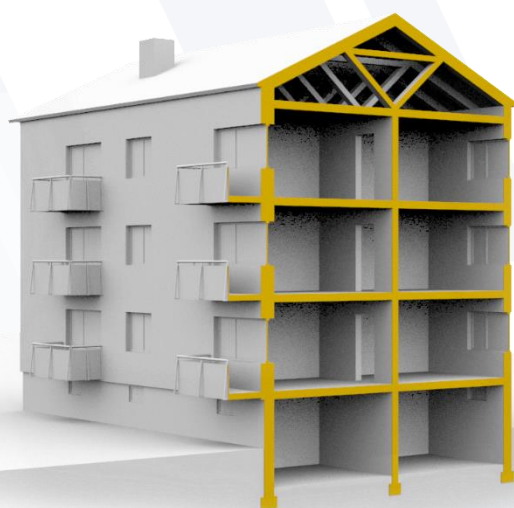


Beställt av  
Energimyndigheten

Utfört av  
Åsa Wahlström, Mari-Liis Maripuu, CIT Energy Management

Göran Werner, Elin Carlsson, Roland Jonsson, WSP Environmental

Datum  
2020-12-15



# Krav på IMD i befintliga flerbostadshus och alternativet energieffektivisering

Information till energi- och klimatrådgivare  
samt fastighetsägare

## Förord

Föreliggande rapport har tagits fram av CIT Energy Management och WSP på uppdrag av Energimyndigheten och i samverkan med Boverket. Uppdraget omfattar övergripande att inspirera de fastighetsägare som omfattas av införande av IMD för värme till att välja alternativet att genomföra lönsamma energieffektiviserande åtgärder och på så sätt göra en betydande förbättring av byggnadens energiprestanda. Rapporten ger en beskrivning av främst IMD för värme och alternativet energieffektivisering, med typbyggnader som exempel, och avser att vara ett underlag för energi- och klimatrådgivare. Underlaget har använts för tre timmars utbildning av cirka 160 energi- och klimatrådgivare under hösten 2020. Till rapporten finns också en populärvetenskaplig sammanfattning i form av en folder riktad till fastighetsägare som kan användas av energi- och klimatrådgivare.

Projektet har genomförts under maj till december 2020 i en arbetsgrupp bestående av Åsa Wahlström och Mari-Liis Maripuu, CIT Energy Management och Göran Werner, Roland Jonsson och Elin Carlsson, WSP Sverige AB.

Beräkningar har genomförts av CIT Energy Management och kostnadsuppskattningar för de olika energieffektiviseringsåtgärderna har tagits fram av WSP. Material har även hämtats av två tidigare uppdrag genomfört av CIT Energy Management angående införande av krav på IMD.

Projektet har följts av följande referenspersoner:

- Mikael Näslund, Thomas Johansson och Erik Olsson, Boverket
- Tomas Berggren, Morgan Dahlman och Anna Wistrand, Energimyndigheten
- Energi- och klimatrådgivare:
  - Björn Lundqvist, Göteborg
  - Zandra Camber, Västerås
  - Peter Palo, Lappland
  - Helena Jansson, Östersund
  - Ragnar Uppström, Mölndal

Initiativtagare och ansvariga hos beställaren Energimyndigheten har varit Tomas Berggren. Projektledare har varit Åsa Wahlström, CIT Energy Management.

Göteborg den 15 december 2020

*Åsa Wahlström*

## Sammanfattning

En ändring i förordningen om energimätning i byggnader innebär i korthet att byggnader med sämre energiprestanda kommer att omfattas av ett retroaktivt krav vilket innebär att de ska installera system för IMD av värme. Möjligheter för undantag finns om det inte är tekniskt genomförbart eller om åtgärden inte är proportionell i förhållande till de möjliga energibesparingar som skulle kunna uppnås. Undantag för installation av IMD för värme finns också om andra konkreta, planerade energieffektiviserande åtgärder kommer att medföra lägre primärenergital än de gränsvärden som anges.

Målet med föreliggande projekt är att inspirera de fastighetsägare som omfattas av införande av IMD för värme att välja alternativet att genomföra lönsamma energieffektiviserande åtgärder och på så sätt göra en betydande förbättring av byggnadens energiprestanda.

Detta genomförs genom att visa på energieffektiviseringsmöjligheter för två representativa byggnader som omfattas av IMD-kravet för värme. De valda typbyggnaderna är 3-vånings lamellhus från 50- respektive 70-talet. Beräkningar har genomförts för vanligt förekommande energieffektiviseringsåtgärder där resultatet presenteras med energieffektivisering och lönsamhet för två olika paket av åtgärder (klimatskärmsåtgärder, installationsåtgärder och båda paketen tillsammans).

Syftet är att fastighetsägare ska känna igen sin egen byggnad ifrån typbyggnaden och få en ökad förståelse av vilka möjligheter det finns att genomföra lönsamma energieffektiviseringsåtgärder. Fastighetsägaren kan därmed gå vidare och göra en specifik energikartläggning för den egna byggnaden för utvalda åtgärder och slutligen genomföra dessa åtgärder.

Vid införandet av IMD för värme kommer många fastighetsägare att behöva utreda om de omfattas av kravet och vilka alternativ av åtgärder som kan behöva vidtas. Här kommer det att finnas ett stort informationsbehov om vad IMD-kraven innebär i sig och särskilt om vad det innebär att genomföra energieffektiviseringsåtgärder som alternativ till att införa IMD värme. Information behövs också om det krav på installation av IMD för varmvatten i samband med ombyggnad, vilket också ställs i förordningen om energimätning i byggnader.

I föreliggande rapport beskrivs underlagsmaterial för vad IMD innebär, incitament för energieffektivisering, beskrivning av de typbyggnaderna som ska inspirera till energirenovering och tillvägagångsätt vid en energirenovering.

## Innehåll

Förord .....	2
Sammanfattning .....	3
Innehåll .....	4
1 Introduktion .....	5
1.1 Bakgrund .....	5
1.2 Syfte och mål .....	7
1.3 Metodbeskrivning och läsanvisning .....	7
2 Individuell mätning och debitering, IMD .....	9
2.1 Fastställande av om byggnaden omfattas av IMD för värme .....	9
2.2 Energieffektiviserande åtgärder istället för IMD .....	10
2.3 Mätmetod för IMD för värme .....	11
2.4 Kostnadsfördelning och erfarenheter från IMD för värme .....	11
2.5 IMD för varmvatten .....	13
3 Incitament och mervärden med energieffektivisering .....	15
4 Typiska energieffektiviseringsåtgärder för representativa byggnader – en guide .....	17
4.1 Beskrivning av typbyggnader och beräkningsförutsättningar .....	17
4.2 Beskrivning av åtgärder för energieffektivisering .....	21
4.3 Investeringskostnader och lönsamhetskalkylen .....	24
4.4 Resultat .....	29
5 Tillvägagångssätt vid energieffektivisering .....	35
5.1 Systematisk arbetsprocess .....	35
Bilaga 1. Indata till energiberäkningar .....	39
Bilaga 2. Energieffektiviseringsåtgärder .....	43
Bilaga 3. Resultat från beräkningar .....	47

# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

En ändring i förordningen om energimätning i byggnader innebär begränsade krav på installation av system för individuell mätning och debitering, IMD, av värme och varmvatten. Förordning och föreskrifter träder i full kraft 1 juli 2021 och innebär i korthet att:

- Den som äger ett flerbostadshus i Jämtlands, Västerbottens eller Norrbottens län som har en energiprestanda som, uttryckt som ett primärenergital, överstiger  $180 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$  och  $\text{år}^1$  ska installera system för IMD av värme.
- Den som äger ett flerbostadshus i något av landets övriga län som har en energiprestanda som, uttryckt som ett primärenergital, överstiger  $200 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$  och  $\text{år}^1$  ska installera system för IMD av värme.
- Den som för egen räkning utför eller låter utföra en ombyggnad av ett flerbostadshus som innefattar en ny installation av tappvarmvatten eller en väsentlig ändring av befintliga installationer för tappvarmvatten ska i samband med ombyggnaden installera system för IMD av varje lägenhets förbrukning av tappvarmvatten.

Möjligheter för undantag finns:

- System för IMD av värme eller tappvarmvatten behöver inte installeras om det inte är tekniskt genomförbart eller om åtgärden inte är proportionell i förhållande till de möjliga energibesparingar som skulle kunna uppnås.
- System för IMD av värme behöver inte heller installeras om andra konkreta, planerade energieffektiviserande åtgärder kommer att medföra lägre primärenergital än de gränsvärden som anges

Reglerna infördes i samband med att Sverige implementerade EU:s Energieffektiviseringsdirektiv, ED, i förordning (2014:348) om energimätning i byggnader och förtydligande i Boverkets föreskrifter, BFS 2020:3.

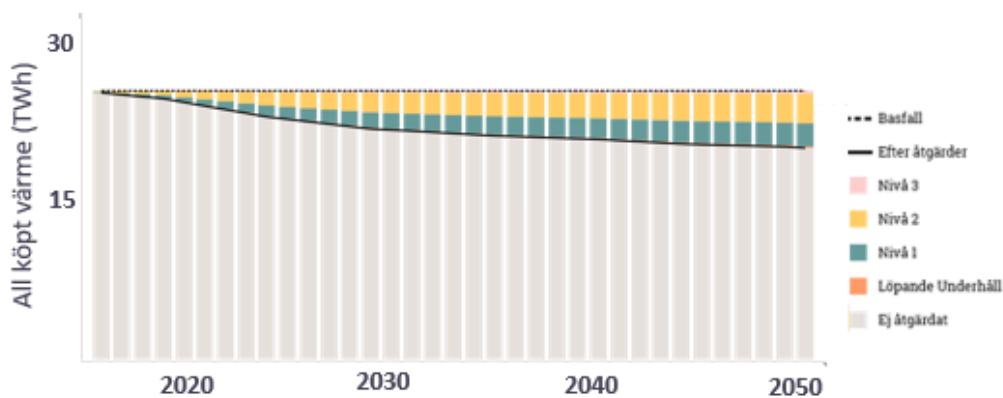
### IMD-kravet skapar möjligheter

IMD-kravet kan ha som effekt att de flerbostadshus som har sämst energiprestanda renoveras och energieffektiviseras. Kraven på IMD för värme berör uppskattningsvis 14 % av landets flerbostadshus. För dessa flerbostadshus finns möjligheter till undantag som ger incitament till energieffektiviserande renovering. Boverket uppskattar att ca

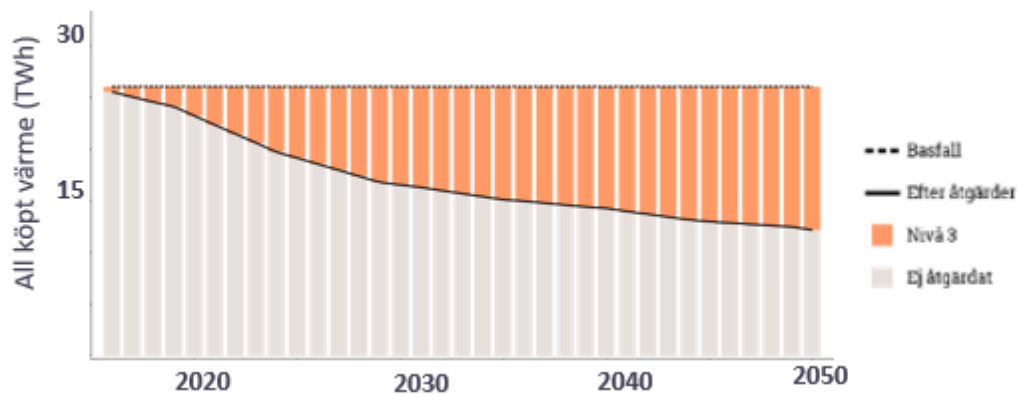
<sup>1</sup> Beräknat enligt BFS 2017:5, BBR25, Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (2011:6)- föreskrifter och allmänna råd.

308 GWh kan sparas årligen om de byggnader som omfattas av kravet på IMD av värme, dvs. flerbostadshus med sämst energiprestanda, istället renoveras så att de inte längre omfattas av kravet. Detta motsvarar ca 13 % av dessa byggnaders energianvändning, eller ca 1 % av energianvändningen i alla flerbostadshus i Sverige.

I en studie<sup>2</sup>, som tagit fram underlag till Renoveringsstrategin, konstateras att om energieffektivisering sker med de förhållanden och den syn på renovering som råder bland fastighetsägare idag så går utvecklingen långsamt och till för låg effektiviseringsgrad. Figur 1 visar en så kallad ögonblicksbild av hur långt det är sannolikt att energieffektivisering kan komma att ske fram till 2050. Figur 2 visar en teknisk potential för energieffektivisering, baserat på ekonomiska rimliga grunder.



Figur 1.1 Förändring av köpt värme i flerbostadshus om renovering sker med de förhållanden och den syn på renovering som råder bland fastighetsägare idag.



Figur 1.2 Förändring av köpt värme i flerbostadshus om renovering sker med den tekniska potential som finns idag, baserat på ekonomiskt rimliga grunder.

Skillnaden mellan vad som är sannolikt att det sker med mindre insatser och befintliga styrmedel och en rimlig teknisk potential är ca 30 % eller ca 7000 GWh årligen från 2050. Det finns med andra ord ytterligare ett antal flerbostadshus som behöver

<sup>2</sup> "Nuläge och framtidsscenarioer av renovering av byggnadsbeståndet – en analys i HEFTIG", Åsa Wahlström och Karin Glader, Underlag till Boverkets och Energimyndighetens långsiktiga renoveringsstrategi, december 2019.

information om hur energieffektiviserande renovering kan genomföras än de som omfattas av IMD. Ett informationsmaterial kommer att vara ett viktigt underlag för energi- och klimatrådgivarnas arbete.

### Informationsbehov

Vid införandet av IMD för värme och varmvatten kommer många fastighetsägare att behöva utreda om de omfattas av kravet och vilka alternativ av åtgärder som kan behöva vidtas. Här kommer det att finnas ett stort informationsbehov om vad IMD-kraven innebär i sig och särskilt om vad det innebär att genomföra energieffektiviseringsåtgärder som alternativ till att införa IMD värme.

Här finns en unik möjlighet att inspirera fastighetsägare till att hellre utföra en energikartläggning med efterföljande energieffektivisering av sina byggnader. Genom direkta energieffektiviseringsåtgärder säkerställs en energibesparing i byggnaden till skillnad mot IMD vars energibesparing beror på agerande utifrån värmedebitering. Direktivets syfte att vara ett effektivt styrmedel för energieffektivisering har därmed större förutsättningar att uppnås.

Fastighetsägare kommer sannolikt att vända sig till de kommunala energi- och klimatrådgivarna för att få hjälp.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med föreliggande projekt är att ta fram underlagsmaterial och informera energi- och klimatrådgivare så att de i sin tur ska kunna svara på fastighetsägarnas frågor och guida dem mot en betydande energieffektivisering av deras byggnader.

Målet är att de fastighetsägare som omfattas av införande av IMD för värme ska välja alternativet att genomföra lönsamma energieffektiviserande åtgärder och på så sätt göra en betydande förbättring av byggnadens energiprestanda.

## 1.3 Metodbeskrivning och läsanvisning

Metoden att inspirera till energieffektivisering utgår från att visa på energieffektiviseringsmöjligheter för två representativa byggnader som omfattas av IMD-kravet för värme. De valda typbyggnaderna är 3-vånings lamellhus från 50- respektive 70-talet. Beräkningar har genomförts för vanligt förekommande energieffektiviserande åtgärder där resultatet presenteras med energieffektivisering och lönsamhet för två olika paket av åtgärder (klimatskärmsåtgärder, installationsåtgärder och båda paketen tillsammans).

Syftet är att fastighetsägare ska känna igen sin egen byggnad ifrån typbyggnaden och få en ökad förståelse av vilka möjligheter det finns att förbättra byggnaden med lönsamma energieffektiviseringsåtgärder och vilka åtgärder som kan vara lämpliga att gå vidare med för den specifika byggnaden. Detta avser att vara tillräcklig inspiration till att, istället för installation av IMD för värme, gå vidare och göra en specifik energikartläggning för den egna byggnaden för utvalda åtgärder och slutligen genomföra dessa åtgärder.

Underlagsmaterialet för att informera energi- och klimatrådgivare består av följande informationspunkter:

- Information om IMD, den nya lagen och vad den innebär. Underlaget beskrivs i kapitel 2.
- Incitament och mervärden med energieffektivisering. Underlaget beskrivs i kapitel 3.
- Typiska möjligheter för representativa flerbostadshus. Underlaget beskrivs i kapitel 4.
- Tillvägagångssätt vid energieffektivisering. Underlaget beskrivs i kapitel 5.



## 2 Individuell mätning och debitering, IMD

Kraven för införande av IMD för värme och varmvatten beskrivs i förordning (2014:348) om energimätning i byggnader och i Boverkets föreskrifter, BFS 2020:3.

För att byggnaden ska omfattas av kraven behöver två kriterier vara uppfyllda:

1. IMD för värme gäller flerbostadshus i Jämtlands, Västerbottens eller Norrbottens län som har en energiprestanda som, uttryckt som ett primärenergital, överstiger 180 kWh/m<sup>2</sup> och år och i landets övriga län som överstiger 200 kWh/m<sup>2</sup>.

IMD för varmvatten gäller ombyggnad av ett flerbostadshus som innefattar en ny installation av tappvarmvatten eller en väsentlig ändring av befintliga installationer för tappvarmvatten.

2. Det är tekniskt genomförbart och åtgärden är proportionell i förhållande till de möjliga energibesparingar som skulle kunna uppnås.

