

Projekt

Visualisering av mervärden av energieffektivisering för
småhus

Utarbetad av

Agneta Persson, Saga Ekelin och Hanna Westling, Anthesis,
samt Lovisa Larsson, WSP

Granskad av

Kristina Landfors, WSP

Stockholm, 2019-03-29

Sammanfattning

I detta projekt har en modell för visualisering av mervärden av effektiv energianvändning i småhus tagits fram. Modellen ska kunna användas som ett underlag för dialog och diskussion parallellt med traditionella kostnadsanalyser. Det övergripande syftet med projektet har varit att stärka förutsättningarna för realisering av lönsamma energieffektiva lösningar i småhussektorn.

Bakgrunden till projektet är att det finns ett behov av att öka takten i energieffektiviseringsarbetet i småhussektorn. Det har under de senaste åren riktats ett allt större fokus på mervärden av energieffektivisering, såväl i Sverige som internationellt, som ett sätt att öka energieffektiviseringstakten.

En generell modell för visualisering av energieffektiviseringens mervärden har tidigare tagits fram i Sverige. Den modellen baseras på International Energy Agencys rapport *Capturing the multiple benefits of energy efficiency*. För att analysera möjligheterna att vidareutveckla denna modell för målgrupperna småhustillverkarnas säljkåreer och småhusköpare genomfördes år 2016 en förstudie inom ramen för BeSmås arbete.

Det nu genomförda projektet har tagit avstamp i resultatet från BeSmås förstudie och den generella visualiseringsmodellen. Utvecklingsarbetet har skett i flera steg. Efter en djupare analys av förstudieresultatet och input från en workshop med BeSmås referensgrupp föreslogs att modellen ska innehålla fem mervärdeskategorier som ska bedömas på de två nivåerna värden för den enskilda småhusägaren respektive samhällsekonomisk nytta. De fem mervärdeskategorierna är:

- Energianvändning
- Klimat- och miljöpåverkan
- Energiförsörjning och energipris
- Boendekostnad och tillgångars värde
- Hälsa och välmående

Med hjälp av ytterligare workshops och diskussioner med aktörer inom småhusbranschen har ett frågebatteri för de fem mervärdeskategorierna tagits fram. Alla frågor i visualiseringsmodellen besvaras med något av alternativen *Förbättrat*, *Oförändrat*, *Försämrat* och *Ej tillämpligt*.

Visualiseringsmodellen har testats på sju olika åtgärdsfall. Vidare har exempel och förslag till visualiseringsdiagram som kan användas av småhustillverkare tagits fram.

Som en del i arbetet har en inventering gjorts avseende möjligheterna att kvantifiera mervärdena av energieffektiva småhus i ekonomiska termer. Denna del av arbetet har dels syftat till att bidra med kunskap om vilka mervärden som redan kan värderas ekonomiskt, och dels att identifiera behov av ytterligare kunskap för att kunna värdera effekterna i ekonomiska termer i framtiden.

Den visualiseringsmodell som nu har tagits fram kommer att vara fritt tillgänglig för användning och kommer att kunna laddas ner som en Excel-fil från BeSmås hemsida (<http://energieffektivasmahus.se/>). I Excel-filen finns den framtagna visualiseringsmodellen, en beskrivning av hur den ska användas samt åtgärdsexempel.

Förutom framtagandet av modellen har spridning varit en central del i arbetet projektet. Utbildning och informationspridning har skett vid en rad olika tillfällen och sammantaget har cirka 300 personer tagit

aktiv del av informationsspridning och utbildning. En fortsatt spridning av modellen är viktig för att bidra till syftet om en ökad realisering av lönsamma energieffektiva lösningar i småhussektorn.

