföra i alla hus. Viktiga aspekter att beakta liksom möjliga begränsningar för genomförande bör diskuteras med småhusägaren i samband med användning av verktyget och presentation av resultat.

## 1.4 Genomförande

Ett underlag med exempel på energirenovering i småhus har tagits fram i följande steg:

- Framtagande och beskrivning av typhus som är representativa för det svenska småhusbeståndet, med fokus på byggnader med hög energianvändning.
- Val och beskrivning av energieffektiviseringsåtgärder för tillämpning på framtagna typhus.
- Beräkning av energianvändning i respektive typhus före och efter energieffektiviserande åtgärder, utförda enskilt eller i paket. Beräkningar har genomförts i programmet BV2.
- Lönsamhetsberäkningar för enskilda åtgärder och åtgärds paket.
- Presentation av energibesparing och lönsamhet.
- Utveckling av ett interaktivt Excel-verktyg för presentation av indata, energibesparingspotential och lönsamhet.

Utöver detta underlag har andra mervärden så som förbättrad inomhusmiljö m.m. som bör belysas för att visa på möjligheter och överbrygga hinder sammanställts utifrån befintligt material och tidigare studier. Här ges även exempel på olika finansieringsmöjligheter. Materialet med mervärden och finansieringsmöjligheter har sammanställts i en PowerPoint-presentation.

Under arbetets gång har flera möten hållits med en referensgrupp med energi- och klimatrådgivare. På dessa möten har följande diskuterats: val av typhus och åtgärder, hur energibesparing, lönsamhet samt mervärden kan visualiseras för att nå fram till småhusägare på ett bra sätt.

Framtaget underlag har presenterats vid tre tillfällen för totalt cirka 150 energi- och klimatrådgivare. Dessa seminarier har inkluderat en bakgrund till underlaget samt en presentation av hur det kan användas. Det material som tagits fram har också lagts upp på "Kontakten" så att alla energi- och klimatrådgivare kommer åt dokumentationen. En första version av det utvecklade Excel-verktyget *EKR-typsmåhus* har lagts upp på "Kontakten" med uppmaning till de energi- och klimatrådgivare som deltog vid seminariet att testa och ge feedback om vidare utvecklingsbehov. Slutligen hölls en workshop kring verktyget, där energi- och

klimatrådgivare kunde ställa frågor, ge feedback och diskutera verktyget och dess funktioner och användarvänlighet.

Uppdraget har skett i samråd med Energimyndigheten där såväl process som resultat kommunicerats och diskuterats kontinuerligt.

## 2 Bakgrund till valda typhus

Typhus har valts med ambition att täcka så stor del som möjligt av vanligt förekommande småhus med hög energianvändning och stor energibesparingspotential. Val har gjorts baserat på statistik över det svenska småhusbeståndet och litteratur som beskriver hur husen byggdes under olika tidsperioder.

Avgränsningar gällande byggnadstyp och byggår sammanfattas i Tabell 1. Bakgrund till val av byggnadsform och U-värden liksom uppvärmning och ventilation för typhusen ges i avsnitt 2.3.

Tabell 1 Avgränsningar med avseende på byggnadstyp och byggår vid val av typhus.

| Avgränsning             | Motivering                                                                                                  |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Friliggande småhus      | Den vanligaste småhustypen (se avsnitt 2.1)                                                                 |
| Nybyggnadsår före 1990  | Stor del av energianvändningen i det totala småhusbeståndet. (se avsnitt 2.2)                               |
| Nybyggnadsår efter 1920 | Byggnader uppförda före 20-talet ska generellt betraktas som särskilt värdefulla byggnader (se avsnitt 2.1) |

### 2.1 Byggnadsbestånd och småhustyper

Småhus är byggnader som är inrättade till bostad åt en eller två familjer. Av de 4,8 miljoner hushåll som finns i Sverige bor 43 procent i småhus.<sup>2</sup> Vanligast är det med friliggande småhus med en bostad, det vill säga villor. Dessa utgjorde 72% av alla bostadsbyggnader i tätorter 2020<sup>3</sup>. Övriga småhustyper, vilket inkluderar par-, rad-, och kedjehus, samt småhus med flera lägenheter, utgjorde tillsammans 18,5%.<sup>3</sup>

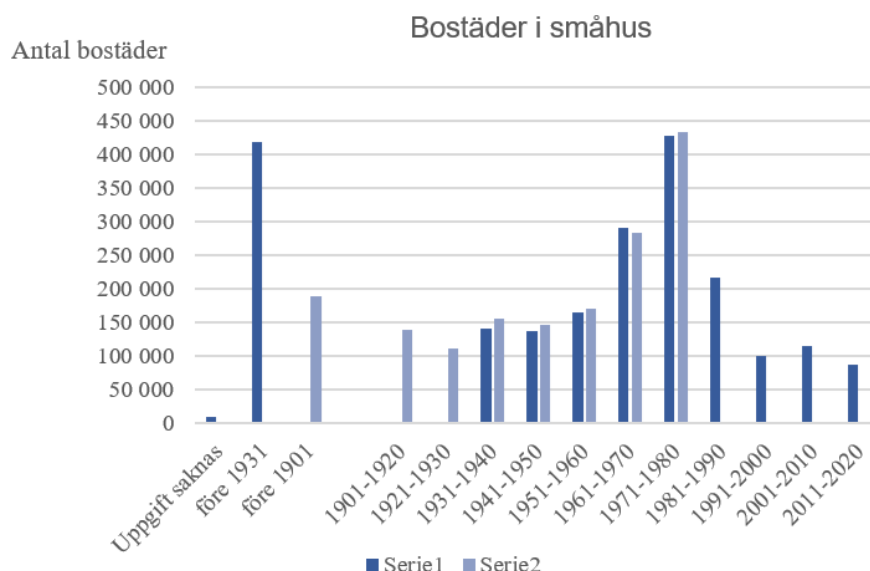
Typhusen i det här arbetet är alla friliggande småhus.

Statistik över när Sveriges småhus är byggda visas i Figur 1. Här syns en markant ökning av hus uppförda under 60-talet jämfört med föregående årtionden, och en ännu större ökning under 70-talet. Hus uppförda under dessa perioder utgör 14 respektive 20% av det totala småhusbeståndet.

<sup>2</sup> SCB Statistikdatabas, Antal och andel hushåll efter region, boendeform och hushållets storlek. År 2021. (2022-04-21)

<sup>3</sup> SCB, 2022, [Statistiknyhet från SCB 2022-03-31](#)





Figur 1 Antal bostäder i småhus efter byggperiod.

Källa 1 (Serie 1): SCB statistikdatabas. Antal lägenheter efter hustyp och byggnadsperiod [2022-04-21].

Källa 2 (Serie 2): Folk och bostadsräkningen 1985, Tabell 13, ([Hämtad 2022-10-20](#)).

Byggnader tillkomna före 1920-talets bebyggelseexpansion, som har sin huvudsakliga karaktär bevarad, utgör enligt Boverkets byggregler (BBR 29 avsnitt 1:2213) en så begränsad del av byggnadsbeståndet att flertalet av dem kan antas uppfylla något av kriterierna för särskilt värdefull byggnad.<sup>4</sup>

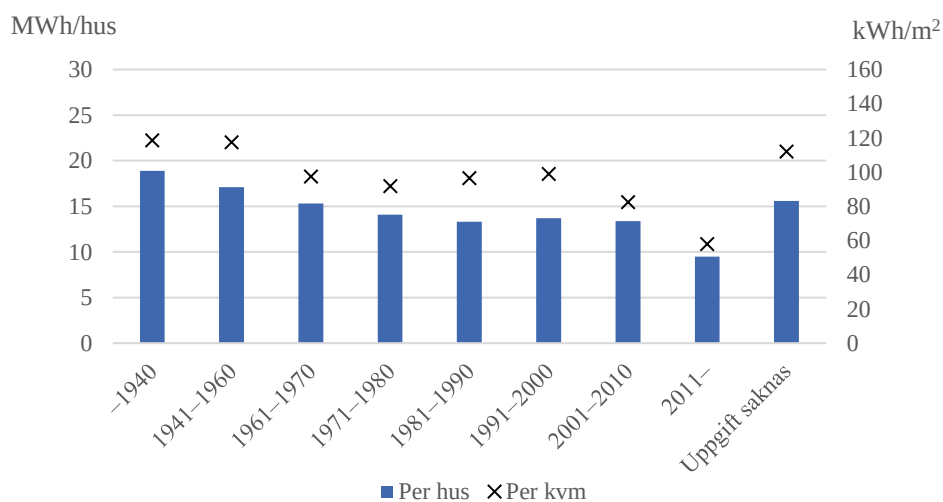
Med anledning av en hög andel särskilt värdefulla byggnader tas byggnader uppförda före 1920 inte med i urvalet av typhus.

## 2.2 Energianvändning och energiprestanda

Nationell statistik över hur mycket energi som används i småhus från olika byggperioder visas i Figur 2. Vad gäller energianvändning per uppvärmd yta ses en tydlig förbättring från 60-talet, men eftersom genomsnittlig uppvärmd yta samtidigt ökar, syns inte en lika stor förbättring i energianvändning per hus. Samma sak ses i början av 2000-talet, då det blir en markant förbättring i energianvändning per kvadratmeter, men energianvändningen per hus är oförändrad eftersom uppvärmd yta ökar.

<sup>4</sup> Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd - avsnitt 1:2213

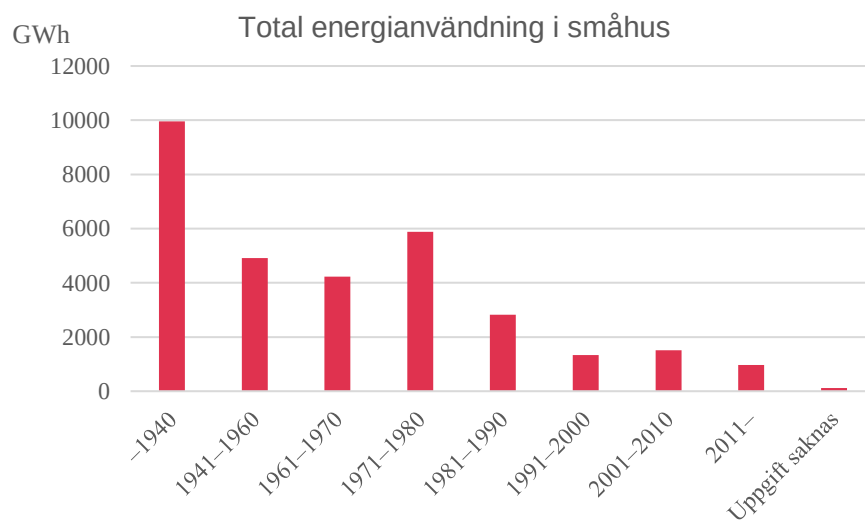
## Energianvändning per hus och kvadratmeter



Figur 2 Energianvändning för uppvärmning och varmvatten per hus och per kvadratmeter (uppvärmd area) i småhus år 2021, fördelad efter byggår. Källa: Sveriges officiella statistik, Energimyndigheten: Energistatistik för småhus 2021 (Excel), tabell 3.5.

I Figur 3 visas total energianvändning för hus uppförda under olika perioder. Här framgår att det endast är en relativt liten del av den totala energin som används i småhus byggda under senaste 30 åren.

Med hänsyn till den totala energianvändningen i småhus byggda under olika tidsperioder, fokuseras exemplen i den rapporten på hus byggda före 1990.