### 2.1 Fastställande av om byggnaden omfattas av IMD för värme

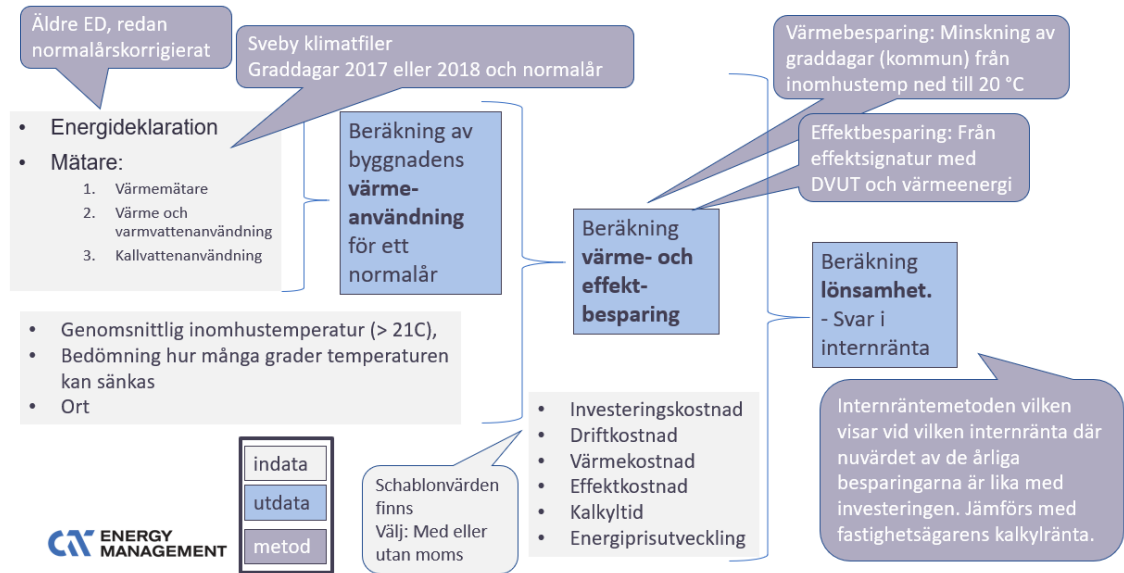
För att fastställa om en fastighetsägare omfattas av kravet för IMD, dvs att primärenergitalet överstiger kravnivån och att installationernas kostnad står i proportionalitet till den möjliga besparingen har ett beräkningsverktyg tagits fram<sup>3</sup>. Excel-verktyget kallas för IMD-kalkyl CIT 1.2 och dess uppbyggnad beskrivs i figur 2.1.

Beräkningen utgår från att fastighetsägaren anger byggnadens energi- och vattenanvändning de senaste två åren så att byggnadens energi för uppvärmning kan beräknas. I vissa fall kan uppgifter hämtas direkt ifrån en Energideklaration. Fastighetsägaren behöver också ange inomhustemperatur och möjlighet att minska inomhustemperaturen utan att olägenheter för människors hälsa uppstår. Utifrån schablonkostnader för installation av fördelningsmätare beräknas dess lönsamhet genom att använda internräntemetoden. Den framräknade internräntan motsvarar årlig avkastning på investerat kapital och kan lätt jämföras med fastighetsägarens (investerarens) avkastningskrav, kalkylräntan, för att bedöma lönsamheten.

---

<sup>3</sup> IMD, Individuell mätning och debitering av värme i befintlig bebyggelse, Per-Erik Nilsson och Åsa Wahlström, 200117

Då den framräknade internräntan ligger i närheten av fastighetsägarens avkastningskrav rekommenderas att ta in offerter på installation av IMD för värme istället för att använda verktygets schablonkostnader.



Figur 2.1 Översiktlig beskrivning av beräkning av lönsamhet för IMD för uppvärmning<sup>1</sup>.

## 2.2 Energieffektiviserande åtgärder istället för IMD

Kravet på IMD för värme är ett så kallat retroaktivt krav vilket innebär att det gäller befintliga byggnader oavsett när de uppfördes eller om de har skett en ändring. De byggnader som omfattas ska därmed ha ett IMD-system installerat och idriftsatt då författning träder i kraft den 1 juli 2021. Dock finns en möjlighet till undantag.

System för IMD av värme behöver inte installeras om andra konkreta, planerade energieffektiviserande åtgärder kommer att medföra lägre primärenergital än de gränsvärden som anges. Dessa energieffektiviserande åtgärder ska vara genomförda senast den 1 juli 2023. Dock kan de energieffektiviserande åtgärderna vara genomförda senast den 1 juli 2026 om de sker i samband med en planerad ombyggnad.

En fastighetsägare som utför andra energieffektiviserande åtgärder ska på tillsynsmyndighetens begäran kunna göra sannolikt att planerade eller genomförda åtgärder ger en minskad energianvändning som innebär att byggnaden inte längre omfattas av IMD-kraven.

## 2.3 Mätmetod för IMD för värme

Värmemätningssystem för IMD kan dels ske med värmemängdsmätare och dels med fördelningsmätare<sup>4</sup>. Enligt *energieffektiviseringsdirektivet*<sup>5</sup> bör värmemängdsmätare installeras i första hand. Om detta inte är ekonomisk lönsamt eller tekniskt möjligt föreslås installation av fördelningsmätare.

Värmemängdsmätare mäter värmeenergianvändningen genom att mäta flödet över en krets och temperaturdifferensen. Fördelen med värmemängdsmätare är att de regleras via EU-direktiv 2014/32/EU och har därmed god mätnoggrannhet. Nackdelen är att det ofta krävs flera mätare per lägenhet i befintliga byggnader och att kostnaderna för värmemängdsmätare är höga.

Fördelningsmätare gör en uppskattning av värmeanvändningen och används enbart för att fördela värmekostnaderna mellan olika lägenheter från den totala värmeanvändning som mäts med en central värmemängdsmätare. Den vanligaste varianten är radiatormonterade fördelningsmätare med två temperaturgivare. Den ena givaren mäter radiatorns yttemperatur medan den andra mäter rummets temperatur och värmeavgivning kan beräknas utifrån radiatorns typ, flöde och storlek. Mätare behövs därmed på samtliga radiatorer. För att hyresgästen ska kunna reglera sin värmeanvändning krävs att radiatorerna har någon form av manövrerbara ventiler. Fördelen med fördelningsmätare är att dess kostnad per lägenhet oftast inte är lika hög som när värmemängdsmätare används för varje lägenhet och att det är relativt enkelt att installera i befintliga byggnader med ”typiska” radiatorsystem. Däremot regleras dessa inte av krav gällande mätteknik och dess mätnoggrannheten är oftast sämre än för värmemängdsmätare.

## 2.4 Kostnadsfördelning och erfarenheter från IMD för värme

I Europa finns en rad olika metoder för att fördela energianvändningen för värme mellan hyresgäster i en byggnad. Gemensamt för alla är att värmekostnaderna delas upp i två delar, en rörlig- och en fast kostnad. Den rörliga kostnaden kan påverkas av brukarna direkt och baseras på deras användning. Den fasta kostnaden kan brukare inte påverka och kan inkludera bland annat räntekostnader för investering, uppvärmning av gemensamma utrymmen, värmeförluster av distributionssystemet, drift- och underhållskostnader. Det finns dock en rad aspekter som behöver beaktas vid val av debiteringsmodell.

<sup>4</sup> IMD, Individuell mätning och debitering av värme i befintlig bebyggelse, Metoder, erfarenheter och kostnadsfördelning, Helena Lantz och Åsa Wahlström, 2004/20

<sup>5</sup> European Commission, ”EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG,” 2012.

Utöver fördelning av fasta och rörliga kostnader finns flera rättviseaspekter att beakta. Värmeförluster mellan lägenheter påverkas av olika driftförhållanden, exempelvis en viss storlek på lägenheter, temperaturer i de studerade lägenheterna och de omgivande lägenheterna, internt värmetillskott, klimatdata m.m. Lägenheter som har en högre temperatur än de omgivande lägenheterna kommer transportera värme till dessa. Medan en lägenhet där värmen stängs av kommer få en bytande mängd värmetransport från alla närliggande lägenheter. Debiteringsmetoden eller de tekniska systemen behöver därmed regleras så att en lägenhet måste ha en viss lägsta temperatur. Vidare finns olika metoder för att hantera det som kallas för kompensationsfaktorer. Dvs att debiteringsmodellen tar hänsyn till om en lägenhet är placerad vid en mindre gynnsam position, t.ex. hörnlägenhet på översta våningen, där förekomsten av värmeförluster är högre än andra lägenheter i samma byggnad. Dock innebär det att ju större kompensationsfaktorer som används för att få en kostnadsfördelning desto lägre blir incitamentet för energibesparing. Det innebär till exempel att hyresgästen i en hörnlägenhet inte betalar hela kostnaden för värmen själv.

Ytterligare en aspekt som komplicerar val av debiteringsmodell är att fastighetsägaren handhar investeringen och genomför installationen medan så mycket som möjligt av energibesparingsvinsten behöver tillfalla hyresgästen för att skapa så stort incitament som möjligt för en temperatursänkning. Om kostnader för investering av IMD läggs på de allmänna underhållskostnaderna för värmesystemet eller om de direkt fördelas ut på hyresgästen så behöver det fastslås om investeringskostnaden ska fördelas efter area, mellan lägenheter, efter antalet mätare etc. En fördelning per area ger högre kostnader för större lägenheter men där finns också möjligheten till högre besparing. En fördelning per lägenhet kan anses vara mer rättvis om antalet installerade mätare är desamma oavsett storlek på lägenhet.

En litteraturstudie, samlade erfarenheter och exempel på olika kostnadsmodeller visar att oavsett val av debiteringsmodell är det svårt att skapa tydliga och rättvisa incitament för hyresgästen som kan leda till beteendeförändring och därmed energibesparing<sup>6</sup>. En av de intervjuade i studien påpekar att besparingen per lägenhet ofta är liten och kan röra sig om motsvarande kostnad för en cappuccino per månad. Förutom val av debiteringsmodell visar en känslighetsanalys att mätnoggrannhet inte kan anses försumbar och avgör till stor del en lägenhets kostnad. Oavsett debiteringsmodell finns en risk att en lägenhet i slutändan kan få högre kostnad än innan implementering av IMD, trots en minskad inomhustemperatur. Dvs det blir både kallare och dyrare. Det finns en risk att hyresgäster ser IMD av värme som orättvis vilket istället kan minska deras incitament för beteendeförändring som leder till energibesparing.

<sup>6</sup> IMD, Individuell mätning och debitering av värme i befintlig bebyggelse, Metoder, erfarenheter och kostnadsfördelning, Helena Lantz och Åsa Wahlström, 200420

En studie från Sveriges allmännyttas<sup>7</sup> konstaterar att om hyresgäster erbjuds att kunna ha en temperatur som är högre än de normalt 20-21°C som ingår i hyran, kommer flera hyresgäster att efterfråga högre temperaturer. Hyresgäster anser sig ha råd med den ökade kostnaden för att få det varmare, vilket därmed motverkar energieffektivisering och syftet med IMD.

## 2.5 IMD för varmvatten

En lag kommer att införas med obligatoriska krav på att installera IMD för varmvatten i nyproducerade lägenheter. Men för ombyggnad gäller IMD för varmvatten för flerbostadshus om det innefattar en ny installation av tappvarmvatten eller en väsentlig ändring av befintliga installationer för tappvarmvatten.

Även här finns möjligheter för undantag för installation av IMD för tappvarmvatten om det inte är tekniskt genomförbart eller om åtgärden inte är proportionell i förhållande till de möjliga energibesparingar som skulle kunna uppnås.

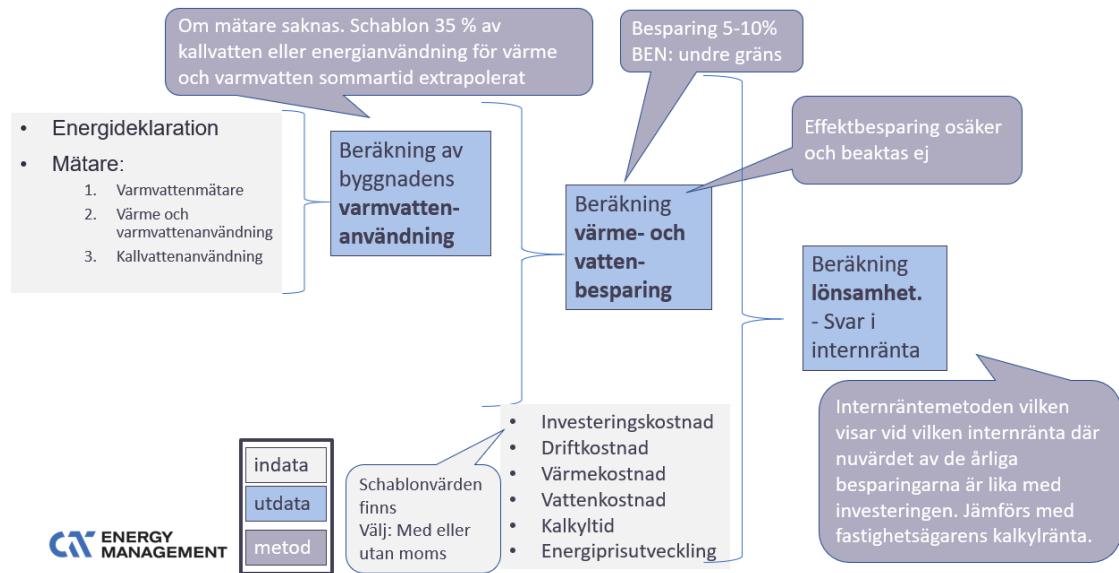
För att fastställa om en fastighetsägare omfattas av kravet för IMD, dvs att installationernas kostnad står i proportionalitet till den möjliga besparingen har ett beräkningsverktyg tagits fram<sup>8</sup>. Excel-verktyget kallas för IMD-kalkyl CIT 1.2 och dess uppbyggnad för IMD för tappvarmvatten beskrivs i figur 2.2.

Beräkningen utgår från att fastighetsägaren anger byggnadens energi- och vattenanvändning de senaste två åren så att byggnadens energi för varmvatten kan beräknas. I vissa fall kan uppgifter hämtas direkt ifrån en Energideklaration. Utifrån schablonkostnader för installation av varmvattenmätare beräknas dess lönsamhet genom att använda internräntemetoden. Den framräknade internräntan motsvarar årlig avkastning på investerat kapital och kan lätt jämföras med fastighetsägarens (investerarens) avkastningskrav, kalkylräntan, för att bedöma lönsamheten.

Då den framräknade internräntan ligger i närheten av fastighetsägarens avkastningskrav rekommenderas att ta in offerter på installation av IMD för varmvatten istället för att använda verktygets schablonkostnader.

---

<sup>7</sup> Sveriges Allmännyttas, "Energieffektivisering – ja - Ineffektiva mätningar – nej," Sveriges Allmännyttas, 2013.



Figur 2.2 Översiktlig beskrivning av beräkning av lönsamhet för IMD för tappvarmvatten<sup>9</sup>

Vid installation av IMD för varmvatten kan investeringskostnad fördelas på samma sätt som för IMD för värme. Lämpligen fördelas investeringskostnad och de nya drift- och administrativa kostnader antingen lika mellan lägenheter eller efter behov av antal mätare (om lägenheten har flera ingående stammar kan flera mätare behövas). Hyresgästen betalar sedan efter den faktiska mängd varmvatten, med dess relaterade energianvändning, som används per lägenhet. Ordinarie grundkostnader för drift, underhåll och administration för kall- och varmvatten kan fördelas på samma sätt som innan installationen. Fastighetsägaren får här ingen vinst av investeringen men riskerar heller ingen förlust. Hyresgästen kan få en kostnadsminskning om varmvatten besparas för en kostnad som är större än investeringen av IMD i den aktuella lägenheten. Det kan därmed direkt skapa incitament för beteendeförändring hos hyresgäster.

Hyresgästernas hyra kommer att behöva justeras så att kostnaden för vatten och värmning av tappvatten före installation av IMD för varje lägenhet dras av från ordinarie hyresavi för att sedan läggas till efter installation av IMD med en fast kostnad för investering, drift och administration och en rörlig kostnad för varmvattenanvändning<sup>10</sup>. Det innebär att hyresgästens hyra består av en grundhyra och en hyra för varmvattenanvändningen, ibland kallad ”IMD hyra”.

<sup>9</sup> IMD, Individuell mätning och debitering av värme i befintlig bebyggelse, Per-Erik Nilsson och Åsa Wahlström, 200117

<sup>10</sup> Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen, Sabo, "Individuell mätning och debitering (IMD), rekommendation", 2011.

## 3 Incitament och mervärden med energieffektivisering

Förutom energibesparing följer många andra positiva effekter och mervärden en energieffektivisering. Nedan följer tänkbara incitament och mervärden vid energieffektivisering.

- *Energi- och klimatmål*  
Bygg- och fastighetssektorn står för cirka 40 procent av den totala energianvändningen i Sverige. Energieffektivisering av byggnader gör därmed stor skillnad för samhällets totala energianvändning och ger en möjlighet att uppfylla exempelvis globala och nationella energi- och klimatmål.
- *Det finns potential och möjligheter*  
Sveriges byggnadsbestånd står inför omfattande renoveringsbehov. Ofta har de äldre byggnaderna dessutom väldigt låg energiprestanda. Upprustningsbehovet skapar därmed en möjlighet att renovera energismart.
- *Vinster för fastighetsägaren*  
Genom energieffektivisering skapas förutsättningar för god värdeökning av byggnadens fastighetsvärde. Dessutom bidrar energieffektivisering till lägre driftskostnader vilket är en direkt vinst för ägaren.
- *God inomhusmiljö- vinst för boende*  
I energieffektiva byggnader kan en god inomhusmiljö skapas. Välgjorda ventilationssystem ger förutsättningar för en god luftkvalitet med låg risk för drag. En välisolerad och tät klimatskärm skyddar mot växlande utomhusklimat och kan förbättra ljudkvaliteten från störande ljud utifrån.
- *Hållbar utveckling*  
Vi blir fler och fler på jorden, dessutom ökar levnadsstandarden runtom i världen. Energieffektivisering innebär att mer nytta kan produceras med mindre resursanvändning. Detta är nödvändigt för en hållbar utveckling och för ökat välbefinnande åt fler människor.
- *Minskad klimatpåverkan*  
Effektbehovet är som störst under kalla vinterdagar. Då de biobränsleeldade anläggningarna inte förmår täcka hela behovet används fossila bränslen. Genom åtgärder i byggnadens klimatskärm, t.ex. tilläggsisolering, sänks byggnadens effektbehov när det är som kallast ute. På detta sätt skapas förutsättningar att reducera användningen av fossila bränslen. Att minska sitt effektuttag ger också en förmånligare taxa för fastighetsägaren, det gäller ofta både el och fjärrvärme
- *Förnybar energi räcker till fler*  
Energieffektivisering av bebyggelsen innebär lägre behov av energi, vilket innebär att förnybar energi frigörs till andra sektorer i samhället. Biobränslen kan

exempelvis uppgraderas till drivmedel och förnybar el kan exporteras till andra länder där produktionen i större utsträckning är baserad på fossila bränslen. Dessutom är den svenska tillgången på vattenkraft värdefull som reglerkraft i exempelvis Danmark och Tyskland, där utbyggnad av vind- och solkraft är hög.

- *Ökad robusthet i samhället*  
Genom energieffektivisering ökar robustheten i samhället genom att man blir mer oberoende av energipriser och importerad energi.
- *Våra barn och barnbarn*  
Energieffektivisering är nödvändigt för att ta hänsyn till kommande generationer och ge dem möjlighet att få en god livskvalité.
- *Marknadsföring*  
Att aktivt visa sitt arbete med energieffektivisering ger företaget positiv goodwill gentemot sina hyresgäster.
- *Fler får jobb*  
Renovering och ombyggnationer ger upphov till fler arbetstillfällen.