Arbetsgrupp

Detta projekt har genomförts inom ramen för innovationsklustret BeSmå, det har delfinansierats av Energimyndigheten och en rad aktörer inom småhusbranschen. Arbetet har genomförts av en projektgrupp bestående av Agneta Persson (projektledare), Jenny Wallström, Julia Wahtra och Saga Ekelin och Hanna Westling, Anthesis, samt Lovisa Larsson, Kristina Landfors och Martin Belkert, WSP. Anders Rosenkilde, TMF, är projektkoordinator för innovationsnätverket BeSmå, och har varit projektägare.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	2
1 BAKGRUND OCH MÅL	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Mål	7
2 GENOMFÖRANDE	8
3 KARTLÄGGNING AV BEFINTLIGT MATERIAL OCH ANALYS AV MÖJLIGHETER ATT KVANTIFIERA MERVÄRDEN	8
3.1 Kartläggning av befintliga utredningar	8
3.2 Analys av möjligheter att kvantifiera mervärdena	9
4 UTVECKLING AV MODELL FÖR MERVÄRDEN AV ENERGIEFFEKTIVISERING I SMÅHUS	12
4.1 Beskrivning av visualiseringsmodellen	13
5 TEST AV VISUALISERINGSMODELLEN	21
5.1 Nyproducerat småhus med solceller	21
5.2 Kombinerat värme- och ventilationssystem med FTX-ventilation	22
5.3 Fönsterbyte i befintligt hus	24
5.4 Nya energieffektiva vitvaror i befintligt småhus	26
5.5 Tilläggsisolering av fasad och vind	28
5.6 Nyproducerat småhus med låg energianvändning med tillval bättre klimatskal	30
5.7 Bergvärmepump istället för luft/vattenvärmepump i nyproducerat småhus	32
6 UTVECKLING AV BEDÖMNINGAR FÖR REFERENSHUS	34
6.1 Fiskarhedenvillan Tidlös 05	35

6.2	Fiktivt exempel för småhustillverkaren Bostad AB	37
6.3	Fiktivt exempel med utgångspunkt från BBRs energikrav	38
7	UTBILDNINGENS INSATS OCH SPRIDNING FÖR DE AKTÖRER SOM SKA ANVÄNDA VISUALISERINGSMODELLEN	39
8	RESULTAT	39
8.1	Behov av ytterligare kunskap	40
8.2	Behov av fortsatt arbete	41
	BILAGA 1 - FRÅGELISTA I VERKTYGET	42
	BILAGA 2 - MÖJLIGHETER TILL KVANTIFIERING AV MERVÄRDEN FÖR ENERGIEFFEKTIVA SMÅHUS	43
1	INLEDNING	4
2	SAMMANFATTANDE TABELL	6
3	ENERGIANVÄNDNING	10
3.1	Energibehovet för uppvärmning	10
3.2	Elanvändning	10
3.3	Vattenanvändning	10
3.4	Effektbehov	10
4	KLIMAT- OCH MILJÖPÅVERKAN	11
4.1	Växthusgasutsläpp från energianvändning	11
4.2	Växthusgasutsläpp från byggnadsmaterial och -produkter	12
4.3	Lokala utsläpp av luftföroreningar	12
5	ENERGIFÖRSÖRJNING OCH ENERGIPRIS	15
5.1	Beroende av externa energikällor eller egenproduktion av energi	15
5.2	Flexibilitet i val av energikälla	15

5.3	Känslighet för energiprishöjningar	16
6	BOENDEKOSTNAD OCH TILLGÅNGARS VÄRDE	17
6.1	Månatliga kostnader	17
6.2	Andrahandsvärdet av huset	17
6.3	Tidsåtgång för drift och underhåll	17
7	HÄLSA OCH VÄLMÅENDE	19
7.1	Boendekomfort	19
7.2	Boendes hälsa	19
7.3	Känsla för sitt boende	22
8	REKOMMENDATIONER	23
	BILAGA 1 EXEMPEL KEDJESAMBAND	24
	BILAGA 2	26
	REFERENSER	27

1 Bakgrund och mål

1.1 Bakgrund

Under de senaste åren har ett allt större fokus riktats på mervärden av energieffektivisering, såväl i Sverige som internationellt. Arbetet inom detta område har pågått under en rad år, och fick stort genomslag år 2014 i och med att International Energy Agency släppte sin rapport *Capturing the multiple benefits of energy efficiency*. I rapporten lyftes femton olika kategorier av mervärden av energieffektivisering fram. Mycket arbete har sedan dess genomförts för att identifiera, värdera och visualisera mervärden av energieffektivisering. I Sverige har t.ex. en generell modell för visualisering av energieffektiviseringens mervärden (baserad på de 15 kategorier av mervärden som identifierats av IEA) tagits fram med stöd från Energimyndigheten. I denna modell visualiserades mervärden på tre nivåer: individuell, lokal och nationell nivå.