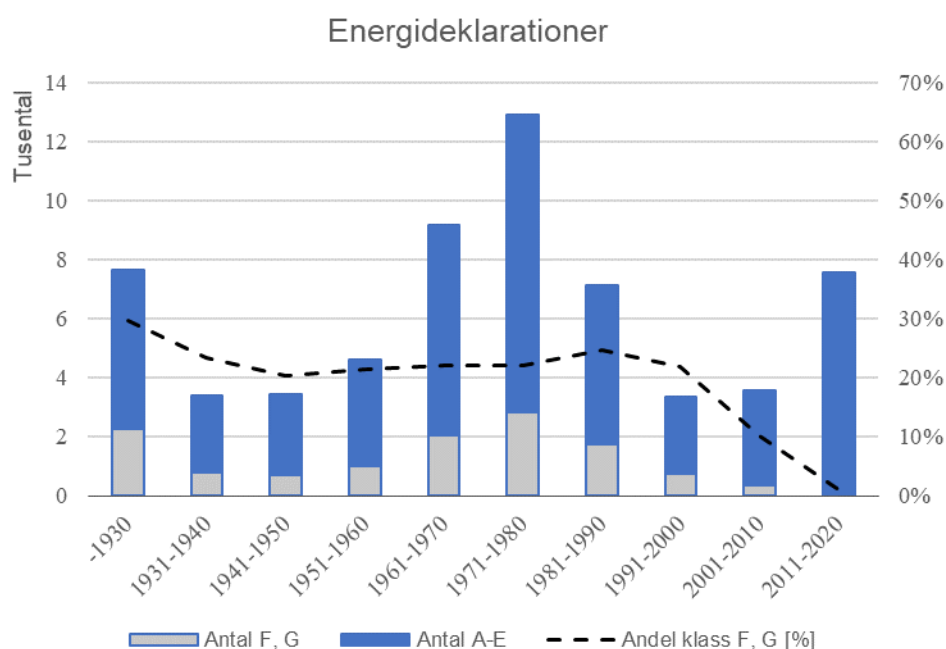


Figur 3 Total energianvändning i småhus från olika byggperioder. Baserat på tabell 3.4 och tabell 3.5 i Energimyndigheten: Energistatistik för småhus 2021 (Excel).

Från en sammanställning av energideklarationsdata i Boverkets register Gripen kan utläsas att bland småhus energideklarerade från september 2020 till och med december 2021 har 8% energiklass G och 12% energiklass F. Byggnaderna i dessa klasser har en genomsnittlig specifik energianvändning på 157 respektive 117 kWh/m<sup>2</sup>. Andelen småhus i sämsta energiklasserna, det vill säga G eller F, är drygt 20% under respektive årtionde från 30-talet till och med 90-talet. Bland byggnaderna uppförda före 1930 finns en större andel med G eller F och efter år 2000 sjunker andelen snabbt.

Att tänka på är att de småhus som finns med i energideklarationsregistret kan vara något bättre än beståndet i allmänhet eftersom det förekommer att förbättringsåtgärder genomförs inför en försäljning.

Typhuset i det här arbetet har i originalskick (utan tidigare energieffektiviserande åtgärder) energiklass G.



Figur 4 Antal energideklarationer för byggnader med typkoden Småhusenhet genomförda 1 september 2020 – 31 december 2021, samt hur stor del av dessa byggnader som har energiklass F eller G. Källa: Diagrammet är baserat på data i Gripen.

Anledningen till avgränsningen att endast ta med deklarerade utförda från den 1 september 2020 är de ändringar i energikraven i byggreglerna som då trädde i kraft. Dessa innebar införande av viktningsfaktorer per energibärare och nya krav på energiprestanda uttryckta som primärenergital.

För det valda urvalet stämmer fördelningen av antalet deklARATIONER utifrån nybyggnadsperiod relativt väl med den nationella statistiken för hela småhusbeståndet. Undantaget är hus uppförda före 1930 och efter 2010.

## 2.3 Småhusbyggande under olika tidsperioder

Trender i stil och form liksom tillgänglighet och val av byggnadsmaterial och tekniker har varierat genom åren. I avsnitt 2.3.1 ges en inblick i villaarkitekturen under olika årtionden, men särskilt fokus på byggnadsform och antal våningsplan. Därefter följer information om vanligt förekommande konstruktioner och U-värden (avsnitt 2.3.2), samt ventilation och energitillförsel (avsnitt 2.3.3) under olika tidsperioder.

Typhusen i detta arbete är alla bland de vanligaste typerna av friliggande småhus från 20-80-talen, sett till form, storlek och antal våningsplan ovan och under mark. För respektive typhus har U-värden, ventilation och uppvärmningssystem valts utifrån vanligt förekommande konstruktioner och tekniska system under aktuell nybyggnadsperiod.

### 2.3.1 Arkitektur och byggnadsform

Uppgifter om karakteristiska egenskaper hos villor uppförda under olika byggperioder har hämtats från följande litteratur och websidor:

- Från egnahem till villa (Jonsson, 1985)
- Så byggdes villan (Björk et al., 2015)
- <https://hallahus.se/stilhistoria/>
- <https://stockholmslansmuseum.se/byggwebben/bebyggelseguide/villor-och-egnahem/>
- <https://stadshem.se/byggnadsvard/1920-talsvillan/>
- <https://villa1900.wordpress.com>
- <https://www.kompetensitra.se/byggnadsvard/hitta-ditt-hus/>
- <https://byggnadsvard.se/enfamiljshuset-i-sverige-efter-1950/>
- <https://www.slojdochbyggnadsvard.se/kunskap--fakta/byggnader-och-hantverk/hus-i-vast/tjanstemannavillan1959/>

## 20-tal

### *Tjugotalsklassicism*

Under 1920-talet dominerade en arkitekturstil som kallas för tjugotalsklassicism. Stilen hade ett enklare och stramare formspråk än tidigare klassicism och kallades internationellt även för "Swedish grace".

Den enkla 20-tals villan karakteriserades av:

- Rektangulär planform
- Symmetri
- Brant sadeltak, även mansardtak
- Stående träpanel, men även puts och tegel

1920-talet var början på en period då det skapades många egnahemsområden runtom i landet.



Figur 5 20-talsvilla. Foto: Maria Löfgren, Västerbottens museum. Hämtad från hallahus.se

## 30-tal

### *Funktionalism, egnahemsvillor och kvardröjande klassicism*

Den stora nya arkitekturstilen under 30-talet var funktionalismen. Funktionalismen började utvecklas runtom i världen under 1920-talen, medan den i Sverige ofta anges ha fått sin start genom Stockholmsutställningen 1930.

Den nya funktionalistiska stilen anammades i villabyggnationen för de mer välbeställda och karakteriserades då bland annat av:

- Kubiska volymer med mycket låglutande pulpet- eller fyrfallstak
- Ljusa, slätputsade fasader
- En eller två våningar

Funktionalismen hade även inflytande på egnahemsrörelsens byggnader, men till skillnad från funkisvillan hade egnahemsvillorna vanligen en mer traditionell svensk arkitektur. Den vanligaste typen av egnahemsvillor under 30-talet var rektangulära 1 1/2-plansvillor med källare, med sadeltak eller brutet tak.

Den mer traditionella stilen dominerade även kataloghusen, även om kataloghusföretagen också lanserade villor i funktionalistisk stil. Under 30-talet byggdes även vissa hus i kvardröjande tjugotalsklassicistisk stil.

## 40-tal

*Egnahemsvillor och folklig funktionalism*

I början av 40-talet låg nybyggnationen av villor på en mycket låg nivå, men tog sedan fart igen. Funktionalismen dröjde sig kvar, men mindre utpräglad. Jämfört med 30-talet fick den nu en mer folklig, traditionellt svensk inriktning med fokus på att bostaden skulle fungera på bästa sätt.

Under 40-talet byggdes de flesta småhus i 1 eller 1 1/2-plan med källare, men även små tvåvåningsvillor och suterränghus förekom. Många av husen byggdes med en relativt hög sockel för att rymma garage. Fasaden utgjordes vanligen av trä eller puts.

Bland egnahemmen dominerade enkla, rektangulära 1-plansvillor med källare, flackt sadeltak och fabrikstillverkade väggelement.



Figur 6 Bostadsområde med egnahemsvillor, sannolikt i Yttre Svartbäcken, Uppsala maj 1943  
Fotograf: Sandberg, Paul /  
Upplandsmuseet

Valda typhus från perioden:

- Enplansvilla med källare
- 1 1/2-plansvilla med källare

Villakatalogerna innehöll villor i både funktionalistisk och mer traditionell stil, men försäljningen dominerades av det senare.

## 50-tal

*Egnahemsvillor och designglädje*

I början av 50-talet byggdes likt under 40-talet många villor i ett eller 1,5-plan med källare och med en enkel rektangulär eller nära kvadratisk grundform. De flesta hus byggdes fortfarande med källare, vilken kunde nyttjas för exempelvis tvättstuga, pannrum, förvaring och hobbyrum.



Figur 7 Tidstypisk putsad villa i mustigt grönt från 1950-talet, Lycksele. Foto: Västerbottens museum. Hämtad från hallahus.se

Valda typhus från perioden:

- Enplansvilla med källare
- 1 1/2-plansvilla med källare

Andra delen av 50-talet utformades många friliggande villor med en friare arkitektur, både vad gäller form och material. Det blev då vanligt med:

- Fria planformer och uppbrutna byggnadsvolymer
- Asymmetriska sadeltak
- Ökad användning av tegelfasader
- Nya fasadmaterial och materialkombinationer

Två vanliga hustyper från slutet av 50-talet är Folkvillan och Tjänstemannavillan. Folkvillan var en enklare villa, vanligtvis i ett plan, som till formen knöt an till 40- och 50-talets egnahemsvillor, men hade en friare fasadutformning och en låg grundmur i stället för den höga källarsockeln. Den mer påkostade Tjänstemannavillan var mer representativ i sin karaktär, med en lätt förskjutning i huskroppen och därmed en tydlig uppdelning mellan utrymmen för umgänge och vila. Tjänstemannavillan uppfördes i ett plan med källare och var vanligen försedd med tegelfasad.

## 60-tal

*Rationalitet*

I början av 60-talet rådde en stor bostadsbrist över hela landet och nu började en period med stora bostadspolitiska satsningar (däribland *Miljonprogrammet*) och en hög nybyggnadstakt. Den stora efterfrågan krävde att byggandet rationaliserades och industrialiserades, varpå nya material och metoder introducerades. Merparten av villorna byggdes under perioden med prefabricerade väggelement.



Figur 8 Villa med rött fasadtegel från 1960-talet i Bjurholm. Foto: Västerbottens museum. Hämtad från hallahus.se

Under 60-talet byggdes majoriteten av villorna i ett plan, ofta utan källare. Nu introducerades dessutom två nya husmodeller: vinkelhuset och atriumhuset. Även 1,5- och 2-plansvillor med eller utan källare samt suterränghus förekom.

Under perioden byggdes många grupphusområden med friliggande eller sammanbyggda småhus. Karakteristiskt för de gruppbyggda småhusen<sup>5</sup> var enkla rektangulära planformer och flacka sadeltak samt att de saknade källare.

Valda typhus från perioden:  
- Enplansvilla utan källare

De styckebyggda villorna<sup>6</sup> hade ofta många likheter med den tidigare beskrivna Tjänstemannavillan från sent 50-tal, med förskjutna byggnadsdelar, låglutande tak och källare. På 60-talet var det vanlig att källaren inreddes och användes som extra rum.

I början av 60-talet var tegel det vanligaste fasadmaterialet, med under åren blev det vanligt med olika varianter av tegel och trä i kombination. Även vit kalksandsten, så kallat ”mexitegel” blev populärt som fasadmaterial.

## 70-tal

### Miljonprogrammet

Under 70-talet byggdes rekordmånga småhus runt om i landet. Liksom under föregående decennium byggdes villorna med en rationell konstruktion, vilket också som syns i arkitekturen.

Typiskt för 70-talet är 1,5-plansvillor utan källare, men även enplanshus med källare var vanligt. Av de sistnämnda var flertalet kataloghus för styckeproduktion.



Karakteristiskt för 70-talsvillor:

- Branta, stora sadeltak
- En rektangulär grundplan var vanligast
- Större bostadsyta än tidigare
- Träregelstomme
- Fasadtegel kombinerat med trä var vanligt, men även trä, tegel eller Mexitegel

<sup>5</sup> De gruppbyggda småhusen producerades av en byggherre i samarbete med banken och mäklare (Björk, 2012).

<sup>6</sup> De styckebyggda småhusen beställdes av privatpersoner för privat bruk och byggdes av en lokal byggare.



Valt typhus från perioden:  
- 1,5-plansvilla utan källare

Under perioden ökade suterränghuset i popularitet på tomter med nivåskillnader och under den senare delen av 70-talet byggdes även låga villor med valmade tak.

## 80-tal

*En blandning av stilar*

På 80-talet får småhusen en större variation, med en blandning av moderna och traditionella stilar och mer utrymme för individuella val. Som en reaktion på tidigare årtiondens funktionalism (eller modernism) uppstod under 80-talet en postmodernism där man inspirerades av äldre stilar. Husen försågs med fler dekorativa inslag än tidigare årtionden och man tillät sig en större lekfullhet vad gäller exempelvis färg- och materialval. Man lät sig under perioden även inspireras av moderna arkitekturimpulser från andra länder och villor i bungalowstil med valmade tak blev vanligt.

Under 80-talet var dock fortsatt vanligt med källarlösa 1½-plansvillor med brant tak, både i gruppområden och som styckebyggda villor.