Vill du lära dig i mer detalj om nyttor och genomförande av energieffektivisering så rekommenderas utbildningen Energilyftet<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> <http://energilyftet.learnways.com/>



## 4 Typiska energieffektiviseringsåtgärder för representativa byggnader – en guide

I projektet har underlag till en inspirationsvägledning tagits fram. Syftet med vägledningen är att visa på att det finns lönsamma energieffektiviseringsåtgärder för de byggnader som omfattas av IMD-kravet och på så sätt inspirera fastighetsägaren att förbättra sin byggnad framför alternativet att installera IMD för värme.

Metoden utgår från att visa på energieffektiviseringsmöjligheter för två representativa byggnader och avser att ge tillräckligt underlag så att fastighetsägaren kan dra parallella slutsatser för sin egen byggnad.

Beräkningar har genomförts för vanligt förekommande energieffektiviserande åtgärder där resultatet med energieffektivisering och lönsamhet presenteras främst för två olika paket av åtgärder: klimatskärmsåtgärder, installationsåtgärder och båda paketen tillsammans. Resultatet presenteras i paket av åtgärder för att visa på den stora potential som finns utöver att bara komma under primärenergitalet för IMD-kravet. Som exempel visas besparingspotentialen också för några enstaka åtgärder, exempelvis om fastighetsägaren inte vill göra en storskalig renovering.

### 4.1 Beskrivning av typbyggnader och beräkningsförutsättningar

Beräkningarna har baserats på två ”typflerbostadshus” från 50-talet respektive 70-talet. Typhuset är lamellhus med tre våningar och 50-talshuset har även en källare. Utgångspunkten har varit att återspegla tidstypiska byggnader från 50-talet respektive 70-talet som inte har genomgått en större renovering mer än vad som är nödvändigt för vanligt underhåll. Inga specifika energieffektiviseringsåtgärder har genomförts.

I beräkningen har indata för konstruktioner, fönster och klimatskärmens täthet med mera använts som är typiska för tidsepoken. Informationen om konstruktionen har hämtats från boken ”Så byggdes husen 1880-1980. Arkitektur, konstruktion och material i våra flerbostadshus under 120 år”<sup>12</sup>. Byggnadernas form, planlösningen och mått på konstruktionsdelar bygger på ritningar från verkliga flerbostadshus som byggdes på 50-talet respektive 70-talet.

I samtliga beräkningar har brukarrelaterade data för beräkningarna så långt som möjligt hämtats från Boverkets föreskrifter om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår<sup>13</sup>.

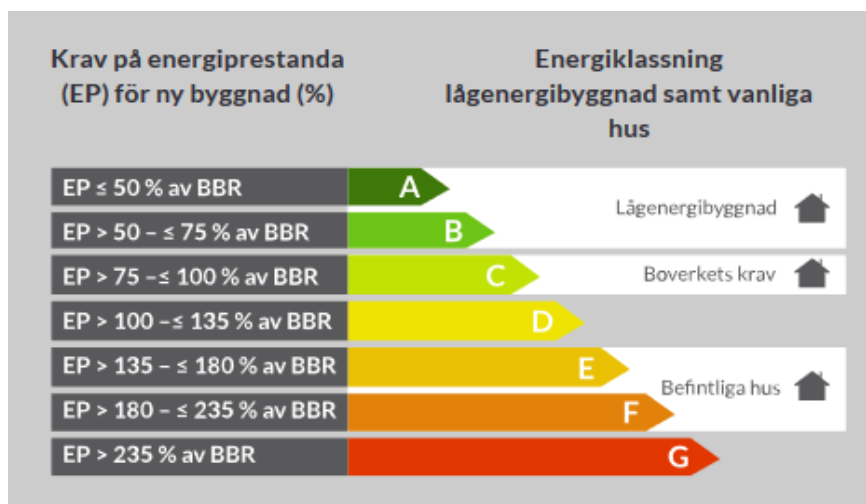
<sup>12</sup> Björk C., Kallstenius P., Reppen L.: ”Så byggdes husen 1880-1980. Arkitektur, konstruktion och material i våra flerbostadshus under 120 år”, Formas 2002

<sup>13</sup> BFS 2017:6, BEN2, Boverkets föreskrifter om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår.

I beräkningarna har primärenergital enligt BBR25 och köpt energi för värme och fastighetsel beräknats för fyra olika orter: Linköping, Malmö, Östersund och Gällivare. Det har antagits att byggnaderna försörjs med fjärrvärme.

Alla energiberäkningar har genomförts med programmet BV2. Lönsamhetsberäkningar har genomförts med Beloks Totalverktyg. Detaljerade indata för beräkningarna redovisas i bilaga 1 och 2.

Beräkningsresultat har jämförts med energiklassningen. Energitklassning används för att beskriva energiprestanda för byggnader vid upprättande av energideklarationer. Enligt Boverkets föreskrifter angående energideklarationer<sup>14</sup> beskrivs en byggnads energianvändning på en skala från A till G. Energitklass A står för en byggnad med låg energianvändning och G för en byggnad med hög energianvändning. En byggnad som har en energianvändning som motsvarar det krav som ställs på ett nybyggt hus får klass C. Det högsta tillåtna primärenergitalet för nya flerbostadshus är enligt BBR25  $85 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$  och år. I figuren nedan visas de gränser som gäller för vilken energiklass en byggnad får. Det nya kravet på installation av IMD för värme gäller för befintliga flerbostadshus som har en energiprestanda, uttryckt som ett primärenergital, över  $180 \text{ kWh/m}^2$  om byggnaden ligger i kallare orter (t.ex. Östersund och Gällivare). För varmare orter går gränsen på  $200 \text{ kWh/m}^2$ , så som i Malmö och Linköping. Enligt figur 4.1 omfattas flerbostadshus med energiklass F och G.



Figur 4.1 Energitklassning vid energideklarering enligt BED<sup>10</sup>. Bild: Energilyftet, Energimyndigheten

## Typflerbostadshus från 50-talet

Typflerbostadshuset från 50-talet utgår från ett lamellhus i tre våningar med källare. Bottenvåningen ligger en halv trappa upp. Byggnadens uppvärmda area  $A_{\text{temp}}$  är  $2\,368 \text{ m}^2$ .

<sup>14</sup> BFS 2016:14, BED 10. Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2007:4) om energideklaration för byggnader.

Det finns totalt 24 lägenheter i byggnaden. De flesta är 2rok, övriga 3rok. Typbyggnaden illustreras i figur 4.2.

Ytterväggar och stommen är murade lättbetongsblock. Ytterväggar är spritputsade på utsidan och slätputsad på insidan. Botten- och våningsbjälklag består av armerad betongplatta. Byggnaden har balkonger på södra sidan av fasaden. Balkongplattan är en fortsättning på betongbjälklaget som kragar ut genom lättbetongmuren. Fönster är tvåglas fönster med kopplade bågar. Byggnaden har sadeltak och kallvind. Vindsbjälklag utgörs av armerad betongplatta med ett isolerskikt.



Figur 4.2 Exempel på typflerbostadshus från 50-talet: ett trevåningslamellhus (Skiss: Boid, Foto: CIT Energy Management).

Typbyggnaden ventileras med självdrag, dock har frånluftssystem installerats i flera sådana hus under senare skede. Därför har två ventilationslösningar simulerats i beräkningarna: självdrag och frånluftssystem. Mer information om konstruktion och indata till beräkningarna finns i bilaga 1. Den beräknade energianvändningen för typhus från 50-talet innan energieffektivisering redovisas i tabellerna 4.1 och 4.2 för respektive klimatort och ventilationslösning.

Tabell 4.1. Den beräknade energianvändningen för 50-tals typhus med frånluftssystem innan energieffektivisering i Malmö, Linköping, Östersund och Gällivare.

Typhus 50-tal med frånluftssystem	Malmö	Linköping	Östersund	Gällivare
	(kWh/m <sup>2</sup> ,år)			
Värme till uppvärmning	162	190	236	289
Värme till tappvarmvatten	46	46	46	46
<i>Total köpt fjärrvärme</i>	<i>208</i>	<i>236</i>	<i>282</i>	<i>335</i>
Fastighetsel	17	17	17	17
Total köpt energi	225	253	299	353
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>281</b>	<b>263</b>	<b>236</b>	<b>216</b>
Andel av krav (BBR25)	330 %	310 %	278 %	254 %
Energiklass	G	G	G	G

Tabell 4.2 Den beräknade energianvändningen för 50-tals typhus med självdrag innan energieffektivisering i Malmö, Linköping, Östersund och Gällivare.

Typhus 50-tal med självdrag	Malmö	Linköping	Östersund	Gällivare
	(kWh/m <sup>2</sup> ,år)			
Värme till uppvärmning	114	135	167	207
Värme till tappvarmvatten	46	46	46	46
Total köpt fjärrvärme	160	180	213	253
Fastighetsel	13	13	13	13
Total köpt energi	173	193	225	266
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>214</b>	<b>201</b>	<b>179</b>	<b>165</b>
Andel av krav (BBR25)	252 %	236 %	211 %	194 %
Energiklass	G	G	F	F

### Typflerbostadshus från 70-talet

Typflerbostadshuset från 70-talet utgår från ett lamellhus i tre våningar med betongstomme och med tegelfasad. Byggnadens uppvärmda area,  $A_{temp}$ , är 1 620 m<sup>2</sup>. Det finns totalt 18 lägenheter i byggnaden. Alla lägenheter har tre rum och kök.

Typbyggnaden illustreras i figur 4.3.



Figur 4.3 Exempel på typflerbostadshus från 70-talet: ett trevåningslamellhus (Skiss: Boid, Foto: CIT Energy Management).

Byggnaden är uppbyggd av en bokhullestomme av betong, med platta på mark och med ett platt tak. Ytterväggar har en beklädnad 1/2-stens fasadtegel, regler med 9,5 cm mineralull innanför tegel och plastfolierade gipsskivor på insidan. Gavlar är av platsgjuten betong gjutna innanför tagelbeklädningen.

Det finns utanpåliggande balkonger på södra sidan av fasaden. Ytterväggar vid balkonger (utfackningsvägar) består av eternit på läkt, eternit på regler med 9,5 cm mineralull och plastfolierad gipsskiva på insidan.

Takkonstruktionen består av takstegar uppstämpad från vindsbjälklaget i flack lutning inåt. Taket utgörs av råspont med 2-lags papptäckning. Vindsbjälklag utgörs av betongplattor med 15 cm isolering på ovansidan. Bottenbjälklaget är en hel armerad grundplatta av betong som är gjuten direkt på en bädd av lättklinker. Fönster är två-glas fönster med kopplade bågar. Typbyggnaden ventileras med frånluftssystem, med frånluftsfläktar på taket. Mer information om konstruktion och indata för energiberäkningarna finns i bilaga 1.

Den beräknade energianvändningen för typhuset från 70-talet innan energieffektivisering redovisas i tabell 4.3 för respektive klimatort.

Tabell 4.3. Den beräknade energianvändningen för 70-tals typhus innan energieffektivisering i Malmö, Linköping, Östersund och Gällivare

Typhus 70-tal med frånluftssystem	Malmö	Linköping	Östersund	Gällivare
	(kWh/m <sup>2</sup> ,år)			
Värme till uppvärmning	145	170	218	269
Värme till tappvarmvatten	46	46	46	46
Total köpt fjärrvärme	191	216	264	315
Fastighetsel	18	18	18	18
Total köpt energi	209	235	282	333
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>262</b>	<b>246</b>	<b>225</b>	<b>207</b>
Andel av krav (BBR25)	308 %	289 %	265 %	243 %
Energiklass	G	G	G	G

## 4.2 Beskrivning av åtgärder för energieffektivisering

För att minska energianvändningen i typhuset har nio olika energieffektiviseringsåtgärder identifierats. Förutom åtgärder i klimatskärmen finns det också ett antal installationstekniska åtgärder som tillsammans kan leda till minskad energianvändning, bättre energiprestanda och energiklass.

I tabell 4.4 nedan beskrivs åtgärderna översiktligt för båda typhuset. I bilaga 2 finns en mer utförlig beskrivning av respektive åtgärd och förutsättningar för energi- och lönsamhetskalkyl. Åtgärd 1A, tilläggsisolering av fasad, och åtgärd 2, tilläggsisolering av vind, gäller endast för typhuset från 50-talet. Åtgärd 1B, nya utfackningsväggar, gäller endast för typhuset från 70-talet. Resterande åtgärder (åtgärd 3- 9) appliceras på båda typhuset.

Tabell 4.4 Identifierade åtgärder för typhusbostadshus från 50-talet och 70-talet. Åtgärd 1A och 2 gäller endast för typhus från 50-talet och åtgärder 1B gäller endast för typhus från 70-talet.

Nr	Åtgärd	Beskrivning
1A	Tilläggsisolering av fasad	Alla fasader förutom källarväggar tilläggsisoleras med 5 cm mineralull i samband med fasadrenovering.
1B	Nya utfackningsväggar	Alla utfackningsväggar vid balkonger ska bytas ut till nya välisolerade väggar i samband med fönsterbyte.
2	Tilläggsisolering av vindsbjälklag	Vindsbjälklaget tilläggsisoleras med 20 cm mineralull.
3	Byte av fönster och entrédörrar	Befintliga 2-glasfönster byts ut till 3-glasfönster med isolerglas. Befintliga entrédörrar till trapphus byts ut till bättre isolerade dörrar.
4	Installation av FTX-ventilation	Befintlig ventilation av självdrag eller frånluftssystem byts ut till ett från- och tilluftssystem med värmeåtervinning (förkortat FTX-system).
5	Injustering av värmesystem	Befintliga termostatventiler på radiatorer byts ut och hela värmesystemet justeras.
6	Energieffektiva tappvattenarmaturer	Befintliga tappvarmvattenarmaturer i badrum och kök byts ut till moderna energieffektiva armaturer.
7	Installation av VVX för avlopp	Återvinning av värme ur avloppet genom installation av en stående avloppsvärmeväxlare i stamschakten. Avloppsvattnen rinner genom värmeväxlaren och avger värme till färskvatten som omsluter värmeväxlaren på utsidan.
8	Minskade VVC-förluster	Förbättring av rörisolering i varmvattencirkulationssystemet VVC genom ett rör-i-rör-system för att minska VVC-förluster. Metoden innebär att låta ett rör löpa inne i ett rör med grövre dimension. Det inre röret blir returledning och separat VVC-rör eller returledning behövs inte.
9	Minskad fastighetsel	Byte av belysning i trapphus och tvättstuga till LED-belysning med närvarostyrning samt byte av pumpar i värmesystem och VVC-krets.

Vid energieffektivisering av en byggnad är det ofta lämpligt att utföra flera åtgärder samtidigt som berör liknande renovering och ingrepp i byggnaden. I beräkningarna har därför ett antal olika åtgärds paket analyserats. Dessutom finns det åtgärder som är beroende av varandra och som borde göras tillsammans. Exempelvis behövs injustering av värmesystem efter klimatskärsåtgärder eller byte av ventilationssystem. Ett annat exempel är nya utfackningsväggar på 70-tals typhuset som är lämplig att genomföra tillsammans med fönsterbyte. Tabellerna 4.5 och 4.6 nedan visar olika åtgärds paket som har studerats i detalj.

Tabell 4.5 Studerade åtgärds paket för typflerbostadshus från 50-talet.

Åtgärd	Åtgärds paket – Typhus 50-tal						
	A	B	C	D	E	F	G
Tilläggsisolering av fasad	x			x			x
Tilläggsisolering av vindbjälklag		x		x			x
Byte av fönster och entrédörrar			x	x			x
Installation av FTX-ventilation					x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer						x	x
Installation av VVX för avlopp						x	x
Minskade VVC-förluster						x	x
Minskad fastighetsel						x	x

Tabell 4.6 Studerade åtgärds paket för typflerbostadshus från 70-talet.

Åtgärd	Åtgärds paket – Typhus 70-tal				
	C	D	E	F	G
Nya utfackningsväggar		x			x
Byte av fönster och entrédörrar	x	x			x
Installation av FTX-ventilation			x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer				x	x
Installation av VVX för avlopp				x	x
Minskade VVC-förluster				x	x
Minskad fastighetsel				x	x

## Avgränsningar

Alternativet att installera värmepump, frånluftsvärmepump (normalt kallat FX) eller solenergiteknik har valts att inte tas med i åtgärdsförslagen. Detta eftersom typexemplen i första hand avser att demonstrera hur själva byggnaden kan förbättras i klimatskärmen och de tekniska installationerna för att minska byggnadens energibehov och inte visa på olika möjligheter för att tillgodose energibehovet. Ett lågt energibehov kommer långsiktigt att ge förutsättningar för en byggnad med begränsad klimatpåverkan oavsett om förutsättningar i energiförsörjningssystemen förändras. Först efter det att byggnadens energibehov har begränsats är det lämpligt att fundera på att byta energisystem, i annat fall finns den en risk att energisystem installeras med onödigt hög effekt och därmed en sämre verkningsgrad och livslängd.



### 4.3 Investeringskostnader och lönsamhetskalkylen

Kostnaderna för åtgärderna har uppskattats med hjälp av referensprojekt från Bebos kampanj *Halvera Mera* som drivits för att initiera fler renoveringsprojekt på flerbostadshus enligt metoden *Rekorderlig Renovering*. Bebo står för *Beställargrupp för Bostäder*, och är ett nätverk av bostadsfastighetsägare som stöds av Energimyndigheten. Investeringskostnader för åtgärder som togs fram i de referensprojekten<sup>15</sup> i *Halvera Mera* kampanjen har uppskattats från antingen offerter, erfarenheter från andra projekt eller teoretiska kostnader.

I tabell 4.7 nedan redovisas totala investeringar för respektive åtgärd beräknat till kvadratmeter tempererad area. Priserna är inklusive moms. I bilaga 2 finns en mer utförlig beskrivning av indata för beräkningarna. Investeringarna gäller för alla beräknade klimatzoner. Tabellen visar också ekonomisk livslängd för respektive åtgärd. Med ekonomisk livslängd avses den tid som en investering anses vara ekonomiskt lönsam. På grund av att underhållskostnaderna kan öka med tiden samt att utvecklingen kan ge bättre alternativ, är den ekonomiska livslängden ofta kortare än den tekniska livslängden.