Baserat på denna generella modell genomfördes inom ramen för BeSmås arbete år 2016 en förstudie om vilka mervärden som är mest aktuella för lågenergihus.¹ Förstudien resulterade i en bedömning att de mervärden som är aktuella att lyfta fram för småhusägare, småhustillverkare och andra aktörer som verkar inom småhussektorn främst var följande sju:

- Energibesparing
- Minskade växthusgasutsläpp
- Tryggare energiförsörjning
- Lägre levnadskostnader & högre disponibel inkomst
- Bättre hälsa och välmående
- Minskade lokala luftföroreningar
- Ökade tillgångsvärden

Ett utkast till en modell för mervärdesbedömningar skisserades i förstudien. Denna modell var i behov av att utvecklas vidare för att kunna användas av målgrupperna småhustillverkarnas säljkåror och småhusköpare.

1.2 Mål

Detta projekt har syftat till att ta fram en användarvänlig modell för visualisering av mervärden av effektiv energianvändning i småhus. Det överordnade syftet med projektet har varit att stärka förutsättningarna för realisering av lönsamma energieffektivare lösningar i småhussektorn. Den modell som har tagits fram ska vara användarvänlig, och ska kunna användas som ett underlag för dialog och diskussion parallellt med traditionella kostnadsanalyser.

En viktig utgångspunkt i arbetet har varit att visualisera mervärden av sådana energieffektiviseringsåtgärder som måste genomföras för att möta nya striktare energikrav, och att såväl småhusköpare som andra inblandade aktörer ska få en ökad förståelse för varför investeringskostnaden för ett nytt småhus år 2021 kommer att vara högre än vad investeringen för ett nytt småhus har varit tidigare.

¹ <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/foretag-och-organisationer/verktyg-for-att-visualisera-mervarden-av-energieffektivisering/>

Modellen ska kunna användas för både nya och befintliga småhus, och den ska kunna användas på flera sätt såsom:

- *Av småhustillverkarnas säljare* i diskussioner med småhusköpare för att visa vilka andra egenskaper som kommer på köpet med energieffektivisering och konsekvenser av tillval m.m.
- *Av småhustillverkare och småhusköpare* i diskussioner med banker och andra långgivare.
- *Av småhustillverkare och småhusköpare* i diskussioner i bygglovsärenden med kommuner.
- *Av småhustillverkare* för att stärka kunskapen om effektiv energianvändning hos tillverkarnas säljkårer.
- *Av småhustillverkare, tillverkare av energieffektiva byggnadskomponenter (t.ex. fönster- och dörrtillverkare) och kommunala energi- och klimatrådgivare* för att visa på fördelar om man genomför energieffektiviseringsåtgärder och nackdelar om man inte gör det.
- *Av tillverkare av energieffektiva byggnadskomponenter (t.ex. fönster- och dörrtillverkare) och kommunala energi- och klimatrådgivare* för att jämföra vilka mervärden som erhålls för olika val av energieffektiviseringsåtgärder.

2 Genomförande

Projektet har genomförts i följande moment:

- Kartläggning av befintliga utredningar, tillgängliga källor för att kvantifiera mervärden för energieffektiva småhus samt analys
- Utveckling av modell för mervärden av energieffektivisering i småhus
- Analys av möjligheter att kvantifiera mervärdena
- Test av visualiseringsmodellen
- Utveckling av bedömningar för referensfall
- Utbildningsinsats för de aktörer som förväntas använda verktyget
- Sammanställning och spridning av resultat
- Identifiering av behov av ytterligare kunskap och fortsatt arbete

Stora delar av det inledande arbetet har genomförts parallellt, vilket gör att redovisningen av en del av arbetsmomenten överlappar varandra.