Valt typhus från perioden:  
- 1,5-plansvilla utan källare

### 2.3.2 Konstruktioner och U-värden

Nedan följer korta beskrivningar av konstruktion och isoleringsnivå i småhus byggda 1920–1990.

#### *Källare*

På 30-talet byggdes många hus med källare och av småhusen byggda under 40–50-talen har nästan alla källare. Vanligen murades grunden i betonghålstén eller gjöts i betong och placerades på en betongplatta.<sup>7</sup> Källare var fortsatt vanligt som grundläggning även under 60-talet, även om konstruktionen platta på mark då blivit mest populärt. Nu började betonghålsténen ersättas av lecasten<sup>8</sup>, vilket förbättrade väggarnas energiprestanda.

<sup>7</sup> <https://stockholmslansmuseum.se/byggwebben/bebyggelseguide/villor-och-egnahem/1920-1950-tal/konstruktion-och-material-1920-1950-tal/>

<sup>8</sup> <https://stockholmslansmuseum.se/byggwebben/bebyggelseguide/villor-och-egnahem/1960-1970-tal/konstruktion-och-material-1960-1970-tal/>

### *Torpargrund och kryppgrund*

Torpargrund är ett vanligt grundläggningssätt i äldre hus och föregångare till dagens kryppgrund. I början av 1900-talet utgjordes den av en staplad stenmur med ett hålrum under huset. Kring år 1930 kunde grundmurarna också uppföras av andra material än natursten: betong, betonghålstén eller lättbetong.<sup>9</sup> Utrymmet under golvet var ofta oisolerat, men kunde även isoleras med sågspån. Jämfört med den mer moderna kryppgrunden är utrymmet under huset mindre och ofta ej åtkomligt.

Kryppgrunden började byggas på 60-talet och har till skillnad från torpargrunden ett isolerat bjälklag.

### *Platta på mark<sup>10</sup>*

Platta på mark infördes i Sverige i slutet av 40-talet och blev därefter en allt vanligare grundkonstruktion. Under 50–60-talen uppfördes konstruktionen vanligen med ett uppreglat trägolv ovanpå betongplattan. Det uppreglade golvet var till en början helt oisolerat, men började så småningom isoleras för att motverka kalla golv och förbättra energieffektiviteten.

Under 70-talet ökade förståelsen för fuktproblematik kopplat till uppreglade golv och en kall betongplatta och de första plattorna med underliggande isolering byggdes. Vanligast var det att använda en hård mineralullsskiva, så kallad elefantplatta. Isoleringens tjocklek var ofta endast 50 mm och täckte en begränsad yta.

Isoleringsgraden ökades sedan till 100 mm under hela plattan och mineralullsplattan byttes mot cellplastmaterialen EPS och XPS. Detta var dock inte tillräckligt för att motverka fuktskador, så på sent 80-tal och under 90-talet blev 200 mm en vanlig isolertjocklek under grundplattan. I slutet av 90-talet byggdes de första plattorna med 300 mm isolering.

### *Yttervägg*

Under första halvan av 1900-talet var plankvägg en vanlig ytterväggskonstruktion i bostadshus av trä. Plankväggen utgjordes av en bärande och värmeisolerande stomme av stående plankor och utsidan kläddes med panel eller puts på panel.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> <https://www.slojdochbyggnadsvard.se/kunskap--fakta/byggnader-och-hantverk/hus-i-vast/bergklinten-1928/konstruktion/>

<sup>10</sup> Avsnittet baseras på artikeln *Mark-kant värmeförlust* från Bygg & teknik 2/10 (Wetterlund et al., 2010)

<sup>11</sup> <https://www.svensktra.se/bygg-med-tra/byggande/olika-trakonstruktioner/smahus-och-flervaningshus/>

På 40-talet började den mer virkessnåla regelverkskonstruktionen slå igenom<sup>12</sup> och tog därefter över alltmer. I början fylldes mellanrummet i konstruktionen med kutterspån eller sågspån och under 1940-talet användes även halmplattor.<sup>13</sup> På 50-talet började man istället isolera med mineralull eller glasull i mattor och skivor. På 50–60-talen var det vanligt med en isolertjocklek på omkring 100 mm<sup>14, 15</sup>, medan den på 70-talet ökades till 170–190 mm.

En sammanställning av U-värden för olika ytterväggskonstruktioner hämtade från Energimyndighetens skrift *Att tilläggsisolera hus* ses i Tabell 2. I skriften finns även illustrationer på de olika konstruktionerna.

Tabell 2 Ytterväggskonstruktioner. Källa: Energimyndighetens skrift *Att tilläggsisolera hus - fakta, fördelar och fallgropar* (Andersson et al., 2009)

| Konstruktion                                                | Tidsperiod | U-värde  |
|-------------------------------------------------------------|------------|----------|
| Resvirkesvägg med 100–130 mm sågspån eller liknande         | 1900–1940  | 0,6–0,5  |
| Plankvägg                                                   | 1910–1945  | 1,3–0,8  |
| Murverk av 20–30 cm gasbetong                               | 1935–      | 0,9–0,75 |
| Regelverksvägg fylld med 100–125 mm sågspån eller liknande. | 1930–1955  | 0,6–0,5  |
| Plankvägg med mineralull                                    | 1945–1960  | 0,55–0,5 |
| Regelverksvägg med 100–125 mm mineralull                    | 1950–      | 0,38–0,3 |
| Tegelvägg med 100–120 mm mineralull                         | 1950–      | 0,42–0,3 |
| Regelverksvägg med 170–190 mm mineralull                    | 1970–      |          |

### Vindsbjälklag

Enligt Andersson et al. (2009) skiljer sig konstruktionen av vindsbjälklag under olika perioder inte lika mycket som ytterväggskonstruktionerna. Bjälklaget utgörs antingen av grövre bjälkar eller plank och har en träpanel eller motsvarande uppsatt mot bostadsutrymmet under. Fram till slutet av 50-talet isolerades vindsbjälklaget med sågspån eller kutterspån och därefter med mineralull. Exempel på isolering i vindsbjälklag under olika tidsperioder ges Tabell 3.

<sup>12</sup> <https://stockholmslansmuseum.se/byggwebben/byggnadens-delar/exterioren-del-for-del/stomme/plankstomme/>

<sup>13</sup> <https://stockholmslansmuseum.se/byggwebben/byggnadens-delar/exterioren-del-for-del/stomme/regelverk-eller-losvirke/>

<sup>14</sup> Andersson et al., 2009

<sup>15</sup> Östman, 2017

Tabell 3 Isolering av vindsbjälklag i äldre småhus. Källa: Energimyndighetens skrift *Att tilläggsisolera hus - fakta, fördelar och fallgropar* (Andersson et al., 2009)

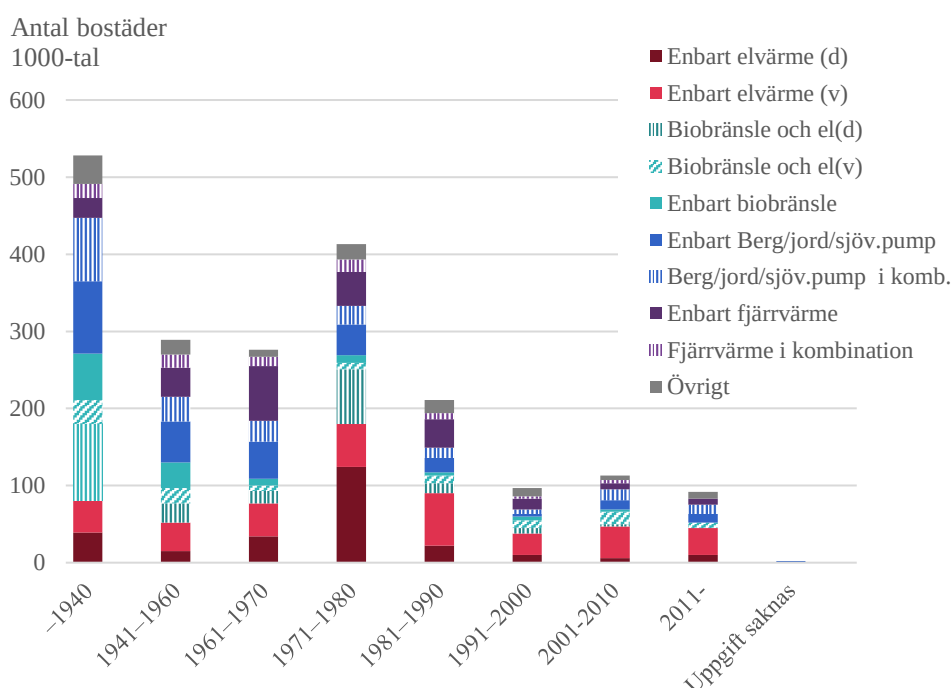
| Isolering                           | Tidsperiod | U-värde   |
|-------------------------------------|------------|-----------|
| 150–250 mm sågspån eller kutterspån | 1940–1960  | 0,67–0,36 |
| 100–180 mm mineralull               | 1955–      | 0,37–0,21 |

### 2.3.3 Uppvärmning och ventilation

I Figur 9 visas fördelningen av bostäder med olika typer av uppvärmningskälla under olika byggperioder utifrån data i Energimyndighetens energistatistik för småhus. Under samtliga perioder syns en stor variation i uppvärmningssätt men samtidigt kan vissa skillnader ses, däribland:

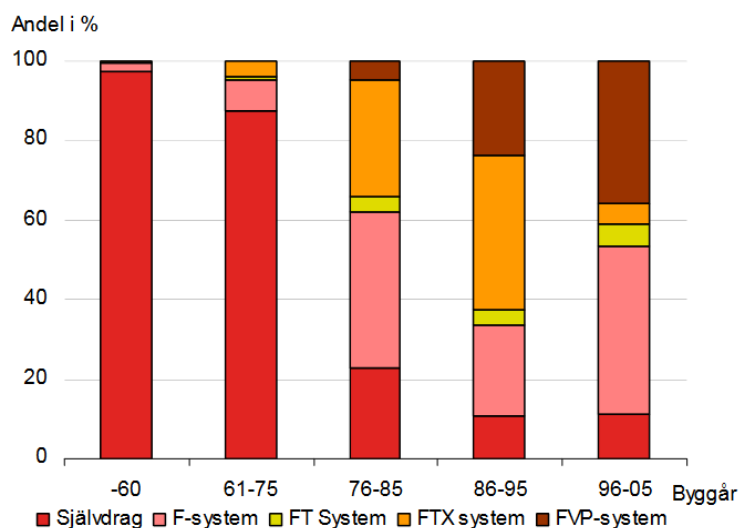
- I husen byggda fram till 1940 syns en relativt stor andel hus som värms med biobränsle jämfört med senare perioder.
- En relativt stor del av husen från 60-talet är idag anslutna till fjärrvärme.
- Direktverkande el är vanligast i hus byggda på 70-talet.
- Det vanligaste uppvärmningssättet i hus byggda från 80-talet och framåt är vattenburen elvärme.

### Uppvärmningssätt



Figur 9 Uppvärmningssätt i småhus under olika byggperioder. Källa: Sveriges officiella statistik, Energimyndigheten: Energistatistik för småhus 2021. Hämtad från: [www.energimyndigheten.se/statistik](http://www.energimyndigheten.se/statistik)

När det kommer till ventilation så visade Boverkets undersökning av det svenska byggnadsbeståndet, BETSI, att nära 100% av småhusen byggda fram till 1960 hade självdragsventilation (Figur 10). Även för hus uppförda under efterföljande byggnadsperiod, 1960–1975, var detta den klart dominerande ventilationstypen. Därefter blev det vanligt med mekanisk ventilation, först med frånluftssystem (F) eller från- och tilluftssystem med värmeväxling (FTX) och sedan med frånluft utan eller med värmepump (FVP).



Figur 10 Typ av ventilationssystem i småhus. Andel byggnader med ett visst ventilationssystem. Källa: Teknisk status i den svenska bebyggelsen– resultat från projektet BETSI, Boverket 2010.