Tabell 4.7 Identifierade åtgärder för typhusbostadshus från 50-talet och 70-talet. Åtgärd 1A och 2 gäller endast för typhus från 50-talet och åtgärder 1B gäller endast för typhus från 70-talet. Investeringskostnaden (kr/m<sup>2</sup>) avser kronor per kvadratmeter  $A_{temp}$

Åtgärder	Typhus 50-tal	Typhus 70-tal	Ekonomisk livslängd (år)
	Total investering (kr/m <sup>2</sup> $A_{temp}$ )	Total investering (kr/m <sup>2</sup> $A_{temp}$ )	
Nya utfackningsväggar	-	130	40
Tilläggsisolering av fasad	43	-	40
Tilläggsisolering av vindbjälklag	53	-	40
Byte av fönster och entrédörrar	625	657	40
Installation av FTX-ventilation	507	778	20
Injustering av värmesystem	71	78	10
Energieffektiva tappvattenarmaturer	81	89	20
Installation av VVX för avlopp	30	33	20
Minskade VVC-förluster	30	33	20
Minskad fastighetsel	19	22	20

Investeringskostnader som visas i tabell 4.7 gäller med följande förutsättningar:

- Nya utfackningsväggar på 70-tals typhus innebär att hela väggen vid balkonger byts ut till en ny välisolerad vägg av lättkonstruktion och med ett U-värde på 0,15 W/m<sup>2</sup>K. Investeringskostnader innehåller demontering av befintlig

<sup>15</sup> <https://www.bebostad.se/om-bebo/kampanjer-och-utlysningar/halvera-mera-kampanjerna/effektanalays-halvera-mera-dold-sida>



utfackningsvägg samt installation av en ny vägg. Åtgärden görs i samband med fönsterbyte.

- Tilläggsisolering av fasad på 50-tals typhus förutsätter att åtgärden görs i samband med planerad fasadrenovering för underhåll. Därför tas bara merkostnad för 5 cm mineralull med i investeringskalkylen för energieffektivisering.
- Tilläggsisolering av vindsbjälklagg innebär att 20 cm lösull blåses in ovanpå den befintliga isoleringen på vindsbjälklaget. Investeringskostnader förutsätter att byggnaden har kallvind som inte används som förråd.
- Kostnader för byte av fönster och entrédörrar förutsätter att befintliga 2-glasfönster med kopplade bågar och befintliga entrédörrar byts ut till 3-glasfönster med isolerglas och bättre isolerade dörrar med ett U-värde på 1 W/m<sup>2</sup>K. Hela kostnaden inkluderas, dvs. demontering, material och installation.
- Installation av FTX-ventilation på 50-tals typhuset förutsätter att det finns plats på vinden för att placera ventilationsaggregat. Investeringskostnaden innehåller kostnad för nya aggregat, nya tilluftskanaler, don, installation av vattenburet värmebatteri, el, styr och regler, samt injustering. Om befintliga frånluftskanaler behöver tätas eller ersättas med nya ökar investeringskostnaden vilket måste utredas från fall till fall.
- Installation av FTX-ventilation på 70-tals typhuset förutsätter att nya ventilationsaggregat kan placeras på taket. Investeringskostnaden innehåller kostnad för nya aggregat, nya tilluftskanaler, don, installation av vattenburet värmebatteri, el, styr och regler samt injustering.
- Vid injustering av värmesystem byts alla befintliga termostater på radiatorer ut till nya termostater och hela värmesystemet injusteras därefter.
- Befintliga blandare i tvättställ i kök och badrum byts ut till nya energieffektiva sanitetsarmaturer, som har energiklass A enligt SS 820000:2020.
- Kostnader för installation av värmeväxlare för avloppsvatten innehåller material- och installationskostnader för stående avloppsväxlare i fyra stamschakt, samt koppling till el, styr och regler.
- Minskade VVC-förluster förutsätter installationskostnader av ett mindre rör inne i VVC rör, som blir returledning.

Kostnader i tabell 4.7 ger bara en indikation för storleksordning av investeringar som behövs för att genomföra de rekommenderade åtgärderna. Kostnader gäller för de specifika typhusen med de förutsättningar som beskrivs ovan. Eftersom förutsättningar kan variera från fall till fall så behöver kostnaderna identifieras separat för varje byggnad där energieffektiviseringen planeras.

## Årlig kostnadsbesparing

Uppskattning av årlig kostnadsbesparing till följd av genomförda energieffektiviseringsåtgärder är en viktig del lönsamhetskalkylen. Minskad energianvändning räknas som en årlig besparing i driftskostnader.

Energipriser består av olika komponenter som kan variera över året. Fjärrvärmepriserna kan variera över årets månader, beroende på effektuttaget bland annat. Dessutom varierar utformningen av prismodeller för energi mellan olika energibolag. Kostnadsmodellernas olika utformning medför att en viss energieffektiviseringsåtgärds kan leda till olika kostnadsbesparingar trots att den ger samma minskning av energianvändning, beroende på vilket energibolag som energin köps från.

I beräkningarna har energipriser enligt tabellen 4.8 nedan använts. Priserna baseras på uppgifter från Stockholm Exergi och innehåller nätavgifter, moms, energi, skatter, osv.

Tabell 4.8 Energipriser som har använts i lönsamhetskalkylen

Energipriser (inkl. moms)	kr/kWh
El	1,40
Fjärrvärme varmvatten	0,54
Fjärrvärme VVC	0,52
Fjärrvärme värme	0,82

För att hjälpa fastighetsägare med en korrekt kostnadsbedömning för sina fjärrvärme- och elanvändning har Bebo tagit fram verktyget PRISMO<sup>16</sup>. PRISMO är skapat i Excel och användaren kan själv lägga in priskomponenter för taxorna till det energibolag som levererar energin och kostnaden beräknas med hjälp av tim-, dygn- eller månadsvärden för en byggnad.

Det är årlig nettobesparing som används som indata i lönsamhetsberäkningarna. När årliga besparingar för varje åtgärd beräknas bör även andra förändringar i kostnader som åtgärden ger inkluderas i den årliga kostnadsbesparingen. Exempel på åtgärder som inte bara påverkar den årliga energianvändningen är åtgärder som rör tappvarmvatten med minskad vattenanvändning och byte av belysningsarmaturer som kan minska underhållskostnader för ljuskällor på grund av längre livslängd. Det finns även åtgärder som leder till ökade driftskostnader, exempelvis införandet av värmeåtervinning kan ge ökad el- och servicekostnad, filterbyten m.m.

I beräkningarna har besparing av både tappvarmvatten och kallvatten beräknats med i den årliga kostnadsbesparingen. Det antas att byte till energieffektiva tappvattenarmaturer

<sup>16</sup> [www.bebostad.se](http://www.bebostad.se)

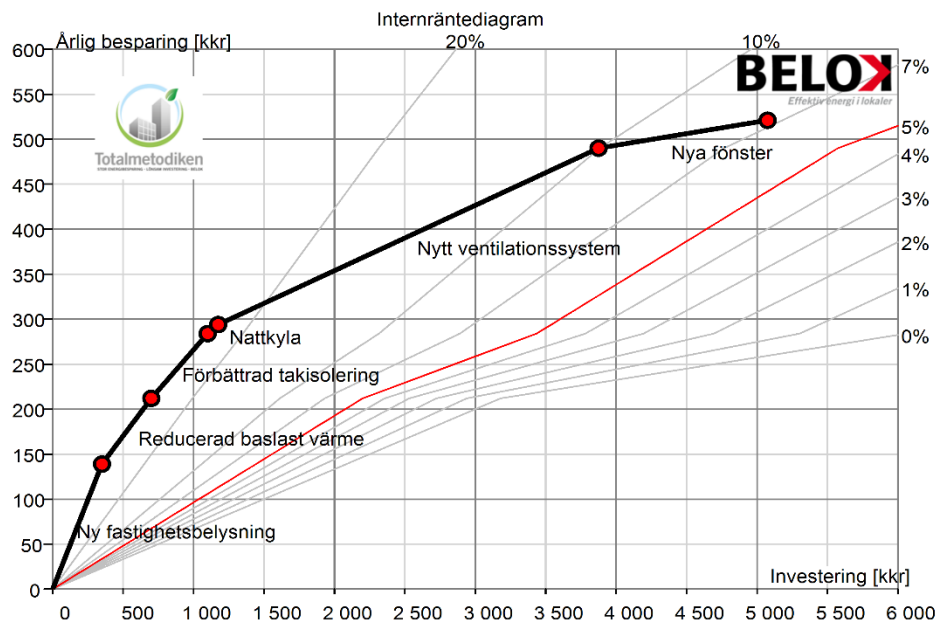
sparar 2 m<sup>3</sup> varmvatten per m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> och 2 m<sup>3</sup> kallvatten per m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>. Den totala kostnadsbesparingen för vattenanvändning uppskattas att bli 4 kr/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>.

### Lönsamhetskalkyl

För lönsamhetsbedömning används interräntemetoden som beräknar den faktiska avkastningen av en investering, räknad i räntemått. Den räntan kallas *internränta*. Internräntan visar den årliga förräntningen som investeringen avkastar på satsat kapital och ju högre internräntan är, desto mer lönsam är investeringen. Internräntan beräknas som den räntan, med vilken nuvärdet av de årliga besparingarna blir lika stor som investeringen, det vill säga nettonuvärdet är noll. Kriteriet på lönsamhet är att internräntan skall vara högre än den kalkylränta som fastställts av företaget. Som kalkyltid, dvs. den tid lönsamhetsberäkningen baseras på, har den ekonomiska livslängden för åtgärden använts, som visades i tabell 4.7.

Det är relativt enkelt att beräkna internränta för en enskild åtgärd. För att manuellt beräkna internräntan för ett paket av åtgärder som innehåller åtgärder med olika kalkyltider är en ganska arbetskrävande process. För beräkningar har därför *Beloks Totalverktyg* använts. Verktöget är en viktig del av *Totalmetodiken*, en arbetsmetodik för energieffektivisering som har utvecklats av Belok-gruppen. Belok står för *Beställargrupp för Lokaler*, och är ett nätverk av lokalfastighetsägare som stöds av Energimyndigheten.

Med hjälp av *Totalverktyget* beräknas den gemensamma internräntan för flera samtidigt investeringar som oftast har olika kalkyltider. Resultatet visualiseras i ett internräntediagram. Internräntediagram visar avkastningen, räknat i räntemått, för en investering (kr) med årlig kostnadsbesparing (kr/år) och kalkyltid (år). I ett sådant diagram kan varje åtgärd presenteras med en linje, där linjens lutning motsvarar internräntan. Genom att ordna alla dessa linjer efter minskande lutning fås ett underlag för att bilda ett åtgärdspaket. Slutpunkten visar den gemensamma internräntan för hela åtgärdspaketet. Diagrammet i figur 3.1 visar ett exempel på ett åtgärdspaket med sex åtgärder. Längst till vänster visas den mest lönsamma åtgärden. Därefter har åtgärderna lagts in i fallande lönsamhetsordning. Slutpunkten visar den gemensamma internräntan för flera samtidigt investeringar, med hänsyn till att olika åtgärder kan ha olika kalkyltid. Kriteriet för hur många åtgärder som tas med är att internräntan för paketet som helhet skall överstiga den fastställda kalkylräntan. I exemplet i figur 4.4 är lönsamhetskravet att internräntan ska vara minst 7 %.



Figur 4.4 Exempel på ett åtgärds paket med sex åtgärder (ÅT1-ÅT6) i ett internräntediagram. Diagrammet visar att åtgärds paketet har en internränta på ca 7 %, som är högre än fastighetsägarens lönsamhetskrav 5 % kalkylränta.

Genom att genomföra åtgärder som ett paket och inte bara de enskilt mest lönsamma åtgärderna, så kallade ”långt hängande frukter”, har man möjlighet att komma åt en mycket större energibesparing samtidigt som fastighetsägarens lönsamhetskrav uppfylls. Detta är grunden till Beloks *Totalmetodik*.

Det bör noteras att åtgärder ofta påverkar varandra och energibesparingen kan var något lägre för åtgärden i ett paket jämfört med om den enskilda åtgärden hade genomförts separat. Detta behöver beaktas när lönsamheten beräknas för hela åtgärds paketet. För att undvika komplicerade beräkningar av alla möjliga kombinationer av åtgärder och dess påverkan på varandra används en förenklad metod i Beloks *Totalmetodik*. Genom en stegvis beräkningsprocess fås ett åtgärds paket där besparing av varje efterföljande åtgärd tar hänsyn till att de tidigare åtgärderna redan är genomförda. Mer information om Totalmetodik kan hittas från Beloks webbsida<sup>17</sup> eller *Energilyftet*s webbutbildning, del 4<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> [www.belok.se](http://www.belok.se)

<sup>18</sup> <http://energilyftet.learnways.com/>

## 4.4 Resultat

### Energieffektivisering av 50-tals typflerbostadshus

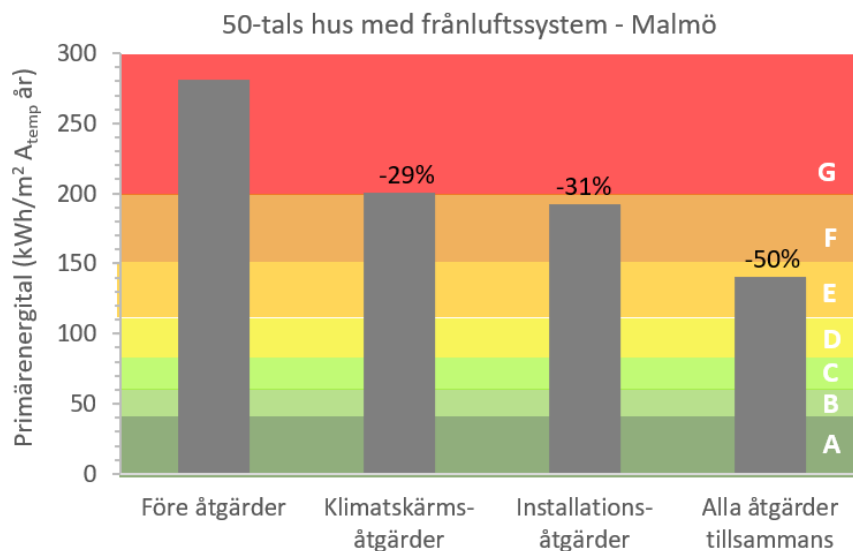
Figurer 4.5 till 4.8 visar beräknat resultat med olika förslag på åtgärds paket för 50-tals lamellhus med frånluftssystem och för respektive ort. Diagrammen visar dels beräknat primärenergital enligt BBR25 och dels motsvarande energiklass enligt Boverkets föreskrifter angående energideklarationer<sup>19</sup>. Resultat för 50-tals typhus med självdrag visas i bilaga 3. Resultatet illustreras för åtgärds paket D ”*klimatekåmsåtgärder*”, åtgärds paket F ”*installationsåtgärder*” och åtgärds paket G ”*alla åtgärder tillsammans*” enligt tabell 4.5 i kapitel 4. Resultat för andra åtgärds kombinationer visas i bilaga 3.

Resultatet visar följande:

- Med energieffektivisering finns det en möjlighet att halvera energianvändningen i typbyggnaden med frånluftssystem. Köpt energi kan minska med ca 50-52% beroende på ort, förutsatt att alla åtgärder genomförs som ett paket. I byggnader med självdrag kommer besparingen bli ca 35 %. Besparingspotentialen för köpt energi är marginellt större i kallare orter.
- I typbyggnaden med frånluftssystem kan byggnadens energiprestanda, uttryckt i primärenergital, förbättras med ca 47-50 % beroende på ort.
- Byggnadens energiklass kan förbättras till klass E för typhuset i Malmö, Linköping och Östersund. I Gällivare kan byggnaden uppnå energiklass D.
- Åtgärder i klimatekåmen (inkl. injustering därefter) kan leda till drygt 30 % besparing av köpt energi oavsett ort. Nästan lika stor besparing kan man uppnå med åtgärder i enbart byggnadens tekniska installationer för värme, vatten och ventilation.
- Den direkta avkastningen för att genomföra alla åtgärder som ett paket är 4-9 %, där lönsamheten är större i kallare orter. Investeringskostnader för hela åtgärds paketet i typbyggnaden från 50-talet är ca 1460 kr/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>.

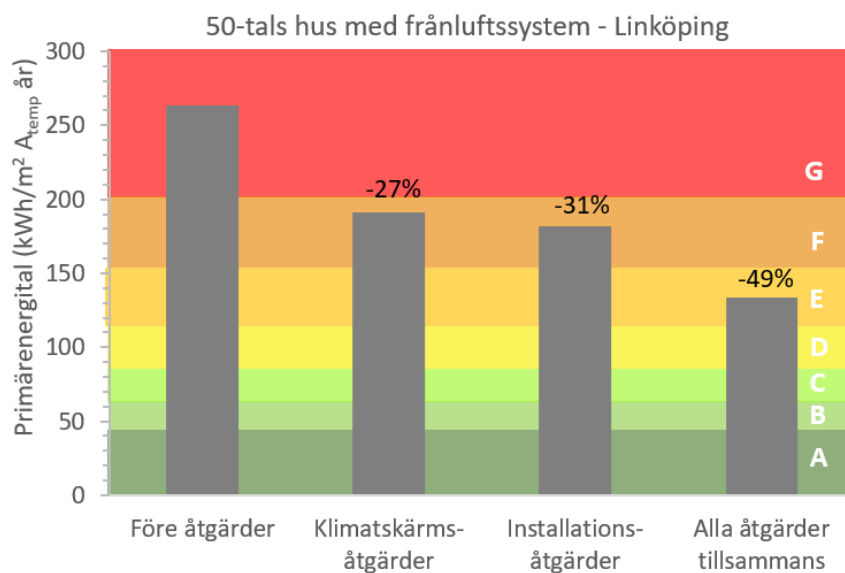
Mer detaljerat resultat från energiberäkningarna och lönsamhetskalkyler visas i bilaga 3.

<sup>19</sup> BFS 2016:14, BED 10. Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2007:4) om energideklaration för byggnader.



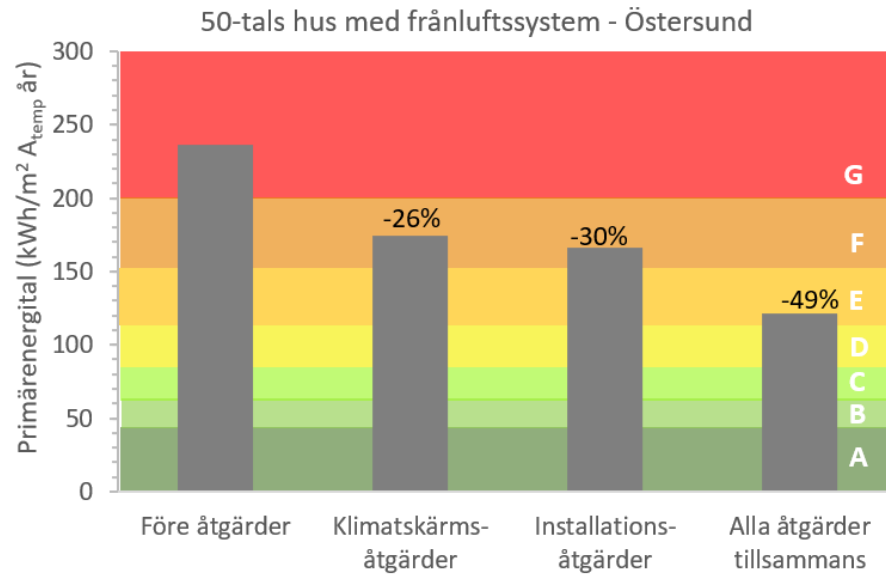
Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	225	161	153	112
Investering kr/m <sup>2</sup>		793	739	1460
Internränta (%)		4	4	4

Figur 4.5 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet med frånluftssystem i Malmö.