3 Kartläggning av befintligt material och analys av möjligheter att kvantifiera mervärden

Denna kartläggningen och analys redovisades 2018-12-28 i delrapporten *Möjligheter till kvantifiering av mervärden för energieffektiva småhus*. Delrapporten redovisas i sin helhet i Bilaga 2.

3.1 Kartläggning av befintliga utredningar

Arbetet inleddes med en kartläggning av befintliga utredningar och andra tillgängliga källor för att kvantifiera mervärden för energieffektiva småhus samt analys. Ett 25-tal rapporter identifierades och undersöktes med avseende på mervärden.

3.2 Analys av möjligheter att kvantifiera mervärdena

En viktig del av arbetet har varit att undersöka vilka möjligheter som finns att kvantifiera de identifierade mervärdena i ekonomiska termer. Denna del av arbetet omfattade en första analys av möjligheterna att ekonomiskt kvantifiera mervärden av energieffektiva småhus. Syftet med arbetsuppgiften var dels att bidra med kunskap om för vilka mervärden det redan finns ekonomiska värderingar och dels att identifiera behov av ytterligare kunskap för att kunna värdera effekterna i ekonomiska termer i framtiden. Detta arbete utgick från de fem kategorierna av mervärden och det frågebatteri som tagits fram för visualiseringsmodellen för mervärden av energieffektiva småhus.²

Den utgångspunkt som har använts i denna del av uppdraget är skadekostnadsansatsen, vilket innebär att den faktiska påverkan på människors välbefinnande värderas via olika hälso- och miljöeffekter. Det bygger på att det finns kunskap om kedjesamband, dvs. åtgärd → belastning → hälso- och miljöeffekter → ekonomisk värdering av hälso- och miljöeffekter genom de skadekostnader som effekterna resulterar i.

I Tabell 1 nedan visas en sammanfattande tabell gällande möjligheterna att kvantifiera de mervärden som presenteras i delrapporten. I tabellen beskrivs belastningar, effekter och ekonomiska värderingar som kan kopplas till de olika mervärdeskategorierna. Färgkodningen representerar att data finns (gröna rutor), data saknas (gråa rutor) respektive ej relevant (vita rutor).

Resultatet visar att de flesta av mervärdena går att kvantifiera och värdera i ekonomiska termer. Däremot inkluderas inte alla typer av effekter i värderingarna, vilket innebär att de monetära värderingar som kan göras inte blir heltäckande (t.ex. ingår hälsoeffekter inte i schablonvärdena för luftföroreningar).

Tabell 1: Sammanställning av belastningar, effekter och ekonomiska värderingar av energieffektivisering av småhus.

Kategori / fråga	Belastning	Effekter (hälsa och miljö)	Ekonomisk värdering
Energianvändning			
Hur påverkar denna åtgärd energibehovet för uppvärmning?	Uppvärmningskostnader		Marknadspris/kWh
Hur påverkar denna åtgärd elanvändningen?	Elkostnader		Marknadspris/kWh
Hur påverkar denna åtgärd vattenanvändningen?	Vattenkostnader		Marknadspris/m ³ vatten
Hur påverkar denna åtgärd effektbehovet?			Marknadspris/kWh
Klimat-och miljöpåverkan			

² Delar av projektets arbete har bedrivits parallellt, utvecklingen av visualiseringsmodellen och frågebatteriet beskrivs i kapitel 4.

Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från energianvändningen?	Utsläpp av växthusgaser	Globala skadeverkningar av klimateffekter	5,74 SEK/kg CO2e
Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från byggnadsmaterial och -produkter?	Utsläpp av växthusgaser	Globala skadeverkningar av klimateffekter	5,74 SEK/kg CO2e
Hur påverkar denna åtgärd lokala utsläpp av luftföroreningar?	Utsläpp NOX	Skador på ekosystem (försurning, övergödning, bildande av marknära ozon)	86 SEK/kg
		Negativa hälsoeffekter (irritation i luftvägarna)	SEK/kg
	Utsläpp av SO2	Skador på ekosystem (försurning, korrosion)	29 SEK/kg
		Negativa hälsoeffekter (irritation i luftvägarna)	SEK/kg
	Utsläpp av VOC	Skador på ekosystem (bildande av marknära ozon)	43 SEK/kg
		Negativa hälsoeffekter (irritation i luftvägarna)	SEK/kg
Utsläpp av PM2,5	Negativa hälsoeffekter (astma, KOL, hjärt- och kärlsystemen)	1 693 SEK/kg	
Energiförsörjning och energipris			

Hur påverkar denna åtgärd beroendet av externa energikällor och egenproduktion av energi?	Beroende av externa energikällor	Besvär relaterat till elavbrott	Betalningsvilja för att undvika en timmes elavbrott Planerat: 6,3 SEK Oplanerat: 9,39 SEK
		Andra effekter (känsla av otrygghet etc.)	
Hur påverkar denna åtgärd flexibiliteten i val av energikälla?	Flexibilitet i val av energikälla		Kostnader för omställning
Hur påverkar denna åtgärd känslighet för energiprishöjningar?	Känslighet för prishöjningar		Minskade privatekonomiska effekter av plötsliga prishöjningar
Boendekostnad och tillgångars värde			
Hur påverkar denna åtgärd de månatliga kostnaderna?	Månatliga kostnader		kr/månad
Hur bidrar denna åtgärd till andrahandsvärdet av huset?	Andrahandsvärde	Energibesparingar, miljönyttor och boendekomfort (termisk komfort, luftkvalitet och bullerskydd)	Betalningsvilja, i % av huspriset, för specifika energieffektiviserande åtgärder Ventilations-system: 4-12 %, Förbättrad fasadisolering: 2-7 % Energieffektiva fönster: 8-13 %
Hur påverkar denna åtgärd tidsåtgången för drift och underhåll?	Tid för drift och underhåll	Minskad tid för arbete	Lön, skatteintäkter
		Minskad tid för fritidsaktiviteter	Värdering av fritidsaktiviteter
Hälsa och välmående			

Hur påverkar denna åtgärd upplevelsen av boendekomfort?	Se ”boendes hälsa”	Se ”boendes hälsa”	Se ”boendes hälsa”
Hur påverkar denna åtgärd de boendes hälsa?	Luftkvalitet	Kognitiv funktion	Förlusten av aktiva arbetsdagar (sjukfrånvaro och arbete med sjukdom)
		Sömnsvårighet	
		Huvudvärk och andningssvårigheter	
		Astma, förkylning, influensa, cancer och kardiovaskulär sjukdom	Inkomstbortfall för föräldern pga. VAB
Astma hos barn			
	Buller	T.ex. sömnproblem, samt hälsoeffekter	SEK/dB, se tabell 4
Hur påverkar denna åtgärd din känsla för ditt boende?	Känsla för boendet	Välmående	Uppskattat värde
		Huspris på den här texten är du snäll	Energieffektivitets-märkningar genererar 9 % högre försäljningspris

Ej relevant
Data saknas
Data finns

Delrapporten rekommenderar både primärstudier (t.ex. betalningsviljestudier) samt djupare litteraturstudier för att kvantifiera och monetarisera mervärden där det finns behov av ytterligare kunskap, alltså där data saknas. Betalningsviljestudier lämpar sig bra för att fånga upp värden som annars är svåra att mäta, såsom känslan av trygghet eller stolthet över sitt hus.

4 Utveckling av modell för mervärden av energieffektivisering i småhus

Arbetet med att utveckla själva modellen för visualisering av mervärdena inleddes med en analys av resultaten från den förstudie som genomfördes inom ramen för BeSmå år 2016. Utvecklingsarbetet har

bygger vidare på kunskaperna från utvecklingen av den generella modell för visualisering av mervärden som togs fram år 2016 för offentlig sektor på uppdrag av Energimyndigheten.³ En utgångspunkt har varit att ”småhusmodellen” ska vara möjlig att använda för att bedöma konsekvenser såväl i nuläget som vid en vald framtida tidpunkt (t.ex. efter 10 år). Ytterligare utgångspunkter har varit att ta fram en modell som är robust samt att den ska vara intuitiv och användarvänlig.