### 3 Typhusexempel

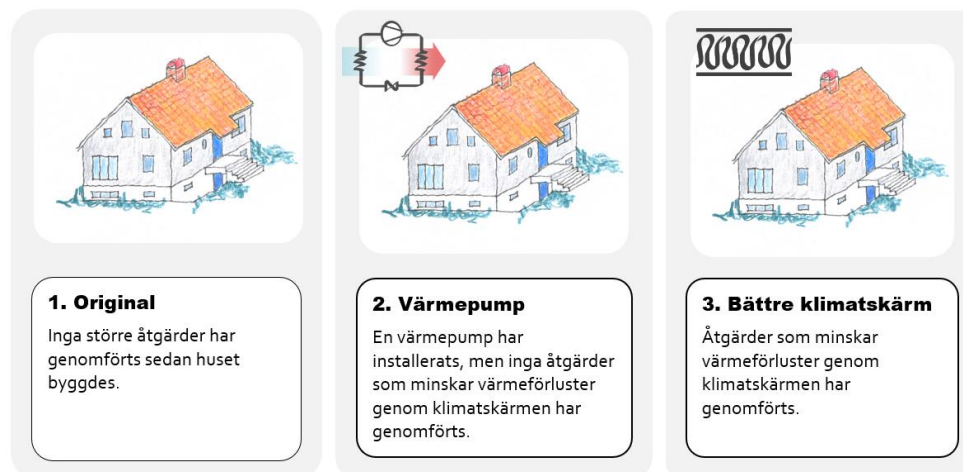
Energi- och lönsamhetsberäkningar har genomförts för 48 typsmåhus. Först valdes fyra grundtyper (A-D) enligt Figur 11. Bakgrunden till hur dessa fyra typer har valts ges i föregående kapitel.



Figur 11 Typhusexempel

För vart och ett av dessa togs sedan tre olika varianter med olika energiegenskaper fram. Dessa illustreras i Figur 12 och kan beskrivas enligt följande:

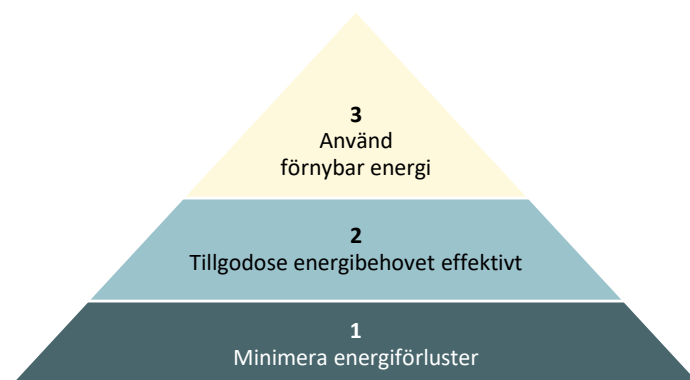
- *Variant 1* motsvarar ett hus där man inte har genomfört några energieffektiviserande åtgärder sedan huset byggdes, det vill säga byggnaden har U-värden motsvarande hur hus vanligen byggdes under respektive byggperiod. Hustyp A-C antogs värmas med el, genom elpanna och distribution genom ett vattenburet system, medan hustyp D antogs värmas med direktverkande el.
- *Variant 2* har en klimatskärm med samma egenskaper som i variant 1, men här har en värmepump installerats. I hustyp A-C antogs det finnas en befintlig luft-vattenvärmepump och i hustyp D antogs det finnas en luft-luftvärmepump.
- *Variant 3* motsvarar ett hus där viss energieffektivisering har genomförts sedan huset byggdes. I den här varianten har huset en bättre klimatskärm än variant 1 och 2, men huset värms likt variant 1, det vill säga det finns ingen värmepump installerad.



Figur 12 Tre varianter av typsmåhus

Samtliga beräkningar görs för fyra orter för representation av olika klimat- och el-zoner: Malmö, Linköping, Östersund och Gällivare.

För varje typhus har energibesparing genom en rad enskilda åtgärder beräknats och ett förslag på åtgärds paket tagits fram. Åtgärds paket presenteras i flera steg i en ordning som följer prioriteringsordningen i energitriangeln (Figur 13). De första stegen inkluderar åtgärder som minskar energiförlusterna, och därmed byggnadens värmeeffektbehov. Därefter följer åtgärder som påverkar hur mycket energi som behöver tillföras byggnaden genom att energibehovet tillgodoses på ett effektivt sätt. Här presenteras två alternativ – ett med värmepump och ett med fjärrvärme, vilka båda minskar elanvändning i byggnaden. I sista steget antas installation av ett solcellssystem, vilket genom egenproducerad el minskar mängden köpt el från nätet.



Figur 13 Energitriangeln

I Excel-verktyget *EKR-småhus* är det även möjligt för användaren att själv välja vilka av de föreslagna enskilda åtgärderna som ska inkluderas i ett åtgärds paket.

### 3.1 Indata

Kapitlet presenterar indata till energiberäkningar före och efter genomförande av åtgärder samt indata för lönsamhetsberäkningar. Energiberäkningar har genomförts i simuleringsprogrammet BV2 och energiprestanda beräknats enligt BBR29.<sup>16</sup> Lönsamhet för enskilda åtgärder och paket har beräknats i Excel. Lönsamhet för åtgärds paket åskådliggörs även i interndiagram enligt Totalmetodiken<sup>17</sup>.

#### 3.1.1 Indata till energiberäkningar

I det här avsnittet sammanställs indata till beräkningar av energianvändning i de olika typhusen före och efter åtgärder. En del indata förblir desamma i samtliga beräkningar. Detta gäller:

- Areor och våningshöjder
- Ventilationstyp och luftomsättning
- Uppvärmningssätt
- Internlaster från personer och belysning
- Solavskärmning

En sammanställning av areor i de olika typhusen ses i Tabell 4. Areor för de olika delarna av klimatskärmen har valts utifrån statistik från BETSI och litteratur om vanliga husformer under respektive byggperiod<sup>18</sup>. Källaren i hus A och B antogs vara uppvärmd och inräknas därmed i  $A_{temp}$ .

Tabell 4 Sammanställning av areor [ $m^2$ ] för typhusen

|                           | <b>Typ A</b><br><i>1,5-plan med<br/>källare<br/>1920–1959</i> | <b>Typ B</b><br><i>1-plan med<br/>källare<br/>1930–1959</i> | <b>Typ C</b><br><i>1-plan utan<br/>källare<br/>1955–1979</i> | <b>Typ D</b><br><i>1,5-plan utan<br/>källare<br/>1970–1989</i> |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Uppvärmd area, $A_{temp}$ | 170                                                           | 160                                                         | 100                                                          | 145                                                            |
| Boarea*                   | 108                                                           | 80                                                          | 100                                                          | 145                                                            |
| Vindsbjälklag             | 46                                                            | 80                                                          | 100                                                          | 62                                                             |
| Snedtak                   | 22                                                            | n/a                                                         | n/a                                                          | 33                                                             |
| Stödbensväggar            | 25                                                            | n/a                                                         | n/a                                                          | 26                                                             |
| Yttervägg                 | 81                                                            | 71                                                          | 74                                                           | 89                                                             |
| Fönster                   | 16                                                            | 15                                                          | 18                                                           | 20                                                             |
| Dörrar                    | 4                                                             | 4                                                           | 4                                                            | 4                                                              |
| Källarvägg ovan mark      | 21                                                            | 24                                                          | n/a                                                          | n/a                                                            |
| Källarvägg under mark     | 48                                                            | 56                                                          | n/a                                                          | n/a                                                            |
| Grund**                   | 62                                                            | 80                                                          | 100                                                          | 85                                                             |

\* För kändedom. Används ej i energiberäkningen.

\*\* Källargolv eller platta på mark

<sup>16</sup> Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4. Avsnitt 9 Energihushållning

<sup>17</sup> Totalmetodiken, <https://belok.se/totalmetodiken/>

<sup>18</sup> Jonsson, 1985; Björk et al., 2015



Följande våningshöjder är antagna utifrån litteratur<sup>19</sup> och statistik i BETSI:

- Källarplan: 2,2 m
- Plan 1: 2,5 m i hus A och B, respektive 2,4 m i hus C och D
- Plan 2: 2,4 m till horisontellt vindsbjälklag

U-värden för olika delar av klimatskärmen är baserade på antaganden om isoleringsnivå och skiljer sig åt mellan de olika typhusvarianterna samt före och efter energieffektiviserande åtgärder. U-värden för typhus i originalskick (variant 1 och 2) har valts utifrån vanligt förekommande konstruktioner under respektive tidsperiod (se avsnitt 2.3.2). Antaganden om isoleringsgrad och U-värden *före åtgärder* återfinns i Tabell 5 (för typhus av variant 1 och 2), respektive Tabell 6 (för typhus av variant 3). Sammanställningar av klimatskärsåtgärder, med uppgifter om eventuell tilläggsisolering och resulterande U-värden, ses i Tabell 7 och Tabell 8. Till redovisade U-värden har procentuella påslag för köldbryggor gjorts. Storleken på dessa varierar beroende på konstruktion, från 0% i oisolerade byggnadsdelar till 20% i väl isolerade.

---

<sup>19</sup> Jonsson, 1985; Björk et al., 2015

Tabell 5 Sammanställning av isoleringsgrad och U-värden [W/m<sup>2</sup>K] för typhusen av variant 1 (original) och variant 2 (befintlig värmepump) före åtgärder

|                              |                            | Typ A1, A2                          | Typ B1, B2                          | Typ C1, C2                                         | Typ D1, D2                            |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Grund</b>                 | <i>Isolering</i>           | Oisolerad betongplatta              | Oisolerad betongplatta              | Reglar och 100 mm isolering, betongplatta, makadam | Betongplatta 50 mm isolering, makadam |
|                              | <i>U-värde inkl. mark*</i> | 0,39                                | 0,39                                | 0,25**                                             | 0,32                                  |
| <b>Källarvägg under mark</b> | <i>Isolering</i>           | Betonghålstén                       | Betonghålstén                       | n/a                                                | n/a                                   |
|                              | <i>U-värde inkl. mark</i>  | 0,94                                | 0,94                                | n/a                                                | n/a                                   |
| <b>Källarvägg ovan mark</b>  | <i>Isolering</i>           | Betonghålstén                       | Betonghålstén                       | n/a                                                | n/a                                   |
|                              | <i>U-värde</i>             | 1,7                                 | 1,7                                 | n/a                                                | n/a                                   |
| <b>Yttervägg</b>             | <i>Isolering</i>           | Plank-, eller regelvägg 100 mm spån | Plank-, eller regelvägg 100 mm spån | Regelvägg 120 mm min. ull                          | Regelvägg 170 mm min. ull             |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,62                                | 0,62                                | 0,35                                               | 0,25                                  |
| <b>Fönster</b>               | <i>Typ</i>                 | 2-glas                              | 2-glas                              | 2-glas                                             | 3-glas                                |
|                              | <i>U-värde</i>             | 2,7                                 | 2,7                                 | 2,7                                                | 2,0                                   |
|                              | <i>G-värde</i>             | 76%                                 | 76%                                 | 76%                                                | 65%                                   |
| <b>Dörrar</b>                | <i>U-värde</i>             | 1,7                                 | 1,7                                 | 1,7                                                | 1,7                                   |
| <b>Vindsbjälklag</b>         | <i>Isolering</i>           | 150 mm spån                         | 150 mm spån                         | 150 mm lösull                                      | 200 mm lösull                         |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,5                                 | 0,5                                 | 0,26                                               | 0,20                                  |
| <b>Stödbensväggar</b>        | <i>Isolering</i>           | 150 mm spån                         |                                     |                                                    | 100 mm min. ull                       |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,5                                 | n/a                                 | n/a                                                | 0,37                                  |
| <b>Snedtak</b>               | <i>Isolering</i>           | 150 mm spån                         |                                     |                                                    | 100 mm min. ull                       |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,5                                 | n/a                                 | n/a                                                | 0,35                                  |

\* Antagande morän, beräkning med randzoner

\*\* Uppreglat golv med mellanliggande isolering

Tabell 6 Sammanställning av isoleringsgrad och U-värden [W/m<sup>2</sup>K] exkl. köldbryggor för typhusen av variant 3.