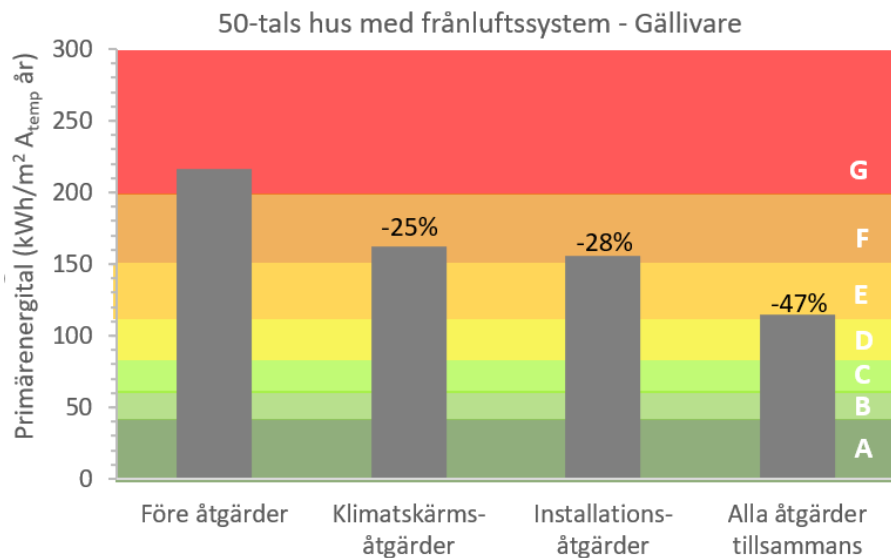
Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	253	181	173	125
Investering kr/m <sup>2</sup>		793	739	1460
Internränta (%)		5	5	5

Figur 4.6 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet med frånluftssystem i Linköping.



Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	299	213	208	145
Investering kr/m <sup>2</sup>		793	739	1460
Internränta (%)		8	7	7

Figur 4.7 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet med frånluftssystem i orten Östersund.



Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	353	250	250	172
Investering kr/m <sup>2</sup>		793	739	1460
Internränta (%)		9	9	9

Figur 4.8 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet med frånluftssystem i orten Gällivare

## Energieffektivisering av 70-tals typflerbostadshus

Figur 4.9 till 4.12 visar beräknat resultat med olika förslag på åtgärds paket för 70-tals lamellhus med frånluftssystem och för respektive ort. Diagrammen visar dels beräknat primärenergital enligt BBR25 och dels motsvarande energiklass enligt Boverkets föreskrifter angående energideklarationer<sup>20</sup>. Resultatet illustreras för åtgärds paket D ”*klimatekårensåtgärder*”, åtgärds paket F ”*installationsåtgärder*” och åtgärds paket G ”*alla åtgärder tillsammans*” enligt tabell 4.6 i kapitel 4. Resultat för andra åtgärds kombinationer visas i bilaga 3.

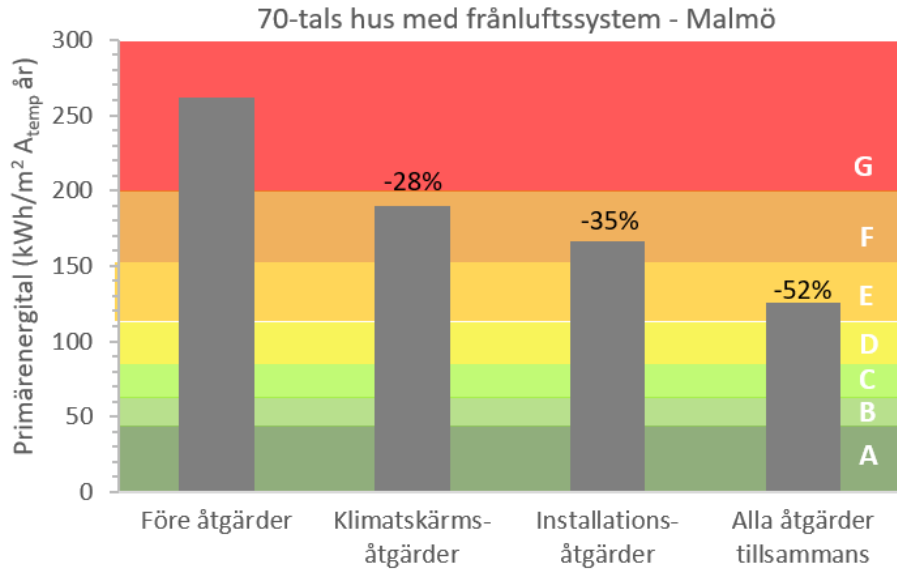
Resultatet visar följande:

- Med energieffektivisering finns det en möjlighet att halvera energianvändningen. Köpt energi kan minskas med ca 51-53% beroende på ort, förutsatt att alla åtgärder genomförs som ett paket.
- Byggnadens energiprestanda, uttryckt i primärenergital, kan förbättras med ca 47-52 % beroende på ort. Exempelvis i Malmö kan primärenergitalet nästan halveras, samtidigt som i Gällivare kommer åtgärdena leda till 47 % bättre primärenergital.
- Byggnadens energiklass kan förbättras från klass G till klass E för typhuset i Malmö, Linköping och Östersund. I Gällivare kan byggnaden uppnå energiklass D.
- Åtgärder i klimatekåren (inkl.injustering därefter) kan leda till drygt 26-28 % besparing av köpt energi. Något större besparing, upp till 37 %, kan uppnås när med enbart åtgärder i byggnadens tekniska installationer för värme, vatten och ventilation.
- Den direkta avkastningen för att genomföra alla åtgärder som ett paket är 1-5 %, där lönsamheten är större i kallare orter. Investeringskostnader för hela åtgärds paketet i typbyggnaden från 70-talet är ca 1820 kr/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>

Mer detaljerat resultat från energiberäkningarna och lönsamhetskalkyler visas i bilaga 3.

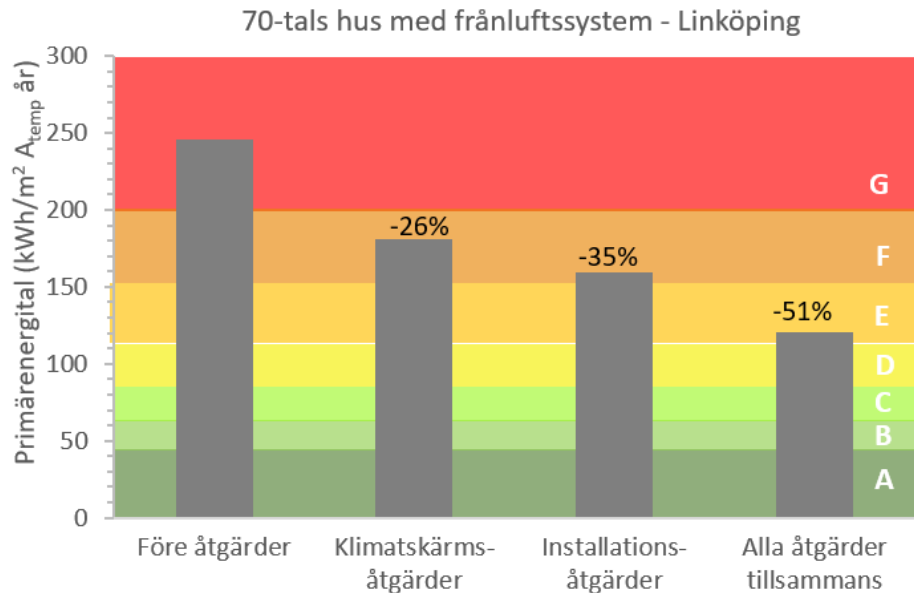
<sup>20</sup> BFS 2016:14, BED 10. Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2007:4) om energideklaration för byggnader.





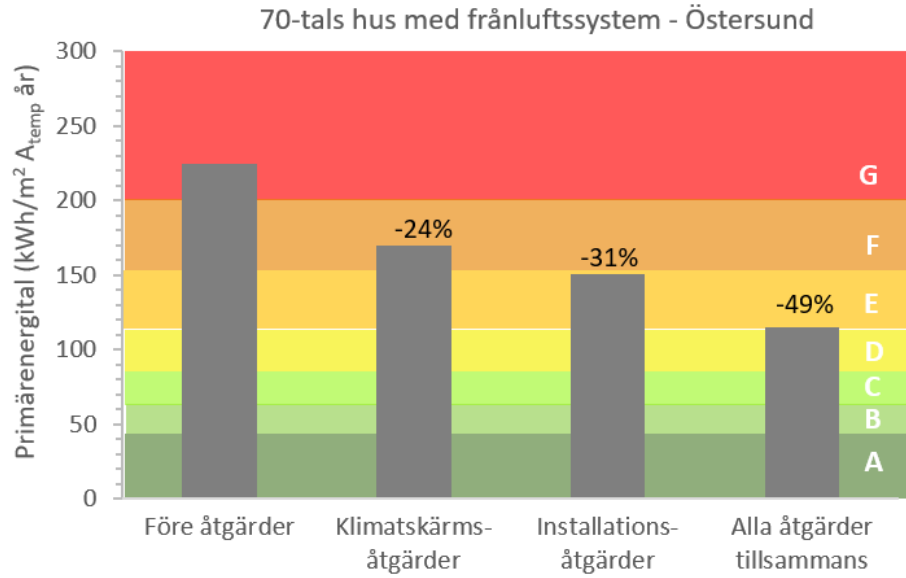
Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	209	151	132	99
Investering kr/m <sup>2</sup>		865	1033	1820
Internränta (%)		3	1	1

Figur 4.9 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 70-talet i orten Malmö



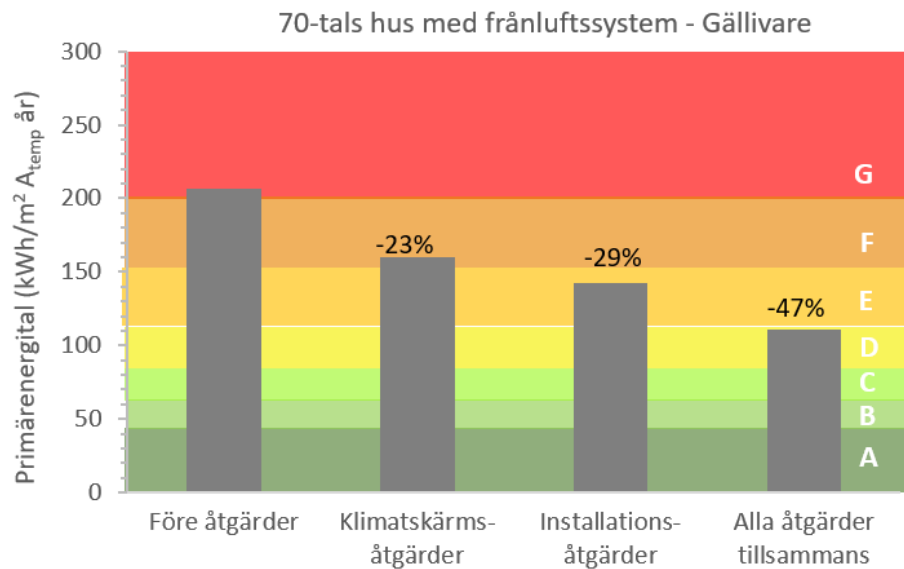
Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	235	170	150	112
Investering kr/m <sup>2</sup>		865	1033	1820
Internränta (%)		3	2	2

Figur 4.10 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 70-talet i orten Linköping



Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	282	205	184	135
Investering kr/m <sup>2</sup>		865	1033	1820
Internränta (%)		5	4	4

Figur 4.11 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 70-talet i orten Östersund



Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	333	244	224	163
Investering kr/m <sup>2</sup>		865	1033	1820
Internränta (%)		7	5	5

Figur 4.12 Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 70-talet i orten Gällivare

## 5 Tillvägagångsätt vid energieffektivisering

I kapitel 4 har du som fastighetsägare förhoppningsvis inspirerats till att förbättra din byggnad genom att genomföra energieffektiviseringsåtgärder och du kanske också har bestämt dig för ett eller flera paket av energieffektiviseringsåtgärder som kan vara aktuella för din byggnad. Det är då dags att göra en mer noggrann energikartläggning av din byggnad och ta in offerter från olika företag som kan genomföra åtgärderna.

Eftersom varje byggnad är unik går det inte helt att förlita sig på typexempel utan en djupare analys behövs. Men med hjälp av typexemplen kan den fortsatta analysen fokusera på åtgärder som sannolikt är bra för din byggnad och utesluta några som sannolikt passar sämre. Har du en byggnad som är betydligt bättre än de som omfattas av IMD-kraven för värme kan du fortfarande inspireras och göra lämpliga urval från typexemplen men det är då extra viktigt att göra en djupare analys så att energieffektiviseringen genomförs på rätt grunder.

Nedan beskrivs hur en energirenovering lämpligen genomförs. Den baseras huvudsakligen på ett metodiskt arbetssätt som kallas *Rekorderlig Renovering*<sup>21</sup> och som utvecklats inom Energimyndighetens beställargrupp för bostäder, BeBo. Ett liknande arbetssätt är den så kallade *Totalmetodiken*<sup>22</sup> som utvecklats inom Energimyndighetens beställargrupp för lokaler, BELOK, och som använts i delar vid beskrivning av typexemplet. Rekorderlig renovering och Totalmetodiken fokuserar på energirenovering men belyser hur andra egenskapskrav behöver beaktas. Ett bredare angreppssätt för renoveringsprocessen med mer fokus på bevarande finns beskriven i en guide på Informationscentrum för hållbart byggande, ICHB<sup>23</sup>.

### 5.1 Systematisk arbetsprocess

Hur omfattande det fortsatta arbetet kommer att vara beror på hur omfattande renovering som ska genomföras eller om enbart någon enstaka åtgärd ska genomföras. Alla moment i arbetsprocessen behöver oavsett omfattning beaktas. Det är viktigt att hela tiden se till helheten även om begränsade åtgärder planeras. Eftersom den positiva effekten av att gruppera olika åtgärder i paket och på så sätt få dem kostnadseffektiva tillsammans kan värderas och att beakta att en genomförd åtgärd kommer att påverka effekten av andra åtgärder och därmed kan de behöva genomföras i rätt ordning.

En energirenovering kan delas upp i tre etapper, där var etapp i sig kan dela upp i ytterligare delar.

<sup>21</sup> <https://www.bebostad.se/om-bebo/kampanjer-och-utlysningar/rekorderlig-renovering>

<sup>22</sup> <http://totalconcept.se/>

<sup>23</sup> <https://ichb.se/innehall/guider/guide-renoveringsprocessen/guide-renoveringsprocessen-brf/>

## Etapp 1: Förberedelser

Den första etappen i *Rekorderlig Renovering* syftar framförallt till att skapa en detaljerad helhetsbild av hur den aktuella byggnaden ser ut och fungerar i nuläget. Utifrån inspiration av typexempel fastställer fastighetsägaren de mål som ska uppnås med energirenoveringen. En inventering och energikartläggning genomförs av byggnaden. Inventeringen beaktar underhållsbehov av klimatskärm och installationer och vilka åtgärder som är möjliga att genomföra i byggnaden utan att riskera konflikt med andra egenskaper som bevarande, risk för fukt och utrymmesbehov. Den beaktar också om möjligt hyresgästernas erfarenhet och önskemål av inomhusmiljön. Energikartläggningen används för att fastställa hur mycket energi som byggnaden använder och till vilka funktioner. Utifrån den går det sedan att uppskatta effekten av olika energieffektiviseringsåtgärder. En första analys görs av möjliga energieffektiviseringsåtgärder med deras potential för energibesparing och uppskattade investeringskostnader. Här kan det vara åtgärder från typexemplet men också andra åtgärder som är aktuella för den specifika byggnaden. Vid analysen är det viktigt att välja en kostnadsmodell som tar hänsyn till långsiktiga investeringar i ett livscykelperspektiv.

Från ett helhetsperspektiv tar fastighetsägaren beslut om vilket paket av åtgärder som ska genomföras utifrån den grundläggande målbilden. Dessa sammanfattas i en anbudsförfrågan som utformas beroende av vilken entreprenadform som ska användas. De moment som bör ingå i etapp 1 är:

- Målbeskrivning
- Inventering och energikartläggning
- Analys av möjliga paket av energieffektiviseringsåtgärder
- Ekonomi
- Upphandling, val av entreprenadform

Etappen genomförs oftast av fastighetsägaren själv i samarbete med en upphandlad energikonstult.

## Etapp 2: Genomförande

I den andra etappen genomförs det åtgärds paket som tagits fram i den första etappen. Vilka aktörer som blir inblandade i de olika etapperna beror på vilken entreprenadform som väljs. Först sker en detaljprojektering där en beskrivning tas fram om hur valda åtgärder ska genomföras. Det är viktigt att se till hela systemet vid projekteringen och inte till enskilda komponenter. Inledningsvis måste en plan för kvalitetskontroller under byggprocessen tas fram. Kontrollplanen bör innehålla anvisningar om vilka funktionskontroller som måste göras under byggskedet. Det kan exempelvis vara täthetsprovning av klimatskärm och ventilationskanaler i tidiga skeden så att justeringar i lösningar kan göras vid behov. Planering av mätare för uppföljning av energiprestanda

ska finnas med i projekteringen. Därefter genomförs renoveringen. Idrifttagning är ett avgörande skede under genomförandefasen där alla funktioner i byggnaden ska testas för att säkerställa att systemen fungerar enligt de preciserade kraven i projekteringen.

Driftoptimering innefattar genomgång av driftstider, temperaturer, flöden, behovsanpassning, översyn av rutiner, intern kommunikation och brukarsamverkan.

Injustering av värmesystemet som oftast leder till sänkning av systemtemperaturer ska alltid göras efter ombyggnad av klimatskärmen eller ventilationssystemet.

Vid slutbesiktning skall det säkerställas att entreprenaden utförts enligt kontrakt och beställning, och det därmed finns förutsättningar för att projektet skall kunna nå de uppställda målen. Det är viktigt att de formulerade målen också konkretiseras till punkter som kan ställas upp i kontraktshandlingarna, så att detta finns med som punkter vid slutbesiktningen.

Olika mål får formuleras på olika sätt i kontraktspanen, beroende på om det gäller att spara energi, att spara pengar, att minska miljöbelastningen eller att höja komforten i byggnaderna.