Efter inledande analyser av tidigare arbeten genomfördes en workshop med deltagare från BeSmås referensgrupp samt de aktörer som medverkade i BeSmås projekt *Gemensam utveckling av kombinerade värme- och ventilationssystem för energieffektiva småhus i ett nordiskt klimat*.

Baserat på djupare analys av resultatet från förstudien och resultat från workshopen tog projektgruppen fram ett förslag på en visualiseringsmodell för energieffektiva småhus. Modellen omfattar fem mervärdeskategorier som beskrivs utifrån de två perspektiven privat respektive samhällsekonomisk nytta/värde. De fem mervärdeskategorier som har valts baserat på analys och input från workshops är:

- Energianvändning
- Klimat- och miljöpåverkan
- Energiförsörjning och energipris
- Boendekostnad och tillgångars värde
- Hälsa och välmående

Därefter togs ett frågebatteri fram för de fem valda mervärdeskategorierna. De framtagna frågorna är specifikt inriktade på mervärden för energieffektivitet i småhus. Frågorna analyserades och diskuterades på ytterligare två workshops med medverkande från BeSmås referensgrupp och tillverkare från projektet *Gemensam utveckling av kombinerade värme- och ventilationssystem för energieffektiva småhus i ett nordiskt klimat*. Visualiseringsmodellen har sedan vidareutvecklats baserat på den input som erhållits från dessa tillfällen. Visualiseringsmodellen presenterades också på BeSmå-dagen i oktober 2018. Den input som gavs vid detta tillfälle har också beaktats i samband med den slutliga utformningen av modellen.

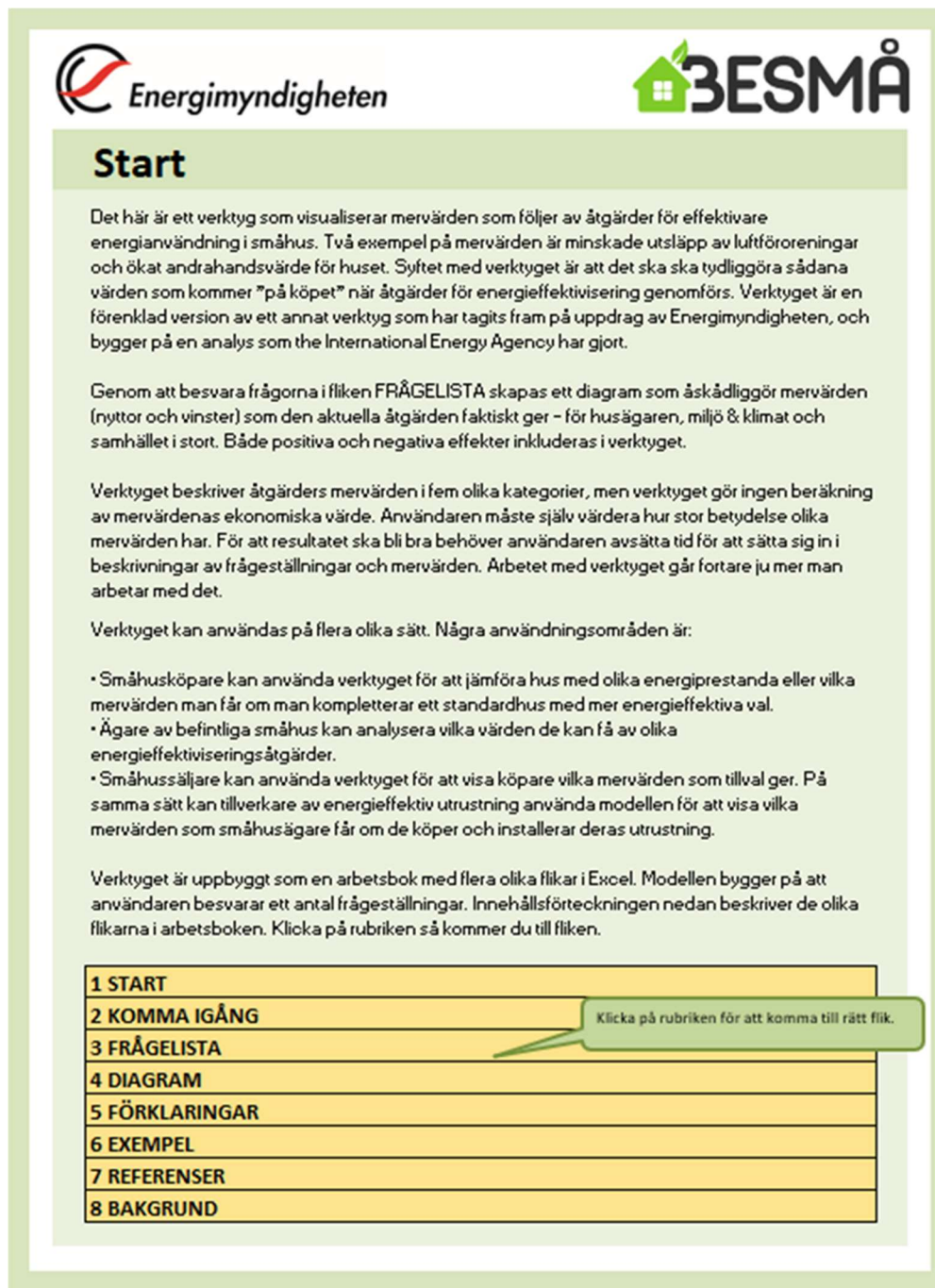
4.1 Beskrivning av visualiseringsmodellen