|                              |                            | <b>Typ A3</b><br><i>Bättre klimatskärm</i> | <b>Typ B3</b><br><i>Bättre klimatskärm</i> | <b>Typ C3</b><br><i>Bättre klimatskärm</i>        | <b>Typ D3</b><br><i>Bättre klimatskärm</i> |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Grund</b>                 | <i>Isolering</i>           | 50 mm isolering, betongplatta              | 50 mm isolering, betongplatta              | Reglar och 100 mm isolering, betongplatta makadam | Betongplatta 50 mm isolering, makadam      |
|                              | <i>U-värde inkl. mark*</i> | 0,26                                       | 0,26                                       | 0,25**                                            | 0,32**                                     |
|                              |                            |                                            |                                            |                                                   |                                            |
| <b>Källarvägg under mark</b> | <i>Isolering</i>           | 50 mm lätt-betongplatta, betonghålstén     | 50 mm lätt-betongplatta, betonghålstén     | n/a                                               | n/a                                        |
|                              | <i>U-värde inkl. mark</i>  | 0,67                                       | 0,67                                       | n/a                                               | n/a                                        |
| <b>Källarvägg ovan mark</b>  | <i>Isolering</i>           | 50 mm lätt-betongplatta, Betonghålstén     | 50 mm lätt-betongplatta, Betonghålstén     | n/a                                               | n/a                                        |
|                              | <i>U-värde</i>             | 1,0                                        | 1,0                                        | n/a                                               | n/a                                        |
| <b>Yttervägg</b>             | <i>Isolering</i>           | Plank-, eller regelvägg 170 mm min.ull     | Plank-, eller regelvägg 170 mm min.ull     | Regelvägg 190 mm min.ull                          | Regelvägg 240 mm min.ull                   |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,26                                       | 0,26                                       | 0,24                                              | 0,18                                       |
| <b>Fönster</b>               | <i>Typ</i>                 | 2-glas med energiglas (alt. äldre 3-glas)  | 2-glas med energiglas (alt. äldre 3-glas)  | (alt. äldre 3-glas)                               | Moderna 3-glas                             |
|                              | <i>U-värde</i>             | 1,8                                        | 1,8                                        | 1,8                                               | 1,0                                        |
|                              | <i>G-värde</i>             | 64%                                        | 64%                                        | 64%                                               | 56%                                        |
| <b>Dörrar</b>                | <i>U-värde</i>             | 1,7                                        | 1,7                                        | 1,7                                               | 0,7                                        |
| <b>Vinds-bjälklag</b>        | <i>Isolering</i>           | 100 mm lösull, 150 mm spån                 | 100 mm lösull, 150 mm spån                 | 200 mm lösull                                     | 200 mm lösull                              |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,24                                       | 0,24                                       | 0,20                                              | 0,20**                                     |
| <b>Stödbens-väggar</b>       | <i>Isolering</i>           | 150 mm min.ull                             | n/a                                        | n/a                                               | 100 mm min.ull                             |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,3                                        | n/a                                        | n/a                                               | 0,37**                                     |
| <b>Snedtak</b>               | <i>Isolering</i>           | 150 mm min.ull                             | n/a                                        | n/a                                               | 100 mm min.ull                             |
|                              | <i>U-värde</i>             | 0,3                                        | n/a                                        | n/a                                               | 0,35*                                      |

\* Antagande morän, beräkning med randzoner

\*\* Oförändrat mot typhusvariant 1

Tabell 7 Klimatskärmsåtgärder i typhusen A-D variant 1 (original) och variant 2 (befintlig värmepump). Angivna U-värden är exkl. köldbryggor.

| Åtgärd                                          | Nytt U-värde | Tilläggsisolering (mm) |        |        |        |
|-------------------------------------------------|--------------|------------------------|--------|--------|--------|
|                                                 |              | Typ A1                 | Typ B1 | Typ C1 | Typ D1 |
| Isolering av grund                              | 0,15*        | 150                    | 150    | 200**  | -      |
| Isolering källarvägg under mark                 | 0,19*        | 150                    | 150    | n/a    | n/a    |
| Isolering källarvägg ovan mark                  | 0,21         | 150                    | 150    | n/a    | n/a    |
| Tilläggsisolering yttervägg                     | 0,18         | 200**                  | 200**  | 150    | 100    |
| Tilläggsisolering vindsbjälklag                 | 0,13         | 250                    | 250    | 200    | 150    |
| Tilläggsisolering stödbensväggar                | 0,18         | 250**                  | n/a    | n/a    | 120    |
| Tilläggsisolering snedtak                       | 0,3          | 150**                  | n/a    | n/a    | -      |
| Byte till energiglas i befintliga 2-glasfönster | 1,8          | Ja                     | Ja     | Ja     | n/a    |
| §Byte av isolerkassett i 3-glasfönster          | 1,2          | n/a                    | n/a    | n/a    | Ja     |
| Byte av fönster                                 | 1,0          |                        |        |        |        |
| Byte av ytterdörrar                             | 0,7          |                        |        |        |        |

\* Inkl. mark. Antagande morän, beräkning med randzoner

\*\* Ersätter även tidigare isolering.

Tabell 8 Klimatskärmsåtgärder i typhusen A-D variant 3 (tidigare förbättrad klimatskärm). Angivna U-värden är exkl. köldbryggor.

| Åtgärd                                          | Nytt U-värde | Tilläggsisolering (mm) |        |        |        |
|-------------------------------------------------|--------------|------------------------|--------|--------|--------|
|                                                 |              | Typ A3                 | Typ B3 | Typ C3 | Typ D3 |
| Isolering av grund                              | 0,15*        | 150                    | 150    | 200**  | -      |
| Isolering källarvägg under mark                 | 0,19*        | 150                    | 150    | n/a    | n/a    |
| Isolering källarvägg ovan mark                  | 0,21         | 150                    | 150    | n/a    | n/a    |
| Tilläggsisolering yttervägg                     | 0,18         | 75                     | 75     | 55     | -      |
| Tilläggsisolering vindsbjälklag                 | 0,13         | 150                    | 150    | 150    | 150    |
| Tilläggsisolering stödbensväggar                | 0,18         | 100                    | n/a    | n/a    | 120    |
| Tilläggsisolering snedtak                       | -            | -                      | n/a    | n/a    | -      |
| Byte till energiglas i befintliga 2-glasfönster | -            | -                      | -      | -      | n/a    |
| Byte av isolerkassett i 3-glasfönster           | -            | n/a                    | n/a    | n/a    | -      |
| Byte av fönster                                 | 1,0          | ja                     | ja     | ja     | -      |
| Byte av ytterdörrar                             | 0,7          |                        |        |        |        |

\* Inkl. mark. Antagande morän, beräkning med randzoner

\*\* Ersätter även tidigare isolering.

Tabell 9 Antagna indata avseende uppvärmning, ventilation och internlaster.

|                                | <b>Typ A</b><br><i>1,5-plan med<br/>källare<br/>1920–1959</i> | <b>Typ B</b><br><i>1-plan med<br/>källare<br/>1930–1959</i> | <b>Typ C</b><br><i>1-plan utan<br/>källare<br/>1955–1979</i> | <b>Typ D</b><br><i>1,5-plan<br/>utan<br/>källare<br/>1970–1989</i> |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Antal boende</b>            | 3                                                             | 2                                                           | 3                                                            | 4                                                                  |
| <b>Inomhus-<br/>temperatur</b> | 22°C plan 1-2<br>18°C källare                                 | 22°C plan 1<br>18°C källare                                 | 22°C                                                         | 21°C *                                                             |
| <b>Uppvärmning</b>             | Elpanna och<br>vattenburet<br>radiatorsystem                  | Elpanna och<br>vattenburet<br>radiatorsystem                | Elpanna och<br>vattenburet<br>radiatorsystem                 | Direkt-<br>verkande<br>el                                          |
| <b>Ventilation</b>             | Självdreg 0,4 oms/h                                           |                                                             |                                                              |                                                                    |
| <b>Varmvatten</b>              | 150 m <sup>3</sup> /år<br>20 kWh/m <sup>2</sup> ,år *         |                                                             |                                                              |                                                                    |
| <b>Förluster VVB</b>           | 1200 kWh/år, varav 50% tillgodoräknas byggnaden               |                                                             |                                                              |                                                                    |
| <b>Solavskärmning</b>          | 0,71 * (enligt BEN)                                           |                                                             |                                                              |                                                                    |
| <b>Internlast personer</b>     | Närvaro 14h/7dagar/52 veckor *<br>Effektavgivning 80 W/person |                                                             |                                                              |                                                                    |
| <b>Internlast hushållsel</b>   | 70% av 30 kWh/m <sup>2</sup> ,år *                            |                                                             |                                                              |                                                                    |
| <b>Glasandel fönster</b>       | 80%                                                           |                                                             |                                                              |                                                                    |

\* Enligt Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN

Indata avseende uppvärmning, ventilation och internlaster redovisas i Tabell 9. Nedanstående lista beskriver åtgärder i tekniska system eller energiförsörjning och hur dessa påverkar energianvändningen.

- Snålspolande armaturer
  - Minskning av tappvattenanvändning och energianvändningen för uppvärmning av tappvarmvatten med 20% (vilket är lite högre än BEN) till 16 kWh/m<sup>2</sup>, år
- Byte av termostatventiler och injustering av vattenburet värmesystem (ej hus D på grund av direktverkande el)
  - Sänkning av inomhustemperaturen med 1°C
- Byte av varmvattenberedare (200 liter)
  - Minskning av värmeförluster från 1200 till 400 kWh/år
- Byte till varmvattenberedare med inbyggd värmepump
  - Minskning av energi för uppvärmning av tappvarmvatten med nära 60% (COP 2,4)
  - Minskning av värmeförluster från 1200 till 400 kWh/år

- Installation av värmepump
  - Minskning av köpt el
  - För de södra orterna (Malmö och Linköping) ingår installation av luft-vattenvärmepump i föreslaget åtgärds paket
  - För de norra orterna (Östersund och Gällivare) ingår installation av bergvärmepump i föreslaget åtgärds paket
  - $SCOP_{\text{värme}}$  och  $COP_{\text{tappvarmvatten}}$  beror på värmepumptyp och ort och redovisas i Excel-verktyget *EKR-småhus*
- Byte till fjärrvärme
  - Fjärrvärme ersätter köpt el för uppvärmning och tappvarmvatten
  - Paket med konvertering till fjärrvärme beräknas ej för typhusvarianter där det finns en befintlig värmepump
- Installation av solcellsanläggning på 5-6 kW<sub>p</sub>
  - Egenanvänd solceller för värme och tappvarmvatten minskar mängden köpt el
  - Besparing och förbättring av energiprestanda beror av köpt el för värme och tappvarmvatten före installation av solceller, samt ort (solinstrålning)
  - I verkligheten kommer producerad solceller även att ersätta hushållsel. Hänsyn till detta tas i lönsamhetsberäkningar (avsnitt 3.1.2), men det påverkar ej byggnadens energiprestanda.

### 3.1.2 Indata till lönsamhetsberäkningar

Lönsamhet för enskilda åtgärder och åtgärds paket har beräknats utifrån:

- Beräknad energibesparing jämfört med före åtgärden/åtgärderna.
- Antaganden om el-, vatten och fjärrvärmekostnader, samt vid installation av solceller även ersättningen för såld el
- Antaganden om investeringskostnad för material och arbete (exklusive ROT)

Eftersom de energieffektiviserande åtgärderna ser lite olika ut i olika typhus skiljer sig också de antagna investeringskostnaderna åt mellan olika hus. Som exempel visas i Tabell 10 investeringskostnader och kalkyltider för enskilda åtgärder i typhus A1. Investeringskostnader för enskilda åtgärder för samtliga typhusvarianter återfinns i Excel-verktyget *EKR-typsmåhus*.

Några kommentarer kopplat till investeringskostnad:

- Tilläggsisolering av fasad antas endast genomföras om det finns ett behov av renovering. Därmed inkluderas endast den merkostnad som tilläggsisoleringen medför i investeringskostnaden.
- Isolering av källarväggar under mark antas endast genomföras om det finns ett behov av omdränning. Därmed inkluderas endast den merkostnad som isoleringen medför i investeringskostnaden.
- Tilläggsisolering av källarväggar ovan mark görs antingen i kombination med tilläggsisolering av fasad eller isolering av källarväggar. Även här räknas endast med en merkostnad.
- I kostnaden för isolering av källargolv inkluderas bilning av befintlig betongplatta och ny platta med underliggande isolering.
- Vid byte till fjärrvärme alternativt bergvärmepump eller luftvattenvärmepump i hus D (som från början har direktverkande el) inkluderas även en kostnad för konvertering till vattenburen distribution.