I slutbesiktningen ingår samordnad funktions- och prestandaprovning. Då testas projektet i sin helhet och det bedöms hur olika system och konstruktioner samverkar. Här är det viktigt att särskilt kontrollera energieffektivitet i installationssystemen. Avvikelser i en verkningsgrad kan innebära att energirenoveringen inte får den lönsamhet som förväntas.

I etapp 2 ingår vanligen följande arbetsmoment

- Detaljprojektering av valda åtgärder
- Renovering
- Funktionskontroll och idrifttagning
- Slutbesiktning

### Etapp 3: Avslutning och uppföljning

I den tredje och sista etappen ligger fokus på att följa upp och verifiera om den beräknade energiprestandan och övriga mål uppnåddes, samt på erfarenhetsåterföring. Det är viktigt att inte tappa fokus på energifrågan, och att förvaltningsorganisationen som tar över ansvaret för energifrågan har rätt kompetens och information för att klara en effektiv drift. Uppföljningen och verifieringen utförs av beställaren själv eller av anlita konsult. Mätdata insamlas och analyseras. Energianvändningen jämförs med beräknade värden. Eventuella avvikelser analyseras och åtgärdas vid behov. Vid måluppföljningen går man tillbaka till det inledande resonemanget kring vilket mål som är viktigast och följer upp om det prioriterade målen uppnåddes. Om målen inte uppnåddes, analysera varför. Efter projektet sammanställs erfarenheter kring om det blev som det var tänkt, vad kunde ha gjorts bättre och vilka erfarenheter kan vidarebefordras till kommande projekt. Detta är

viktigt för att säkerställa att man som beställare har fått det man har beställt, samt för att kunna ta med sig värdefulla erfarenheter till nästa projekt. I Etapp 3 ingår vanligen följande arbetsmoment:

- Idrifttagning fortsättning
- Uppföljning av energiprestanda och genomförda åtgärders verkan
- Måluppföljning
- Erfarenhetsåterföring

## Bilaga 1. Indata till energiberäkningar

Klimatdata (gäller för alla byggnadstyper)

Parameter	Värde				Källa
	Malmö	Linköping	Östersund	Gällivare	
Klimatfil normalår					
Geografisk justeringsfaktor	0,8	1	1,4	1,9	BBR25

### B1.1 Typflerbostadshus 50-tals lamellhus

Fasadkonstruktion typ 1: alla fasader ovan mark

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Puts	10	0,8	0,54	"Så byggdes husen 1880-2000"
Lättbetong	250	0,15		
Puts	10	0,8		

Fasadkonstruktion typ 2: källarvägg ovan mark

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Puts	10	0,8	1,46	"Så byggdes husen 1880-2000"
Lättbetongplatta	50	0,15		
Betong	230	1,7		
Trällsplatta	25	0,78		

Fasadkonstruktion typ 3: källarvägg under mark

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Betong	230	1,7	2,96	"Så byggdes husen 1880-2000"
Trällsplatta	25	0,78		

Takkonstruktion (vindsbjälklag)

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Koksaska	100	0,2	0,38	"Så byggdes husen 1880-2000"
Pappersmellanlägg				
Kutterspån	150	0,08		
Betong	140	1,7		

Bottenplattans konstruktion

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Betong	80	1,7	5,6	"Så byggdes husen 1880-2000"
Dränerande lager (grus och skärv)				

Fönster och dörrar

Typ	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)
Fönster	2,7
Ytterdörr i trapphus	3,1

**Sammanställning av övriga indata**

Parameter	Värde	Källa
Area, $A_{temp}$ (m <sup>2</sup> )	2368	Ritningar
Omslutningsarea, $A_{om}$ (m <sup>2</sup> )	2861	Ritningar
Formfaktor	1,21	Beräknat
Fönsterandel (%)	21	Ritningar
Fasad andel i $A_{om}$ (%)	50	Ritningar
Byggnadens höjd inkl. tak (m)	12,8	Ritningar
Byggnadens inre volym (m <sup>3</sup> )	5920	Ritningar
Byggnadens orientering	Söderfasad mot syd	Ritningar
$U_m$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,93	Beräknat
UA fasad (W/K)	534	Beräknat
UA källarvägg ovan mark (W/K)	215	Beräknat
UA tak (W/K)	239	Beräknat
UA bottenplatta inkl. mark (W/K)	296	Beräknat
UA källarvägg under mark inkl. mark (W/K)	168	Beräknat
UA fönster och dörrar (W/K)	789	Beräknat
UA köldbryggor (W/K)	411	Beräknat
g-värde fönster	0,76	Antaget
Solavskärmning	balkonger (50% fasadarean) + beteendestyrd avskärmning (g=0,71)	Ritningar/ BEN
Byggnadens lufttätethet, $q_{50}$ (l/s m <sup>2</sup> )	0,9	Antaget
Antal våningar ovan mark, Totalt/uppvärmda >10 °C	3	Ritningar
Antal våningar under mark, Totalt/uppvärmda >10 °C	1	Ritningar
Ventilationssystem	Självdrag/ Frånluftssystem	
FTX verkningsgrad (% vid balanserat luftflöde)	n/a	Ritningar
Genomsnittligt luftflöde inkl. forcering (l/s m <sup>2</sup> )	0,25 självdrag/ 0,35 F-syst	Antaget
Specifik fläkteffekt (kW/(m <sup>3</sup> /s))	1,5 vid F-system	Antagen
Luftdistribution	CAV vid F-syst	Ritningar
Drifttid ventilationssystem	24h vid F-syst	Ritningar
Tilluftstemperatur	n/a	Ritningar
Lägsta innetemperatur vintertid	23°C lgh/ 18°C källare	Antaget
Högsta tillåten innetemperatur sommartid	inget krav	Antaget
Närvarotid	14h/7dagar/52 veckor	BEN
Persontäthet (personer)	42,42	BEN
Effektavgivning	80 W/person	BEN
Hushållsenergi	30 kWh/m <sup>2</sup> år	BEN
Internlast som är möjligt att tillgodogöras (%)	70	BEN
Påslag för vädring (kWh/m <sup>2</sup> år)	8 för hus med självdrag, 6 med F-system	Antaget
Energianvändning för tappvarmvatten (kWh/m <sup>2</sup> år)	25	BEN
VVC-förluster (kWh/m <sup>2</sup> år)	20	Antaget
Andel VVC förluster som tillgodoräknas (%)	30	Antaget
Fastighetsel exkl. fläktel (kWh/m <sup>2</sup> år)	12,7	Gripen databas



## B1.2 Typflerbostadshus 70-tals lamellhus

Fasadkonstruktion typ 1: fasader på söder och norr

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Tegel	120	0,58	0,37	"Så byggdes husen 1880-2000"
Luftspalt	30			
Internit	3	0,25		
Mineralull med träregel	95	0,037		
Plastfolierade gipsskivor	13	0,25		

Fasadkonstruktion typ 2: yttervägg vid balkong

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Eternit	9	0,25	0,39	"Så byggdes husen 1880-2000"
Luftspalt med läkt	34			
Internit	3	0,25		
Mineralull med träregel	95	0,037		
Plastfolierade gipsskivor	13	0,25		

Fasadkonstruktion typ 3: gavlar

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Tegel	120	0,58	0,39	"Så byggdes husen 1880-2000"
Mineralull med träregel	95	0,037		
Betong	120	1,7		

Takkonstruktion (vindsbjälklag)

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Betong	120	1,7	0,23	"Så byggdes husen 1880-2000"
Mineralull	120	0,036		
Mineralullsfilt med papp ovan	30	0,036		

Bottenplattans konstruktion

Skikt	mm	$\lambda_{\text{huvudmaterial}}$	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)	Källa
Lättklinker	150		0,4	"Så byggdes husen 1880-2000"
Betong	150	1,7		
Träplatta	20	0,14		
Linoleum	5	0,14		

Fönster och dörrar

Typ	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)
Fönster	2,7
Ytterdörr i trapphus	3,1

**Sammanställning av övriga indata**

Parameter	Värde	Källa
Area, $A_{temp}$ (m <sup>2</sup> )	1620	Ritningar
Omslutningsarea, $A_{om}$ (m <sup>2</sup> )	2052	Ritningar
Formfaktor	1,27	Beräknat
Fönsterandel (%)	22	Ritningar
Fasad andel i $A_{om}$ (%)	47	Ritningar
Byggnadens höjd inkl. tak (m)	8,8	Ritningar
Byggnadens inre volym (m <sup>3</sup> )	4050	Ritningar
Byggnadens orientering	Söderfasad mot syd	Ritningar
$U_m$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,67	Beräknat
UA fasad (W/K)	284	Beräknat
UA källarvägg ovan mark (W/K)	-	Beräknat
UA tak (W/K)	125	Beräknat
UA bottenplatta inkl. mark (W/K)	103	Beräknat
UA källarvägg under mark inkl. mark (W/K)	-	Beräknat
UA fönster och dörrar (W/K)	575	Beräknat
UA köldbryggor (W/K)	290	Beräknat
g-värde fönster	0,76	Antaget
Solavskärmning	balkonger (76% fasadarean) + beteendestyrd avskärmning (g=0,71)	Ritningar/ BEN
Byggnadens lufttäthet, $q_{50}$ (l/s m <sup>2</sup> )	0,9	Antaget
Antal våningar ovan mark, Totalt/uppvärmda >10 °C	3	Ritningar
Antal våningar under mark, Totalt/uppvärmda >10 °C	0	Ritningar
Ventilationssystem	Frånluftssystem	Antagen
FTX verkningsgrad (% vid balanserat luftflöde)	n/a	Ritningar
Genomsnittligt luftflöde inkl. forcering (l/s m <sup>2</sup> )	0,35	Antaget
Specifik fläkteffekt (kW/(m <sup>3</sup> /s))	1,5	Antagen
Luftdistribution	CAV	Ritningar
Drifttid ventilationssystem	24h	Ritningar
Tilluftstemperatur	n/a	Ritningar
Lägsta innetemperatur vintertid	23°C lgh	Antaget
Högsta tillåten innetemperatur sommartid	inget krav	Antaget
Närvarotid	14h/7dagar/52 veckor	BEN
Persontäthet (personer)	39,24	BEN
Effektavgivning	80 W/person	BEN
Hushållsenergi	30 kWh/m <sup>2</sup> år	BEN
Internlast som är möjligt att tillgodogöras (%)	70	BEN
Påslag för vädring (kWh/m <sup>2</sup> år)	6	Antaget
Energianvändning för tappvarmvatten (kWh/m <sup>2</sup> år)	25	BEN
VVC-förluster (kWh/m <sup>2</sup> år)	20	Antaget
Andel VVC förluster som tillgodoräknas (%)	30	Antaget
Fastighetsel exkl. fläktel (kWh/m <sup>2</sup> år)	13,8	Gripen databas

## Bilaga 2. Energieffektiviseringsåtgärder

### B2.1 Typflerbostadshus 50-tal

Energieffektiviseringsåtgärder för 50-tals typhus- indata till energiberäkningar

Nr	Åtgärd beskrivning	Indata till energiberäkningar		
		Parameter	Före	Efter
1A	<b>Tilläggsisolering av fasad.</b> Isoleringen på alla fasader ovan mark ökas med 5 cm minarull (ej för källarväggar).	U-värde fasad ovan mark (ej källarvägg) (W/m <sup>2</sup> K)	0,54	0,31
2	<b>Tilläggsisolering av vindsbjälklag.</b> Befintlig isolering i vindsbjälklag ökas med 20 cm mineralull	U-värde tak (W/m <sup>2</sup> K)	0,38	0,12
3	<b>Byte av fönster och entrédörrar.</b> Befintliga 2-glasfönster byts ut till 3-glasfönster med isolerglas. Befintliga entrédörrar till trapphus byts ut till bättre isolerade dörrar.	U-värde fönster och dörrar (W/m <sup>2</sup> K)	2,7	1,0
		g-värde fönster (-)	0,76	0,55
		Byggnadens lufttäthet, q <sub>50</sub> (l/s, m <sup>2</sup> )	0,9	0,7
		Värmeegenomgångskoefficient för linjär köldbrygga runt fönster och dörrar (W/m,K)	0,07	0,03
		Vädringsförluster (kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> , år)	8 / 6	4
4	<b>Installation av FTX-ventilation.</b> Befintligt självdrag alt. F-system konverteras till FTX system.	Ventilationssystem	Självdrag / F-system	FTX
		Verkningsgrad (% vid balanserat luftflöde)	n/a	80
		Genomsnittligt luftflöde (l/s, m <sup>2</sup> )	0,25/ 0,35	0,35
		Specifik fläkt effekt, SFP (kW/(m <sup>3</sup> /s))	n/a /1,5	1,5
		Tilluftstemperatur (°C)	n/a	19
5	<b>Injustering av värmesystem.</b> Byte av termostatventiler på radiatorer samt injustering av värmesystemet.	Lägsta innetemperatur lägenheter (°C)	23	21
6	<b>Energieffektiva tappvarmvattenarmaturer.</b> Befintliga blandare på dusch, tvättställ i badrum och kök byts ut till energieffektiva blandare. Minskar tappvarmvatten med 10 %.	Energianvändning för tappvarmvatten (kWh/m <sup>2</sup> , år)	25	22,5
7	<b>Installation av VVX för avlopp.</b> Stående avloppsvärmeväxlare installeras i stamschakten. Minskar tappvarmvatten med 25 %.	Energianvändning för tappvarmvatten (kWh/m <sup>2</sup> , år)	25	18,8
8	<b>Minskade VVC-förluster.</b> Bättre rörisolering genom rör-i-rör teknik. Minskar VVC-förluster med 30 %	VVC-förluster (kWh/m <sup>2</sup> , år)	20	14
9	<b>Minskad fastighetsel.</b> Installation av LED-belysning med närvarostyrning i trapphus och tvättstuga samt byte av pumpar i värmesystem och VVC.	Fastighetsel exkl. fläktel (kWh/m <sup>2</sup> , år)	12,7	10,2

Energieffektiviseringsåtgärder för 50-tals typhus- investeringskostnader för energieffektiviseringsåtgärder

Nr	Åtgärd	Förutsättningar för kostnader	Area/ antal	Kostnad (tkr)	Kalkyltid (år)
1A	Tilläggsisolering av fasad	Åtgärden görs i samband med fasadrenovering där den befintliga isoleringen ökas med 5 cm mineralull. Merkostnad ca 100 kr/m <sup>2</sup> fasad yta	1000 m <sup>2</sup>	102	40
2	Tilläggsisolering av vindsbjälklag	Vindsbjälklag isoleras med 20 cm mineralull. Åtgärden förutsätter att det finns inget vindsförråd. Kostnad ca 200 kr/m <sup>2</sup> vindsyta	629 m <sup>2</sup>	126	40
3	Byte av fönster och entrédörrar	Befintliga 2-glasfönster byts ut till 3-glasfönster med isolerglas. Befintliga entrédörrar till trapphus byts ut till bättre isolerade dörrar. Totalkostnad för nya fönster och dörrar ca 5000kr/m <sup>2</sup> fönster/dörr yta.	296 m <sup>2</sup> total fönster- och dörryta	1 481	40
4	Installation av FTX-ventilation	Befintligt självdrag alt. F-system ändras till FTX system. Två ventilationsaggregat (1 aggregat per 2 trapphus) med vattenburet värmebatteri placeras på kallvinden. Nya tilluftskanaler dras in i alla lägenheter. Total kostnad för aggregat och nytt kanalsystem ca 50 000 kr per lägenhet	24 lgh	1 200	20
5	Injustering av värmesystem	Byte av termostatventiler på radiatorer samt injustering av värmesystemet. Totalkostnad för nya termostatventiler och injustering ca 7000 kr/lgh	24 lgh	168	10
6	Energieffektiva tappvarmvattenarmaturer	Befintliga blandare på dusch, tvättställ i badrum och kök byts ut till energieffektiva blandare. Kostnad för nya blandare för dusch, tvättställ och kök, ca 8000 kr/lgh	24 lgh	193	20
7	Installation av VVX för avlopp	Stående avloppsvärmeväxlare installeras i stamschakten. 1 värmväxlare per 6 lägenheter, totalt 4 värmväxlare. Kostnad ca 3000 kr per lgh	24 lgh	72	20
8	Minskade VVC-förluster	Bättre rörisolering genom rör-i-rör installation. Kostnad ca 3000 kr per lgh	24 lgh	72	20
9	Minskad fastighetsel	Installation av LED-belysning med närvarostyrning i trapphus och tvättstuga samt byte av pumpar i värmesystem och VVC. Kostnad för LED belysning ca 10000 kr per trapphus. Byte av cirkulationspumpar ca 5000 kr per undercentral.	4 trapphus, 1 undercentral	45	20

## B2.2 Typflerbostadshus 70-tals lamellhus

Energieffektiviseringsåtgärder för 70-tals typhus- indata till energiberäkningar

Nr	Åtgärd beskrivning	Indata till energiberäkningar		
		Parameter	Före	Efter
1B	<b>Nya utfackningsväggar.</b> Alla utfackningsväggar vid balkonger ska bytas ut till nya i samband med fönsterbyte.	U-värde fasad (medel) (W/m <sup>2</sup> K)	0,38	0,35
3	<b>Byte av fönster och entrédörrar.</b> Befintliga 2-glasfönster byts ut till 3-glasfönster med isolerglas. Befintliga entrédörrar till trapphus byts ut till bättre isolerade dörrar.	U-värde fönster och dörrar (W/m <sup>2</sup> K)	2,7	1,0
		g-värde fönster (-)	0,76	0,55
		Byggnadens lufttäthet, q <sub>50</sub> (l/s, m <sup>2</sup> )	0,9	0,7
		Värmeegenomgångskoefficient för linjär köldbrygga runt fönster och dörrar (W/m,K)	0,15	0,03
		Vädringsförluster (kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> , år)	8 / 6	4
4	<b>Installation av FTX-ventilation.</b> Befintligt självdrag alt. F-system konverteras till FTX system.	Ventilationssystem	Självdrag / F-system	FTX
		Verkningsgrad (% vid balanserat luftflöde)	n/a	80
		Genomsnittligt luftflöde (l/s, m <sup>2</sup> )	0,25 / 0,35	0,35
		Specifik fläkt effekt, SFP (kW/(m <sup>3</sup> /s))	n/a / 1,5	1,5
		Tilluftstemperatur (°C)	n/a	19
5	<b>Injustering av värmesystem.</b> Byte av termostatventiler på radiatorer samt injustering av värmesystemet.	Lägsta innetemperatur lägenheter (°C)	23	21
6	<b>Energieffektiva tappvarmvattenarmaturer.</b> Befintliga blandare på dusch, tvättställ i badrum och kök byts ut till energieffektiva blandare. Minskar tappvarmvatten med 10 %.	Energianvändning för tappvarmvatten (kWh/m <sup>2</sup> , år)	25	22,5
7	<b>Installation av VVX för avlopp.</b> Stående avloppsvärmeväxlare installeras i stamschakten. Minskar tappvarmvatten med 25 %.	Energianvändning för tappvarmvatten (kWh/m <sup>2</sup> , år)	25	18,8
8	<b>Minskade VVC-förluster.</b> Bättre rörisolering genom rör-i-rör, minskar VVC-förluster med 30 %	VVC-förluster (kWh/m <sup>2</sup> , år)	20	14
9	<b>Minskad fastighetsel.</b> Installation av LED-belysning med närvarostyrning i trapphus och tvättstuga samt byte av pumpar i värmesystem och VVC.	Fastighetsel exkl. fläktel (kWh/m <sup>2</sup> , år)	13,8	11,0