Visualiseringsmodellen har utformats för att vara ett interaktivt verktyg i en arbetsbok med olika flikar i Excel. Förflyttning i modellen sker genom att klicka på de olika flikarna i arbetsboken alternativt genom att använda sig av de länkar som finns inbyggda i Excel-filen. Nedan förklaras hur visualiseringsmodellen är uppbyggd.

4.1.1 Start

Visualiseringsmodellens startsida ger en allmän beskrivning av modellen, och där finns också en innehållsförteckning över hur modellen är upplagd. Innehållsförteckningen fungerar även som länkar till de övriga delarna i verktyget. Förutom detta beskriver startsidan några av de ändamål som modellen kan användas till.

³ Modellen var tidigare tillgänglig på Energimyndighetens hemsida, men verkar nu ha tagits bort (<http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/foretag-och-organisationer/verktyg-for-att-visa-mervarden-av-energieffektivisering/>).



 **Energimyndigheten** 

Start

Det här är ett verktyg som visualiserar mervärden som följer av åtgärder för effektivare energianvändning i småhus. Två exempel på mervärden är minskade utsläpp av luftföroreningar och ökat andrahandsvärde för huset. Syftet med verktyget är att det ska tydliggöra sådana värden som kommer "på köpet" när åtgärder för energieffektivisering genomförs. Verktyget är en förenklad version av ett annat verktyg som har tagits fram på uppdrag av Energimyndigheten, och bygger på en analys som the International Energy Agency har gjort.

Genom att besvara frågorna i fliken FRÅGELISTA skapas ett diagram som åskådliggör mervärden (nyttor och vinster) som den aktuella åtgärden faktiskt ger - för husägaren, miljö & klimat och samhället i stort. Både positiva och negativa effekter inkluderas i verktyget.

Verktyget beskriver åtgärders mervärden i fem olika kategorier, men verktyget gör ingen beräkning av mervärdenas ekonomiska värde. Användaren måste själv värdera hur stor betydelse olika mervärden har. För att resultatet ska bli bra behöver användaren avsätta tid för att sätta sig in i beskrivningar av frågeställningar och mervärden. Arbetet med verktyget går fortare ju mer man arbetar med det.