Tabell 10 Investeringskostnader och kalkyltider för enskilda åtgärder i typhus A1. Kostnader anges inkl. moms och exkl. ROT.

| Åtgärd                                                                     | Arbets-kostnad | Material-kostnad | Total kostnad | Enhet                                         | Kalkyl-tid (år) |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|---------------|-----------------------------------------------|-----------------|
| Tilläggsisolering av fasad i samband med renovering + källarvägg ovan mark | 75             | 350              | 425           | kr /m <sup>2</sup> fasad                      | 40              |
|                                                                            | 500            | 600              | 1 100         | kr /m <sup>2</sup> källarvägg ovan mark       |                 |
| Tilläggsisolering av vind                                                  | 250            | 170              | 420           | kr /m <sup>2</sup> vindsbjälklag              | 40              |
|                                                                            | 400            | 200              | 600           | kr /m <sup>2</sup> snedtak eller stödbensvägg |                 |
| Tilläggsisolering av källarvägg under mark i samband med omdränning        | 100            | 250              | 350           | kr /m <sup>2</sup> källarvägg under mark      | 40              |
| Byte av fönster                                                            | 4750           | 4750             | 9500          | kr /m <sup>2</sup> fönster                    | 40              |
| Byte till energiglas i befintliga fönster                                  | 600            | 900              | 1500          | kr /m <sup>2</sup> fönster                    | 10              |
| Byte av dörrar                                                             | 2200           | 5800             | 8 000         | kr /m <sup>2</sup> dörr                       | 35              |
| Isolering av källargolv                                                    |                |                  | 5 000         | kr /m <sup>2</sup> källargolv                 | 40              |
| Byte av termostater och injustering av värmesystemet                       |                |                  | 50            | kr /m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>          | 10              |
| Byte till energieffektiva tappvattenarmaturer                              |                |                  | 10 000        | kr /småhus                                    | 20              |
| Byte till varmvattenberedare med värmepump                                 | 12 000         | 22 000           | 34 000        | kr /VVB                                       | 15              |
| Installation av luftvattenvärmepump (inkl. varmvattenberedare)             |                |                  | 125 000       | kr /värmepump                                 | 15              |

| Åtgärd                                                   | Arbets-kostnad | Material-kostnad | Total kostnad | Enhet                  | Kalkyl-tid (år) |
|----------------------------------------------------------|----------------|------------------|---------------|------------------------|-----------------|
| Installation av bergvärmepump (inkl. varmvattenberedare) |                |                  | 170 000       | kr /värmepump          | 25              |
| Installation av fjärrvärme                               |                |                  | 75 000        | kr /fjärrvärme-central | 25              |
| Installation av solceller                                |                |                  | 19 000        | kr /kW                 | 25              |

Elkostnader som inkluderas i lönsamhetsberäkningarna är rörliga elnäts- och elhandelsavgifter (avgifter per kWh) enligt Tabell 11. Dessa baseras på genomsnittliga priser från det senaste året (september 2021-augusti 2022). De orter som typhusen simulerats för ligger alla i olika elområden (Figur 14), med stor skillnad i spotpris under den aktuella perioden.

Tabell 11 Antagna elkostnader.

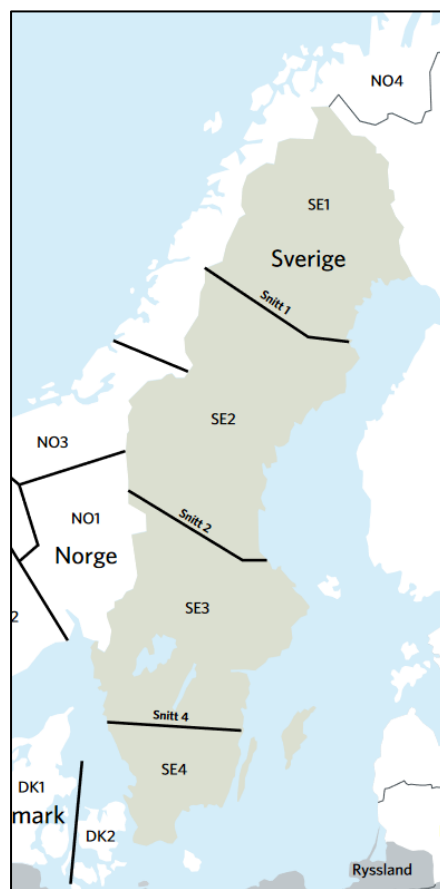
|                                           |             |
|-------------------------------------------|-------------|
| Spotpris elområde SE1 (Gällivare)         | 49 öre/kWh  |
| Spotpris elområde SE2 (Östersund)         | 53 öre/kWh  |
| Spotpris elområde SE 3 (Linköping)        | 142 öre/kWh |
| Spotpris elområde SE 4 (Malmö)            | 179 öre/kWh |
| Rörliga nätavgifter                       | 49 öre/kWh  |
| Rörliga elhandelsavgifter                 | 7 öre/kWh   |
| Elcertifikat                              | 3 öre/kWh   |
| Energiskatt Linköping och Malmö           | 45 öre/kWh  |
| Sänkt energiskatt Gällivare och Östersund | 33 öre/kWh  |

Vid beräkning av lönsamhet för eventuell solcellsanläggning antas överskottselsommatas in på elnätet ha ett värde motsvarande: spotpris + nätnytta 8 öre/kWh + skattereduktion 60 öre/kWh.

Övriga kostnader som har antagits för lönsamhetsberäkningarna:

- Fjärrvärme: 0,95 kr/kWh
- Vatten: 25,0 kr/m<sup>3</sup>

Kostnaden för vatten används vid beräkning av lönsamhet för byte till energieffektiva vattenarmaturer.



Figur 14 Elområden i Sverige. Källa: Svenska kraftnät, 2021



I Excel-verktyget *EKR-småhus* är det möjligt för användaren att själv justera energikostnader eller göra ett generellt påslag på (eller avdrag från) antagna investeringskostnader.

## 3.2 Resultat

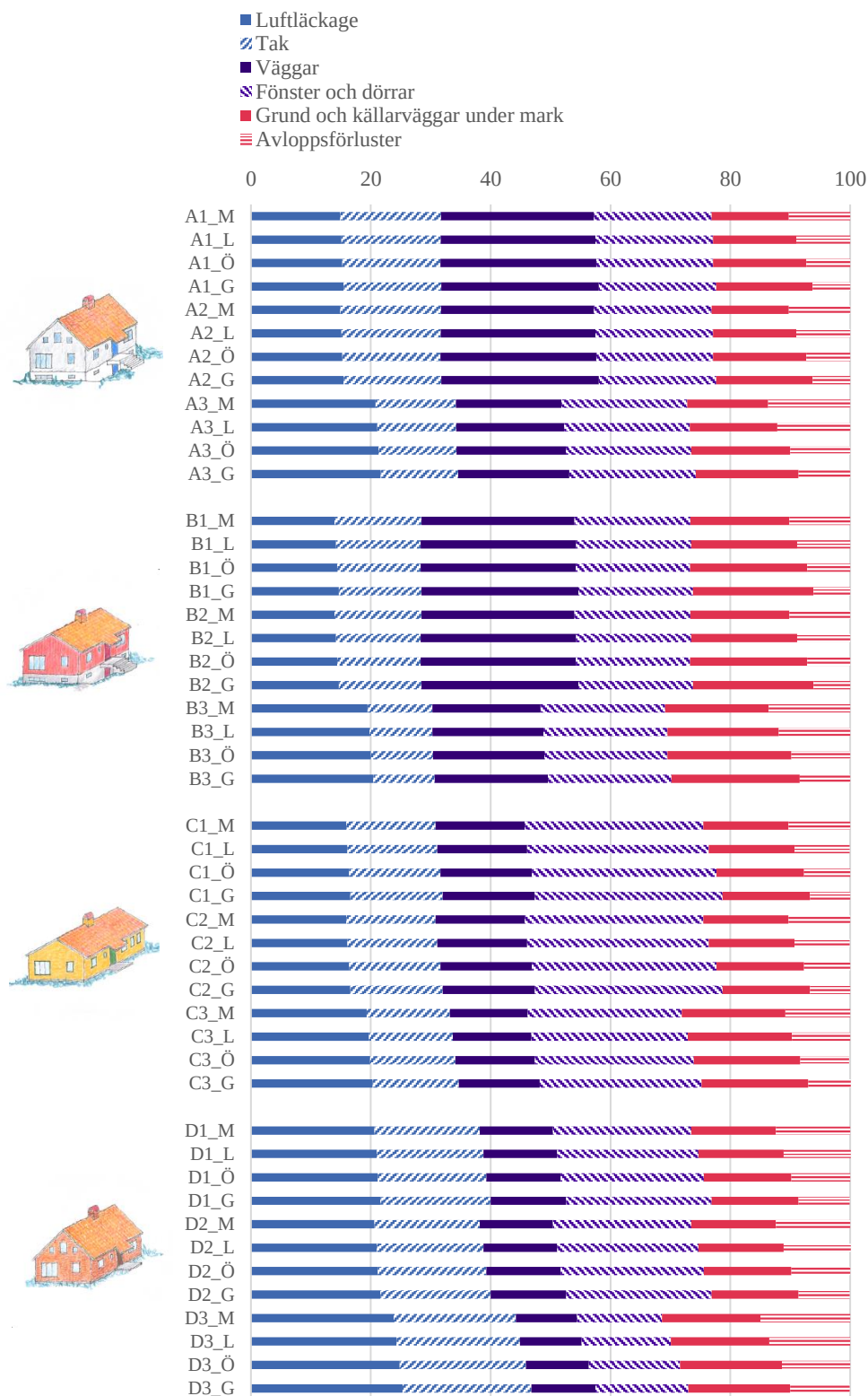
I följande avsnitt presenteras resultat från energi- och lönsamhetsberäkningar.

### 3.2.1 Energiförluster och energiprestanda före åtgärder

En fördelning av energiförluster i vart och ett av de 48 typhusen (fyra grundtyper i tre varianter placerade på fyra olika orter) visas i (Figur 15). Här ses bland annat att förlusterna genom ytterväggar utgör en större del av de totala förlusterna i de två äldre typhusen (hus A och B), jämfört med husen från 60–70-tal (hus C och D). Andelen förluster genom fönster (och dörrar) är däremot som störst i hus C, som har relativt stora fönsterytor med höga U-värden. Avloppsförlusterna utgör en allt mindre del ju längre norrut huset är placerat, vilket beror på att de totala energiförlusterna blir allt större.

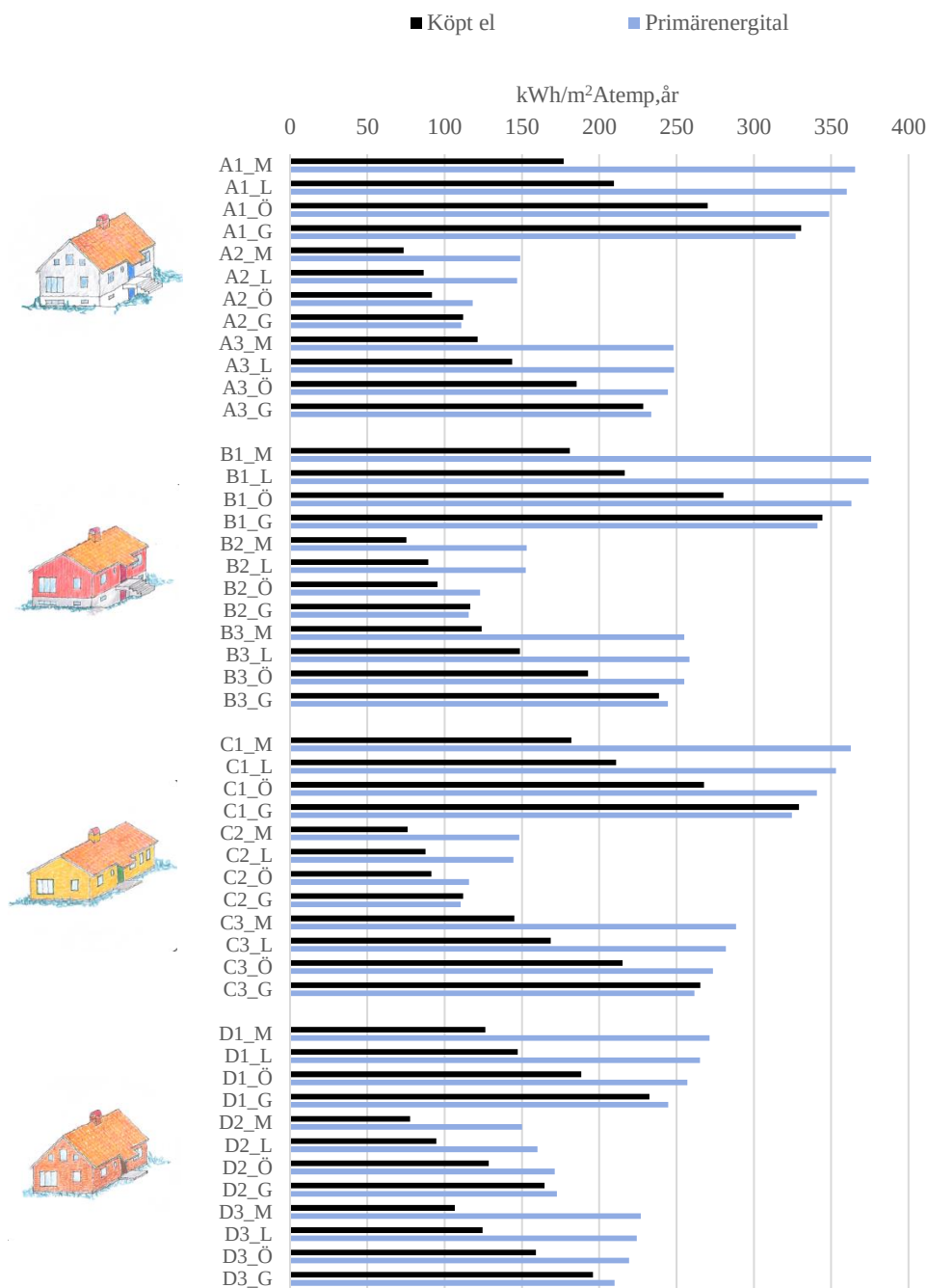
Specifik energianvändning och energiprestanda för de olika typhusen före energieffektiviserande åtgärder har sammanställts i Figur 16. Energianvändningen som visas här är i form av köpt el eftersom samtliga hus på ett eller annat sätt värms med el före åtgärder.