Energieffektiviseringsåtgärder för 70-tals typhus- investeringskostnader för energieffektiviseringsåtgärder

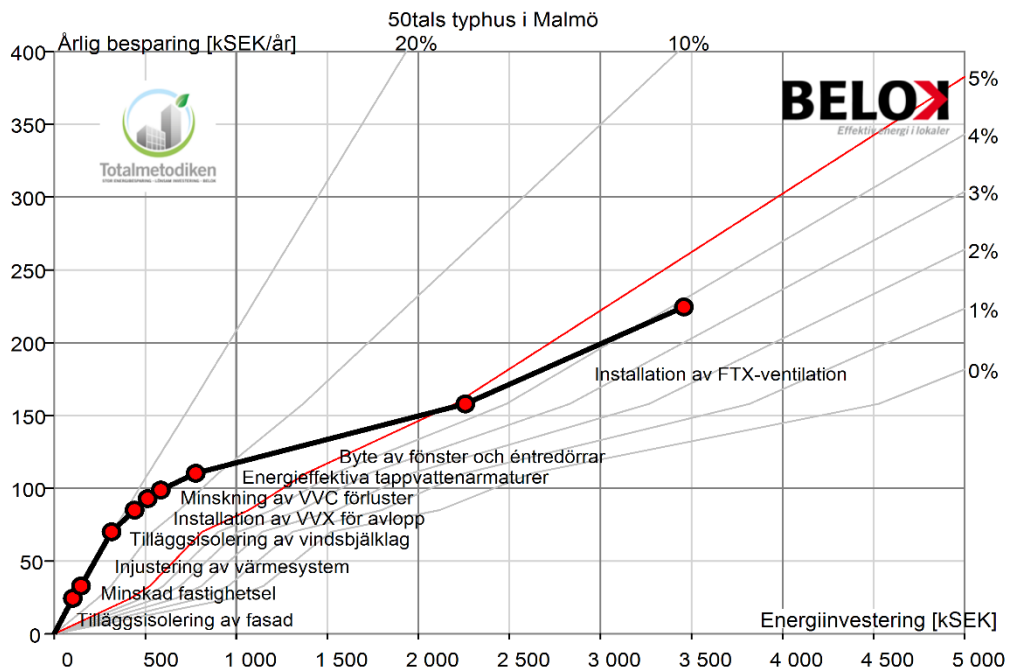
Nr	Åtgärd	Förutsättningar för kostnader	Area/ antal	Kostnad (tkr)	Kalkyltid (år)
1B	Nya utfackningsväggar	Alla utfackningsväggar vid balkonger ska bytas ut till nya i samband med fönsterbyte. Totalkostnad ca 130 kr/m <sup>2</sup> $A_{temp}$	1620 m <sup>2</sup> $A_{temp}$	211	40
3	Byte av fönster och entrédörrar	Befintliga 2-glasfönster byts ut till 3-glasfönster med isolerglas. Befintliga entrédörrar till trapphus byts ut till bättre isolerade dörrar. Totalkostnad för nya fönster och dörrar ca 5000kr/m <sup>2</sup> fönster/dörr yta.	213 m <sup>2</sup> total fönster- och dörryta	1 064	40
4	Installation av FTX-ventilation	Befintligt självdrag alt. F-system ändras till FTX system. Två ventilationsaggregat med vattenburet värmebatteri placeras på taket. . Nya tilluftskanaler dras in i alla lägenheter. Total kostnad för aggregat och nytt kanalsystem ca 70 000 kr per lägenhet	18 lgh	1 260	20
5	Injustering av värmesystem	Byte av termostatventiler på radiatorer samt injustering av värmesystemet. Totalkostnad för nya termostatventiler och injustering ca 7000 kr/lgh	18 lgh	126	10
6	Energieffektiva tappvarmvattenarmaturer	Befintliga blandare på dusch, tvättställ i badrum och kök byts ut till energieffektiva blandare. Kostnad för nya blandare för dusch, tvättställ och kök, ca 8000 kr/lgh	18 lgh	144	20
7	Installation av VVX för avlopp	Stående avloppsvärmeväxlare installeras i stamschakten. 1 värmeväxlare per 6 lägenheter, totalt 3 värmeväxlare. Kostnad ca 3000 kr per lgh	18 lgh	54	20
8	Minskade VVC-förluster	Bättre rörisolering genom rör-i-rör installation. Kostnad ca 3000 kr per lgh	18 lgh	54	20
9	Minskad fastighetsel	Installation av LED-belysning med närvarostyrning i trapphus och tvättstuga samt byte av pumpar i värmesystem och VVC. Kostnad för LED belysning ca 10000 kr per trapphus. Byte av cirkulationspumpar ca 5000 kr per undercentral.	3 trapphus, 1 undercentral	35	20

## Bilaga 3. Resultat från beräkningar

### B3.1 Typflerbostadshus 50-tals lamellhus

Resultat från åtgärds paket för 50-tals typhus med frånluftssystem i orten Malmö

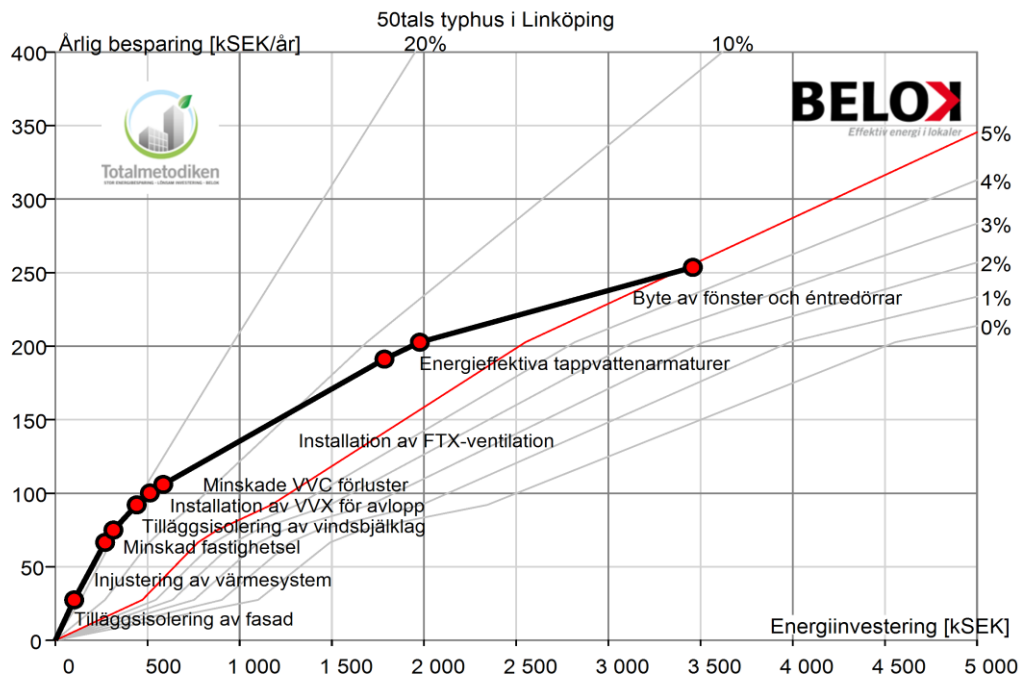
Åtgärd	Åtgärds paket – Typhus 50-tal i Malmö						
	A	B	C	D	E	F	G
Tilläggsisolering av fasad	x			x			x
Tilläggsisolering av vindsbjälklag		x		x			x
Byte av fönster och entrédörrar			x	x			x
Installation av FTX-ventilation					x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer						x	x
Installation av VVX för avlopp						x	x
Minskade VVC-förluster						x	x
Minskad fastighetsel						x	x
<b>Byggnadens energianvändning</b>	<b>(kWh/m<sup>2</sup>,år)</b>						
Total fjärrvärme	176	179	161	143	151	138	97
Fastighetsel	17	17	17	17	17	15	15
<b>Total köpt energi</b>	<b>193</b>	<b>196</b>	<b>178</b>	<b>161</b>	<b>168</b>	<b>153</b>	<b>112</b>
Procentuell energibesparing	-14 %	-13 %	-21 %	-28 %	-25 %	-32 %	-50 %
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>241</b>	<b>245</b>	<b>223</b>	<b>201</b>	<b>210</b>	<b>192</b>	<b>141</b>
Procentuell besparing PET- tal	-14 %	-13 %	-21 %	-29 %	-25 %	-31 %	-50 %
<b>Energiklass</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
<b>Kostandsbesparing (kr/m<sup>2</sup>,år)</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>38</b>	<b>53</b>	<b>46</b>	<b>61</b>	<b>95</b>
<b>Investering (kr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>114</b>	<b>124</b>	<b>696</b>	<b>793</b>	<b>578</b>	<b>739</b>	<b>1460</b>



Åtgärds paket G (alla åtgärder) illustrerad på internräntediagram enligt Beloks Totalmetodik 50-tals typhus med frånluftssystem i orten Malmö. Internräntan för hela åtgärds paketet är ca 4 %.

Resultat från åtgärds paketet för 50-tals typhus med frånluftssystem i orten Linköping

Åtgärd	Åtgärds paket – Typhus 50-tal i Linköping						
	A	B	C	D	E	F	G
Tilläggsisolering av fasad	x			x			x
Tilläggsisolering av vindsbjälklag		x		x			x
Byte av fönster och entrédörrar			x	x			x
Installation av FTX-ventilation					x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer						x	x
Installation av VVX för avlopp						x	x
Minskade VVC-förluster						x	x
Minskad fastighetsel						x	x
<b>Byggnadens energianvändning</b>	<b>(kWh/m<sup>2</sup>,år)</b>						
Total fjärrvärme	202	205	184	164	172	158	110
Fastighetsel	17	17	17	17	17	15	15
<b>Total köpt energi</b>	<b>219</b>	<b>222</b>	<b>202</b>	<b>181</b>	<b>189</b>	<b>173</b>	<b>125</b>
Procentuell energibesparing	-14 %	-12 %	-20 %	-28 %	-25 %	-32 %	-51 %
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>229</b>	<b>233</b>	<b>212</b>	<b>191</b>	<b>200</b>	<b>182</b>	<b>134</b>
Procentuell besparing PET- tal	-13 %	-12 %	-20 %	-27 %	-24 %	-31 %	-49 %
<b>Energiklass</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
<b>Kostandsbesparing (tkr/m<sup>2</sup>,år)</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>42</b>	<b>59</b>	<b>52</b>	<b>67</b>	<b>107</b>
<b>Investering (tkr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>114</b>	<b>124</b>	<b>696</b>	<b>793</b>	<b>578</b>	<b>739</b>	<b>1460</b>



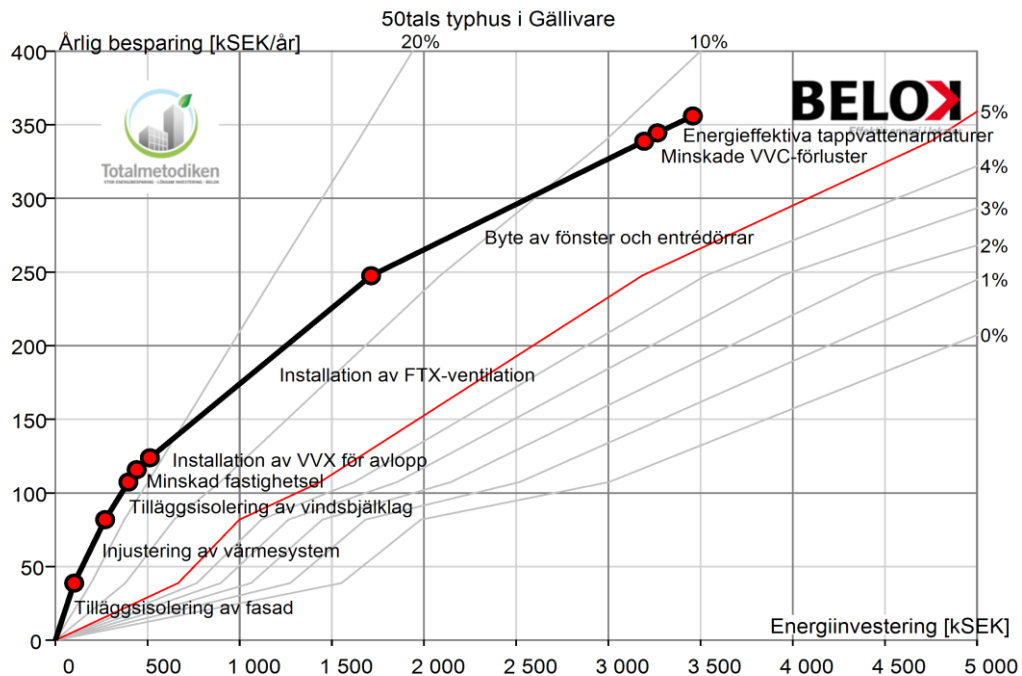
Åtgärds paketet G (alla åtgärder) illustrerad på internräntediagram enligt Beloks Totalmetodik för 50-tals typhus med frånluftssystem i orten Linköping. Internräntan för hela åtgärds paketet är ca 5 %.





Resultat från åtgärds paketen för 50-tals typhus med frånluftssystem i orten Gällivare

Åtgärd	Åtgärds paket – Typhus 50-tal i Gällivare						
	A	B	C	D	E	F	G
Tilläggsisolering av fasad	x			x			x
Tilläggsisolering av vindsbjälklag		x		x			x
Byte av fönster och entrédörrar			x	x			x
Installation av FTX-ventilation					x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer						x	x
Installation av VVX för avlopp						x	x
Minskade VVC-förluster						x	x
Minskad fastighetsel						x	x
<b>Byggnadens energianvändning</b>	<b>(kWh/m<sup>2</sup>,år)</b>						
Total fjärrvärme	293	298	264	233	248	235	158
Fastighetsel	17	17	17	17	17	15	15
<b>Total köpt energi</b>	<b>311</b>	<b>316</b>	<b>282</b>	<b>250</b>	<b>265</b>	<b>250</b>	<b>172</b>
Procentuell energibesparing	-12 %	-10 %	-20 %	-29 %	-25 %	-29 %	-51 %
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>194</b>	<b>197</b>	<b>179</b>	<b>162</b>	<b>170</b>	<b>156</b>	<b>115</b>
Procentuell besparing PET- tal	-10 %	-9 %	-17 %	-25 %	-21 %	-28 %	-47 %
<b>Energiklass</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
<b>Kostandsbesparing (kr/m<sup>2</sup>,år)</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>58</b>	<b>84</b>	<b>72</b>	<b>87</b>	<b>150</b>
<b>Investering (kr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>114</b>	<b>124</b>	<b>696</b>	<b>793</b>	<b>578</b>	<b>739</b>	<b>1460</b>

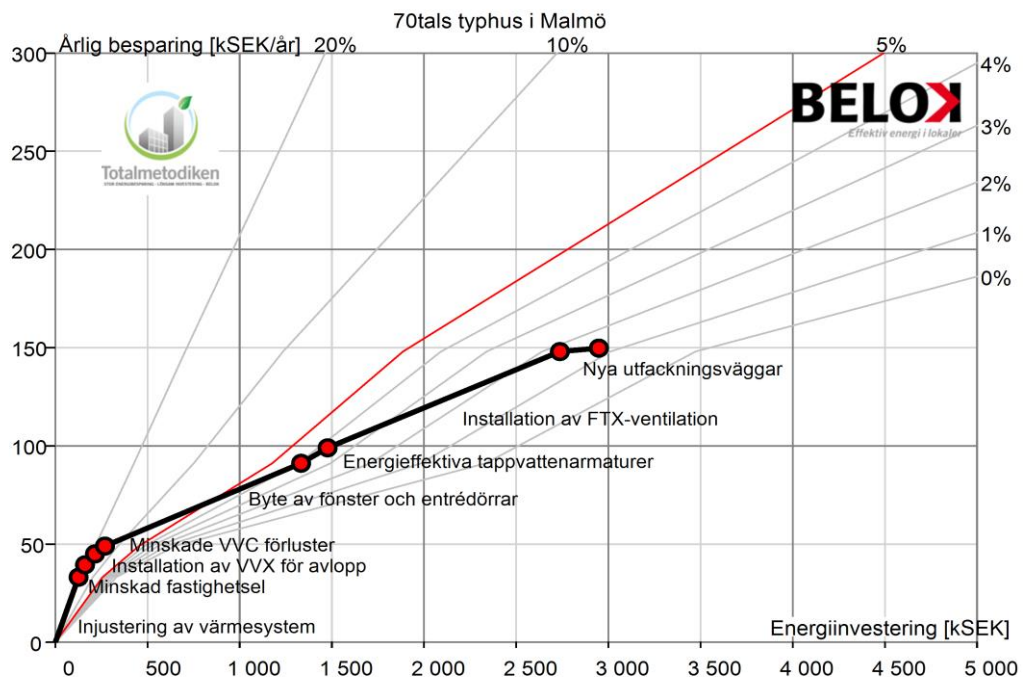


Åtgärds paket G (alla åtgärder) illustrerad på internräntediagram enligt Beloks Totalmetodik för 50-tals typhus med frånluftssystem i orten Gällivare. Internräntan för hela åtgärds paketet är ca 9 %.

## B3.2 Typflerbostadshus 70-tals lamellhus

Resultat från åtgärdsprogrammet för 70-tals typhus i Malmö

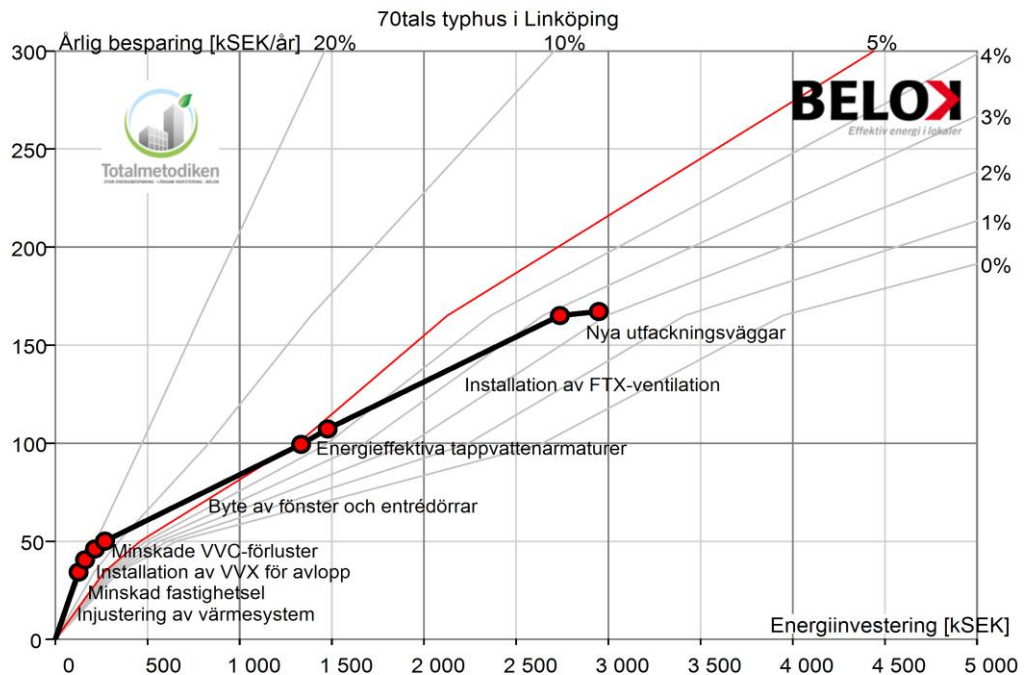
Åtgärd	Åtgärdsprogram – Typhus 70-tal i Malmö				
	C	D	E	F	G
Nya utfackningsväggar		x			x
Byte av fönster och entrédörrar	x	x			x
Installation av FTX-ventilation			x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer				x	x
Installation av VVX för avlopp				x	x
Minskade VVC-förluster				x	x
Minskad fastighetsel				x	x
<b>Byggnadens energianvändning</b>					
Total fjärrvärme	134	133	129	116	84
Fastighetsel	18	18	18	16	16
<b>Total köpt energi</b>	153	151	147	132	99
Procentuell energibesparing	-27 %	-28 %	-30 %	-37 %	-53 %
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>191</b>	<b>189</b>	<b>184</b>	<b>166</b>	<b>125</b>
Procentuell besparing PET- tal	-27 %	-28 %	-30 %	-37 %	-52 %
<b>Energiklass</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
<b>Kostandsbesparing (kr/m<sup>2</sup>,år)</b>	46	48	51	66	92
<b>Investering (kr/m<sup>2</sup>)</b>	735	865	856	1033	1820



Åtgärdsprogrammet G (alla åtgärder) illustrerad på internräntediagram enligt Beloks Totalmetodik för 70-tals typhus i orten Malmö. Internräntan för hela åtgärdsprogrammet är ca 1 %.

Resultat från åtgärds paketen för 70-tals typhus i Linköping

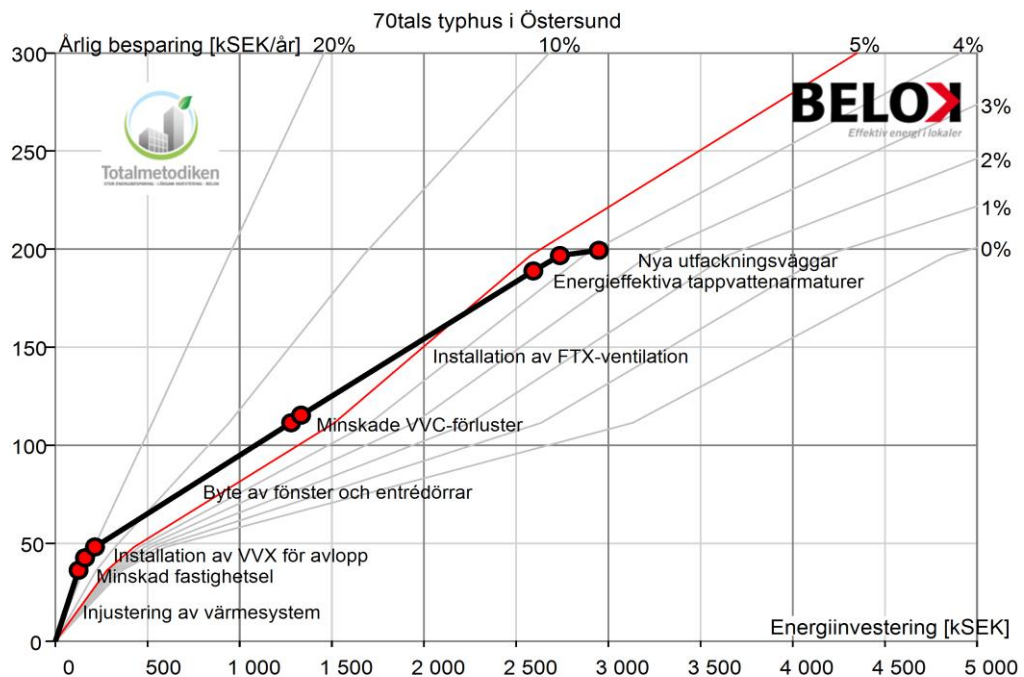
Åtgärd	Åtgärds paket – Typhus 70-tal i Linköping				
	C	D	E	F	G
Nya utfackningsväggar		x			x
Byte av fönster och entrédörrar	x	x			x
Installation av FTX-ventilation			x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer				x	x
Installation av VVX för avlopp				x	x
Minskade VVC-förluster				x	x
Minskad fastighetsel				x	x
<b>Byggnadens energianvändning</b>					
Total fjärrvärme	154	152	147	134	96
Fastighetsel	18	18	18	16	16
<b>Total köpt energi</b>	<b>172</b>	<b>170</b>	<b>165</b>	<b>150</b>	<b>112</b>
Procentuell energibesparing	-26 %	-26 %	-28 %	-35 %	-51 %
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>183</b>	<b>181</b>	<b>176</b>	<b>159</b>	<b>121</b>
Procentuell besparing PET- tal	-26 %	-26 %	-28 %	-35 %	-51 %
<b>Energiklass</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
<b>Kostandsbesparing (kr/m<sup>2</sup>,år)</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>57</b>	<b>72</b>	<b>103</b>
<b>Investering (kr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>735</b>	<b>865</b>	<b>856</b>	<b>1033</b>	<b>1820</b>



Åtgärds paket G (alla åtgärder) illustrerad på internräntediagram enligt Beloks Totalmetodik för 70-tals typhus i Linköping. Internräntan för hela åtgärds paketet är ca 2 %.

Resultat från åtgärdsprogrammet för 70-tals typhus i Östersund

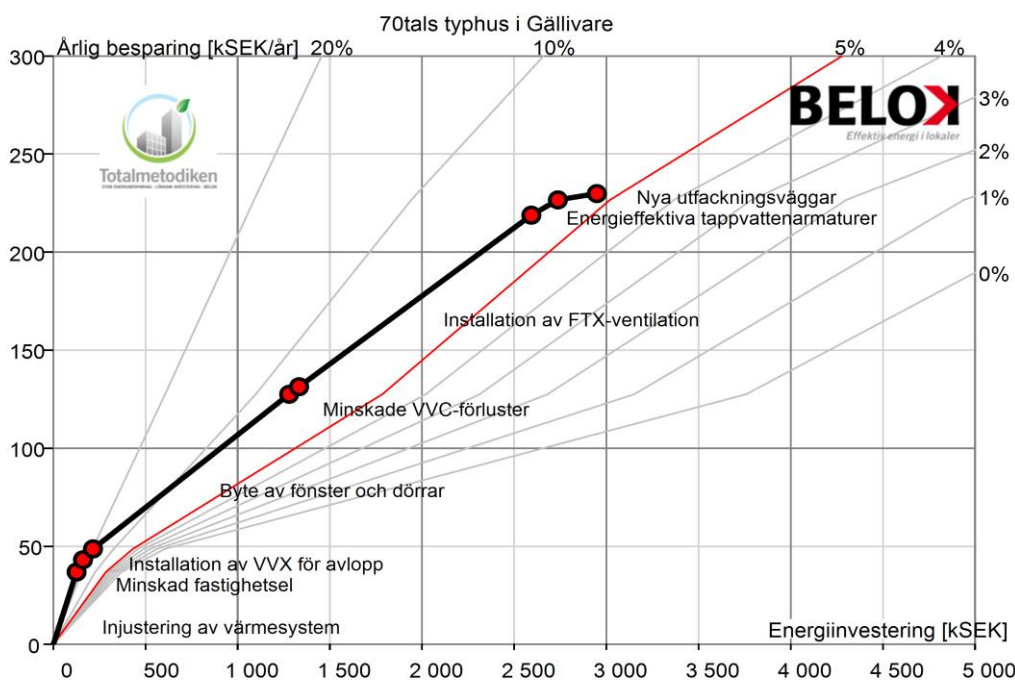
Åtgärd	Åtgärdsprogram – Typhus 70-tal i Östersund				
	C	D	E	F	G
Nya utfackningsväggar		x			x
Byte av fönster och entrédörrar	x	x			x
Installation av FTX-ventilation			x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer				x	x
Installation av VVX för avlopp				x	x
Minskade VVC-förluster				x	x
Minskad fastighetsel				x	x
<b>Byggnadens energianvändning</b>					
Total fjärrvärme	189	187	181	169	119
Fastighetsel	18	18	18	16	16
<b>Total köpt energi</b>	<b>207</b>	<b>205</b>	<b>200</b>	<b>184</b>	<b>135</b>
Procentuell energibesparing	-26 %	-27 %	-29 %	-35 %	-52 %
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>172</b>	<b>170</b>	<b>166</b>	<b>150</b>	<b>115</b>
Procentuell besparing PET- tal	-24 %	-24 %	-26 %	-33 %	-49 %
<b>Energiklass</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
<b>Kostandsbesparing (kr/m<sup>2</sup>,år)</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>68</b>	<b>83</b>	<b>123</b>
<b>Investering (kr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>735</b>	<b>865</b>	<b>856</b>	<b>1033</b>	<b>1820</b>



Åtgärdsprogrammet G (alla åtgärder) illustrerad på internräntediagram enligt Beloks Totalmetodik för 70-tals typhus i Östersund. Internräntan för hela åtgärdsprogrammet är ca 4 %.

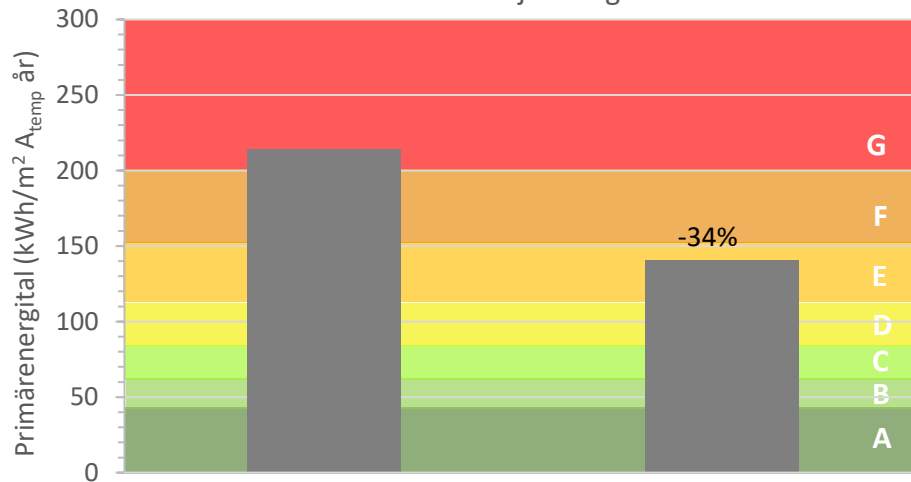
Resultat från åtgärdsprogrammet för 70-tals typhus i Gällivare

Åtgärd	Åtgärdsprogrammet – Typhus 70-tal i Gällivare				
	C	D	E	F	G
Nya utfackningsväggar		x			x
Byte av fönster och entrédörrar	x	x			x
Installation av FTX-ventilation			x	x	x
Injustering av värmesystem	x	x	x	x	x
Energieffektiva tappvattenarmaturer				x	x
Installation av VVX för avlopp				x	x
Minskade VVC-förluster				x	x
Minskad fastighetsel				x	x
<b>Byggnadens energianvändning</b>					
Total fjärrvärme	228	225	221	209	147
Fastighetsel	18	18	18	16	16
<b>Total köpt energi</b>	<b>246</b>	<b>244</b>	<b>240</b>	<b>224</b>	<b>163</b>
Procentuell energibesparing	-26%	-27%	-28%	-33%	-51%
<b>Primärenergital (BBR25)</b>	<b>161</b>	<b>160</b>	<b>158</b>	<b>143</b>	<b>111</b>
Procentuell besparing PET- tal	-22%	-23%	-24%	-31%	-47%
<b>Energiklass</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
<b>Kostandsbesparing (kr/m<sup>2</sup>,år)</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>77</b>	<b>92</b>	<b>140</b>
<b>Investering (kr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>735</b>	<b>865</b>	<b>856</b>	<b>1033</b>	<b>1820</b>



Åtgärdsprogrammet G (alla åtgärder) illustrerad på internräntediagram enligt Belox Totalmetodik för 70-tals typhus i Gällivare. Internräntan för hela åtgärdsprogrammet är ca 5 %.

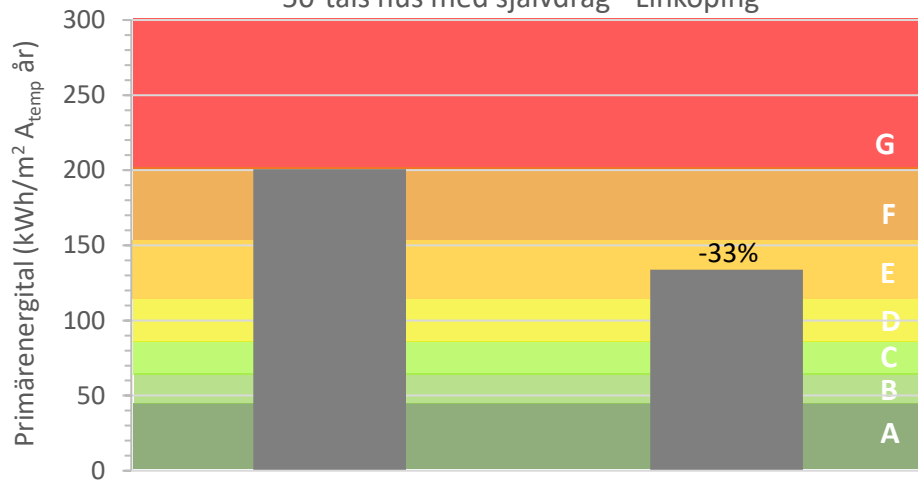
## 50-tals hus med självdrag - Malmö



	Före åtgärder	Alla åtgärder tillsammans
Köpt energi $\text{kWh/m}^2 \text{år}$	173	112
Investering $\text{kr/m}^2$		1460
Internränta (%)		-1

Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet i orten Malmö.

## 50-tals hus med självdrag - Linköping

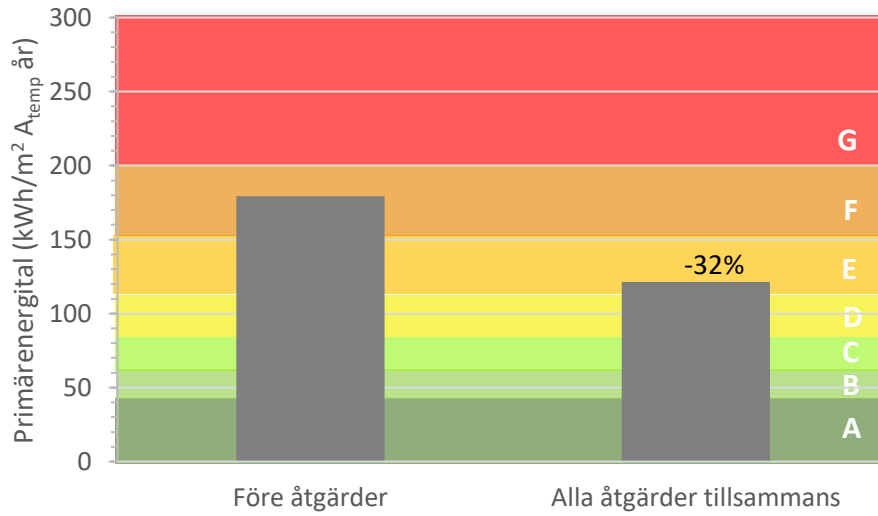


	Före åtgärder	Alla åtgärder tillsammans
Köpt energi $\text{kWh/m}^2 \text{år}$	193	125
Investering $\text{kr/m}^2$		1460
Internränta (%)		0

Resultat från olika åtgärds paket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet i orten Linköping.



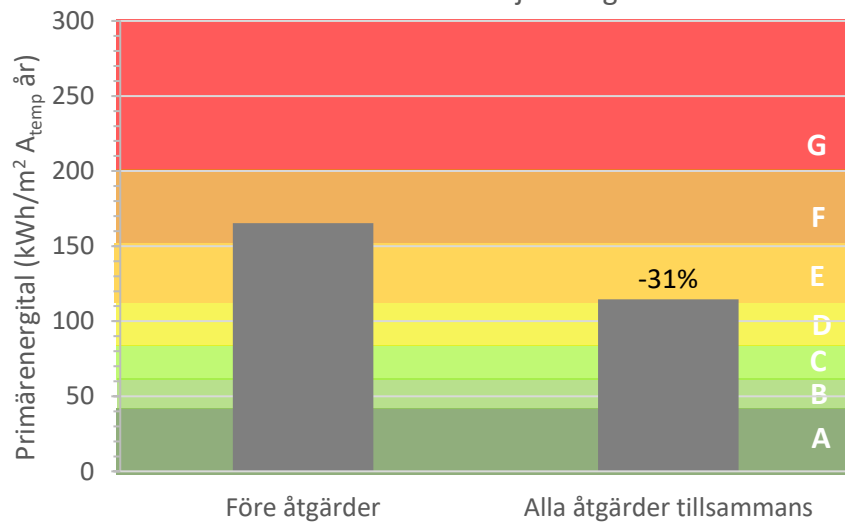
## 50-tals hus med självdrag - Östersund



Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	225	145
Investering kr/m <sup>2</sup>		1460
Internränta (%)		1

Resultat från olika åtgärdspaket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet i orten Östersund

## 50-tals hus med självdrag - Gällivare



Köpt energi kWh/m <sup>2</sup> år	266	172
Investering kr/m <sup>2</sup>		1460
Internränta (%)		2

Resultat från olika åtgärdspaket av energieffektiviserande åtgärder för typhuset från 50-talet i orten Gällivare