# Energiförluster



Figur 15 Fördelning av energiförluster i typbyggnaderna före åtgärder enligt simulering i BV2. Första bokstaven A-D berättar vilken typ av byggnad det gäller och efterföljande siffra vilken typusvariant (original, med bättre klimatskal eller med befintlig värmepump). Den sista bokstaven står för orten (Malmö, Linköping, Östersund eller Gällivare).

# Energianvändning och energiprestanda



Figur 16 Energianvändning enligt simulering i BV2 och motsvarande primärenergital efter beräkning enligt BBR29. Första bokstaven A-D berättar vilken typ av byggnad det gäller och efterföljande siffror vilken typhusvariant (original, med bättre klimatskal eller med befintlig värmepump). Den sista bokstaven står för orten (Malmö, Linköping, Östersund eller Gällivare).

### 3.2.2 Energibesparing genom enskilda åtgärder och åtgärdspaket

För enskilda åtgärder avseende klimatskärm eller tekniska installationer har möjlig besparing beräknats för vart och ett av typhusen. Exempel på energibesparing genom enskilda åtgärder i typhus A1, Linköping ges i Tabell 12. I Excel-verktyget *EKR-typsmåhus* återfinns motsvarande resultat för samtliga typhus.

Tabell 12 Energibesparing med enskilda åtgärder avseende klimatskärm och tekniska installationer i hus A1, Linköping

| Åtgärd                                                                     | Energibesparing        |        |     |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------|-----|
|                                                                            | kWh/m <sup>2</sup> .år | kWh/år |     |
| Tilläggsisolering av fasad i samband med renovering + källarvägg ovan mark | 46,8                   | 7953   | 22% |
| Tilläggsisolering av vind                                                  | 23,7                   | 4021   | 11% |
| Tilläggsisolering av källarvägg under mark i samband med omdränning        | 17,0                   | 2893   | 8%  |
| Byte av fönster                                                            | 19,1                   | 3251   | 9%  |
| Byte till energiglas i befintliga fönster                                  | 9,5                    | 1615   | 5%  |
| Byte av dörrar                                                             | 1,4                    | 241    | 1%  |
| Isolering av källargolv                                                    | 6,4                    | 1095   | 3%  |
| Byte av termostater och injustering av värmesystemet                       | 9,0                    | 1537   | 4%  |
| Byte till energieffektiva tappvattenarmaturer                              | 4,0                    | 680    | 2%  |
| Byte till varmvattenberedare med värmepump                                 | 16,4                   | 2794   | 8%  |

Energibesparing och förbättrad energiprestanda efter genomförande av de föreslagna åtgärdspaketen för respektive typhus och ort visualiseras i diagram i Excel-verktyget *EKR-typsmåhus*. Exempel på sådana diagram för typhus A1 placerat i Linköping ges i Figur 17 respektive Figur 18 nedan. En beskrivning av de olika stegen ges i Tabell 13.

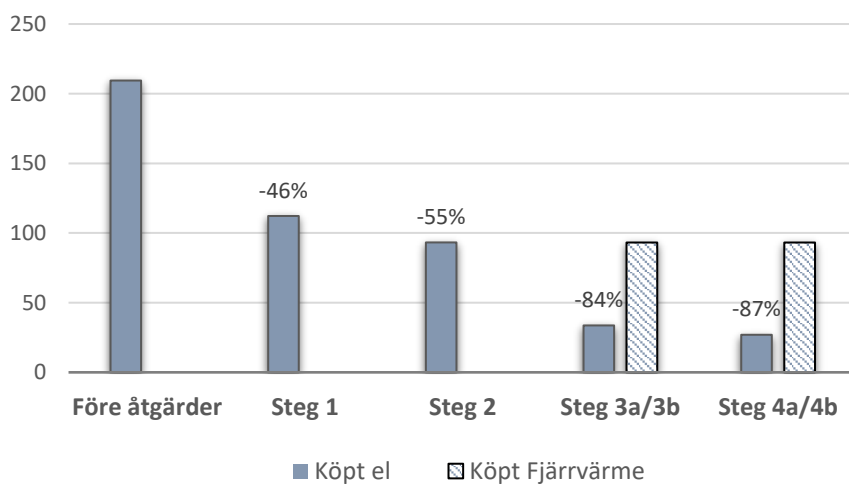
Sammanställningar av resultat för åtgärdspaket inklusive värmepump, alternativt med konvertering till fjärrvärme presenteras i Figur 19 respektive Figur 20. Resultaten som visas i dessa diagram inkluderar inte installation av solceller.

Tabell 13 Steg i åtgärdspaket för hustyp A1 Linköping.

| Åtgärdspaket   | Beskrivning                                                                                                               |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Steg 1</b>  | Tilläggsisolering fasad, vind och källarväggar, byte av termostater och injustering, energieffektiv tappvarmvattenarmatur |
| <b>Steg 2</b>  | Steg 1 + byte av fönster och dörrar                                                                                       |
| <b>Steg 3a</b> | Steg 2 + luft-vattenvärmepump                                                                                             |
| <b>Steg 4a</b> | Steg 3a + solceller                                                                                                       |
| <b>Steg 3b</b> | Steg 2 + fjärrvärme                                                                                                       |
| <b>Steg 4b</b> | Steg 3b + solceller                                                                                                       |

**Köpt energi**  
till värme och  
tvv  
[kWh/m<sup>2</sup>.år]

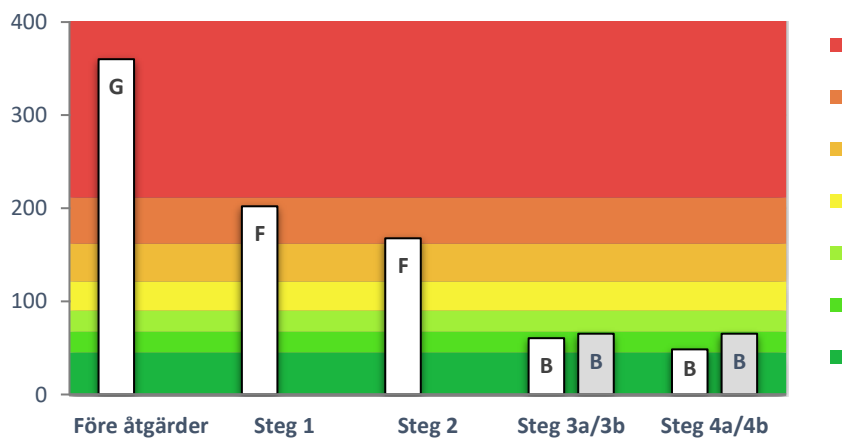
## Energianvändning



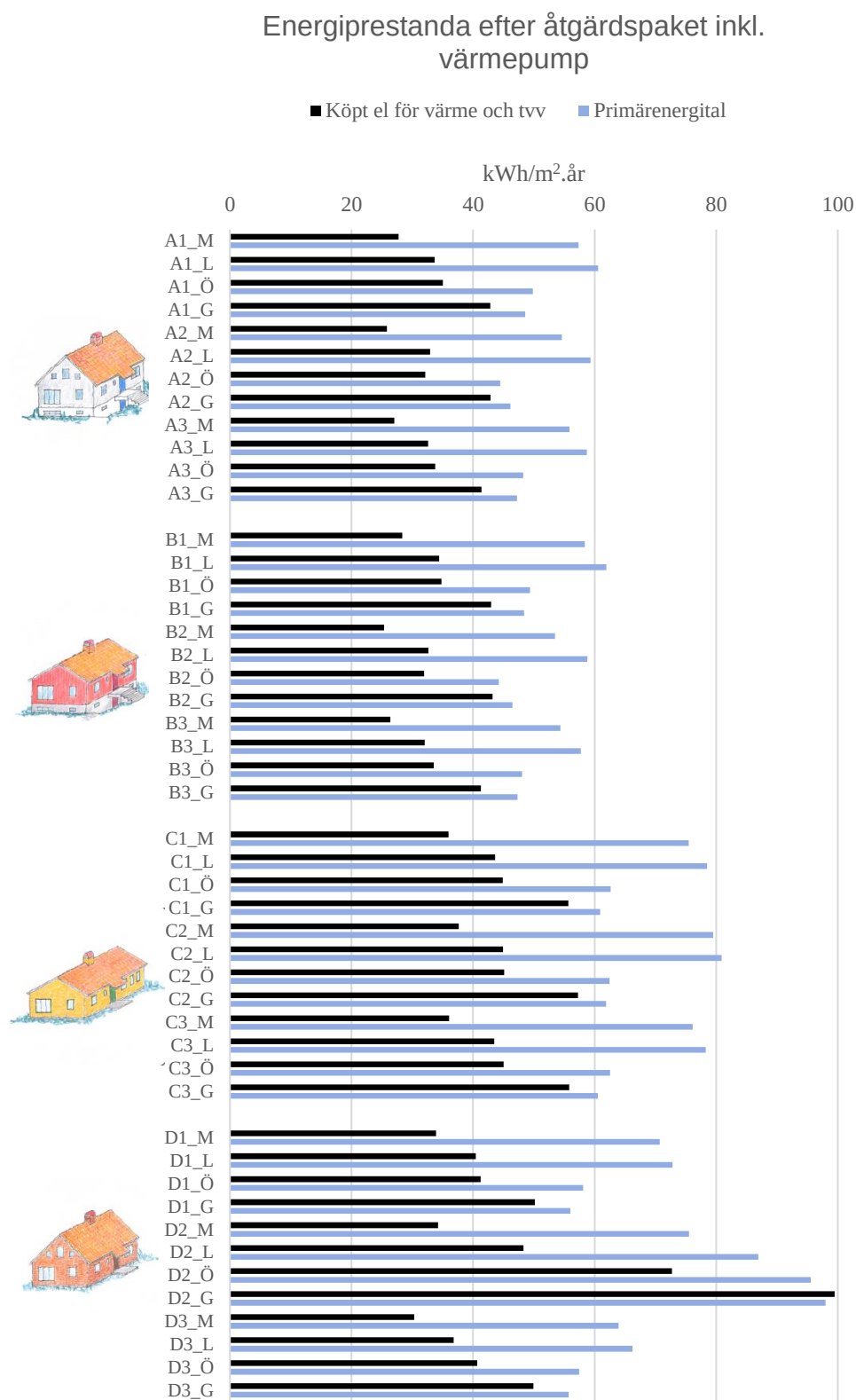
Figur 17 Energibesparing genom åtgärds paket i flera steg för typhus A1 beläget i Linköping.

**Primärenergital**  
[kWh/m<sup>2</sup>.år]

## Energiprestanda

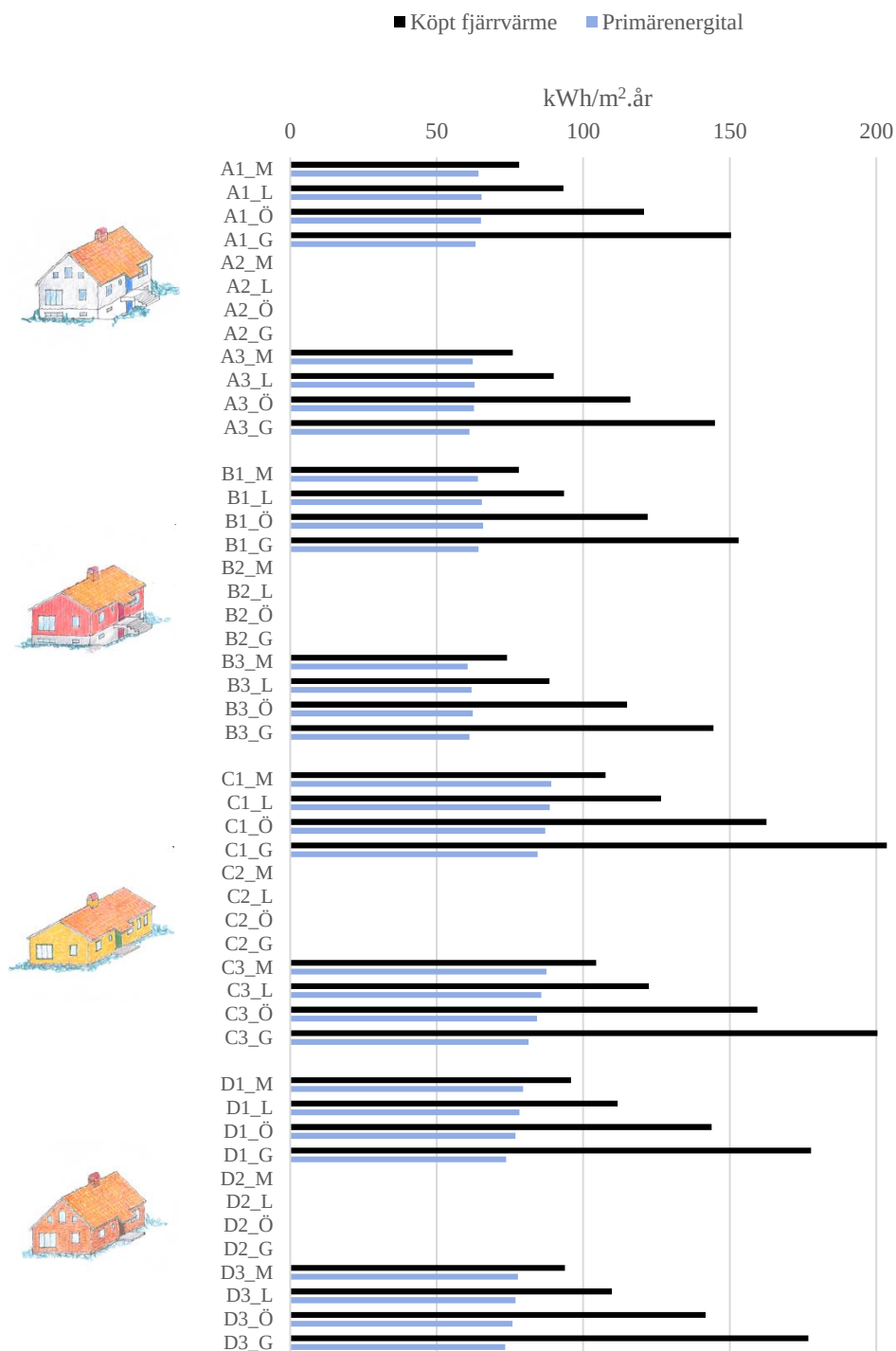


Figur 18 Förbättring av primärenergital och energiklass genom åtgärds paket i flera steg för typhus A1 beläget i Linköping



Figur 19 Sammanställning av köpt energi och energiprestanda för samtliga typhus efter genomförande av föreslaget åtgärds paket inklusive värmepump, men utan solceller. Typhusvarianter A2, B2, C2 och D2 har en äldre värmepump sedan tidigare.

# Energiprestanda efter åtgärds paket inkl. konvertering till fjärrvärme



Figur 20 Sammanställning av köpt energi och energiprestanda för samtliga typhus efter genomförande av föreslaget åtgärds paket inklusive konvertering till värmepump, men utan solceller. Typhus A2, B2, C2 och D2 saknas eftersom konvertering till fjärrvärme inte antogs vara aktuellt då dessa varianter har en värmepump installerad sedan tidigare.

### 3.2.3 Resultat - Lönsamhet

Lönsamhet för enskilda åtgärder såväl som åtgärdspaket presenteras för samtliga typhus i det framtagna Excel-verktyget *EKR-typsmåhus*. Exempel på en lista med kostnadsbesparing och lönsamhet för enskilda åtgärder i hus A1 Linköping visas i Tabell 14. Lönsamhet för åtgärdspaket visualiseras i internräntediagram. Ett exempel på detta visas i

Tabell 14Figur 21

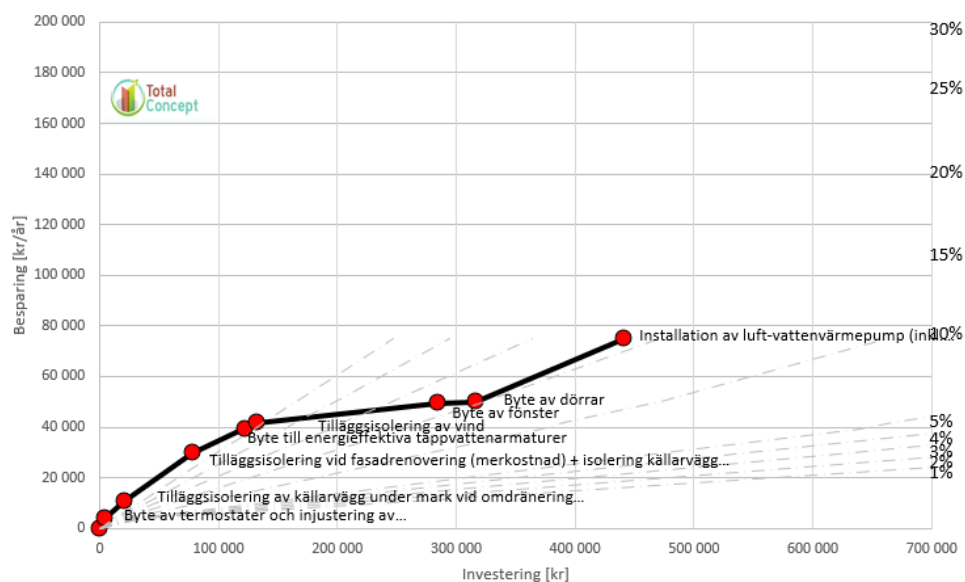
I Excel-verktyget *EKR-typsmåhus* har användaren även själv möjlighet att välja vilka åtgärder som ska inkluderas i ett åtgärdspaket genom att lägga till eller ta bort åtgärder från det paket som först föreslås. Det är också möjligt att göra egna justeringar av energi- och investeringskostnader jämfört med förvalda indata, exempelvis för en känslighetsanalys. Utifrån användarens egna val och justeringar presenteras ett nytt resultat i både siffror och internräntediagram.

I det här arbetet används lönsamhetsmåttet internränta, vilket uttrycker årlig avkastning för en investering. En riktlinje för att bedöma om en investering gjord av en privatperson ska kunna betraktas som lönsam är att internräntan minst bör motsvara låneränta för ett eventuellt lån för att finansiera investeringen, alternativt den uteblivna avkastningen vid en annan placering av de medel som binds i investeringen.

Tabell 14 Lönsamhet för enskilda åtgärder i hus A1 Linköping

| Åtgärd                                                                              | Årlig kostnadsbesparing | Internränta |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Tilläggsisolering vid fasadrenovering (merkostnad) + isolering källarvägg ovan mark | 19 881 kr               | >50%        |
| Tilläggsisolering av vind                                                           | 10 051 kr               | 23%         |
| Tilläggsisolering av källarvägg under mark vid omdränning (merkostnad)              | 7231 kr                 | >50%        |
| Byte av fönster                                                                     | 8 126 kr                | 4%          |
| Byte till energiglas i befintliga fönster                                           | 4 036 kr                | 11%         |
| Byte av dörrar                                                                      | 601 kr                  | -2%         |
| Bilning och nytt källargolv med underliggande isolering                             | 2 736 kr                | -4%         |
| Byte av termostater och injustering av värmesystemet                                | 3 841 kr                | >50%        |
| Byte till energieffektiva tappvattenarmaturer                                       | 2 195 kr                | 22%         |
| Byte till varmvattenberedare med värmepump                                          | 6 985 kr                | 19%         |





Figur 21 Internräntediagram för typhus A1 Linköping

Lönsamhet för installation av solceller redovisas aldrig enskilt utan finns endast med som del i den totala lönsamheten för föreslagna åtgärds paket. Detta på grund av att lönsamheten för en solcellsanläggning varierar med hur stor del som kan användas direkt i byggnaden, vilket i sin tur beror på elanvändningen i byggnaden. Av samma anledning är det inte heller möjligt att inkludera solceller i ett eget sammansatt paket av åtgärder. För beräkning av solceller hänvisas i stället till *Solelkalkylen* som är tillgänglig på Energimyndighetens sida Solelportalen.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/vad-kostar-det/solelkalkyl/>

## 4 Referenser

Andersson, C., Fant, K., Landfors, K., During, O., Södergren, L-O. (2009). *Att tilläggsisolera hus - fakta, fördelar och fallgropar*. Eskilstuna: Energimyndigheten.

Björk, C., Nordling, L., Reppen, L. (2015). *Så byggdes villan: Svensk villaarkitektur från 1890 till 2010*. Utgåva 2. Stockholm: Svensk Byggtjänst.

Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4. Avsnitt 1:2213

Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4. Avsnitt 9 Energihushållning

Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN

Boverket, 2010. *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI*

Jonsson, L. (1985). *Från egnahem till villa: enfamiljshuset i Sverige 1950–1980*. Gävle: Statens inst. för byggnadsforskning; Stockholm: Liber Förlag (distr.)

Svenska kraftnät (2021). *Systemutvecklingsplan 2022–2031: Vägen mot en dubblad elanvändning*.

Wetterlund, H., Carlsson, H., Hagentoft, C-H., Wallin, M. (2010). *Mark-kant värmeförlust*. Bygg & teknik 2/10.

Östman, R., (2017). *Byggnadsteknik hos villor byggda på 1960-talet*. Examensarbete. Stockholm: Kungliga tekniska högskolan.

### Websidor

<https://hallahus.se/stilhistoria/>

<https://stockholmslansmuseum.se/byggwebben/bebyggelseguide/villor-och-egnahem/>

<https://stadshem.se/byggnadsvard/1920-talsvillan/>

<https://villa1900.wordpress.com>

<https://www.kompetensitra.se/byggnadsvard/hitta-ditt-hus/>

<https://byggnadsvard.se/enfamiljshuset-i-sverige-efter-1950/>

<https://www.slojdochbyggnadsvard.se/kunskap--fakta/byggnader-och-hantverk/hus-i-vast/>

<https://digitaltmuseum.se/>

<https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/olika-trakonstruktioner/smahus-och-flervaningshus/>

<https://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/vad-kostar-det/solelkalkyl/>

### Statistik

Boverkets databas BETSI. Tillgänglig från: <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/oppna-data/betsi-oppna-data/databasen-fran-betsi/>

Utdrag från Boverkets Energideklarationsregister (databas Gripen) i november 2021.

SCB, 2022. Statistikdatabasen, Antal och andel hushåll efter region, boendeform och hushållets storlek. År 2021. (2022-04-21)

SCB, 2022. Statistikdatabasen. Antal lägenheter efter hustyp och byggnadsperiod. År 2021. (2022-04-21).

SCB, 2022, *Tätorter 2020: Småhus vanligast i tätorter. Statistiknyhet från SCB 2022-03-31*, <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter/pong/statistiknyhet/statistiska-tatorter-och-smaorter-2020/> [Besökt 2022-10-20]

Sveriges officiella statistik, Energimyndigheten: Energistatistik för småhus 2021 (Excelfil)

Folk och bostadsräkningen 1985, Tabell 13.

[https://share.scb.se/ov9993/data/historisk%20statistik/SOS%201911-%2FFolk-%20och%20bostadsr%C3%A4kningen%2FFolk-%20och%20bostadsr%C3%A4kningen%201965-1990%2FFolk%20och%20bostadsr%C3%A4kningen%201985%20\(SOS\)%2FFolk-o-bostadsrakningen-1985\\_8.pdf](https://share.scb.se/ov9993/data/historisk%20statistik/SOS%201911-%2FFolk-%20och%20bostadsr%C3%A4kningen%2FFolk-%20och%20bostadsr%C3%A4kningen%201965-1990%2FFolk%20och%20bostadsr%C3%A4kningen%201985%20(SOS)%2FFolk-o-bostadsrakningen-1985_8.pdf). [Hämtad 2022-10-20].