Verktyget kan användas på flera olika sätt. Några användningsområden är:

- Småhusköpare kan använda verktyget för att jämföra hus med olika energiprestanda eller vilka mervärden man får om man kompletterar ett standardhus med mer energieffektiva val.
- Ägare av befintliga småhus kan analysera vilka värden de kan få av olika energieffektiviseringsåtgärder.
- Småhussäljare kan använda verktyget för att visa köpare vilka mervärden som tillval ger. På samma sätt kan tillverkare av energieffektiv utrustning använda modellen för att visa vilka mervärden som småhusägare får om de köper och installerar deras utrustning.

Verktyget är uppbyggt som en arbetsbok med flera olika flikar i Excel. Modellen bygger på att användaren besvarar ett antal frågeställningar. Innehållsförteckningen nedan beskriver de olika flikarna i arbetsboken. Klicka på rubriken så kommer du till fliken.

1 START
2 KOMMA IGÅNG
3 FRÅGELISTA
4 DIAGRAM
5 FÖRKLARINGAR
6 EXEMPEL
7 REFERENSER
8 BAKGRUND

Klicka på rubriken för att komma till rätt flik.

Figur 1: Visualiseringsmodellens startside.

4.1.2 Komma igång

Den andra fliken i Excel-filen har namnet *Kom igång* (man kommer även till denna flik genom att klicka på **2 KOMMA IGÅNG** på Startsidan). *Kom igång*-sidan ger en vägledning till hur visualiseringsmodellen är tänkt att användas med beskrivningar av vad verktyget är avsett för, vem som är lämplig att besvara frågorna i modellen, hur man ska besvara frågorna och hur resultatet redovisas.

Komma igång

Verktaget är uppbyggt i Excel och består av flera olika flikar. Här får du vägledning hur du använder verktaget.

Är det rätt verktyg?

Detta verktyg passar för åtgärder och projekt som syftar till effektivare energianvändning i småhus. Det är avsett för:

- Åtgärder eller projekt som syftar till effektivare energianvändning i nya småhus
- Åtgärder eller projekt som syftar till effektivare energianvändning i befintliga småhus

Vem ska svara?

Den eller de som svarar på frågorna bör ha god kännedom om projektet eller åtgärdens effekter. Eftersom mervärdena spänner över flera olika områden är det en fördel att kunna bedöma olika aspekter och konsekvenser av de tänkta åtgärderna. Frågorna kan besvaras av småhusägare, småhusköpare, småhussäljare, utrustningstillverkare m.fl. Under arbetet med att utveckla verktaget har vi sett att det är värdefullt att samverka runt att svara på frågorna, det kan leda till en bredare förståelse för olika mervärden och en mer nyanserad bild av de erhållna mervärdena.

Svara på frågor

Under flik "FRÅGELISTA" finns frågeställningarna som ska besvaras. Svaren vägs samman och presenteras som en färgkodning för just det mervärdet. För flera mervärden kan svaret vara olika beroende på om man utgår från den enskilda småhusägarens/köparens perspektiv eller ett samhälleligt perspektiv. Varje fråga ska därför besvaras för två nivåer.

Som stöd för att tolka frågorna finns dels en hjälptext som visas om man markerar en fråga och dels en mer utförlig beskrivning av mervärdena under fliken "FÖRKLARINGAR". Första gången som du använder verktaget bör du läsa igenom förklaringsdelen för att få god förståelse för innebörden.

För varje fråga väljer man ett svar från listan där man kan välja mellan svarsalternativen:

- Förbättrat, om projektet har en positiv påverkan
- Oförändrat, om projektet inte medfört någon förändring
- Försämrat, om projektet har en negativ påverkan
- Ej tillämpligt, om man anser att frågan inte är relevant för den aktuella åtgärden/projektet

Användaren måste själv göra en bedömning av projektets inverkan för de olika mervärdena. Bedömningen kan göras utifrån statistik, mätvärden, tillverkaruppgifter och generella bedömningar utifrån erfarenheter från andra liknande projekt. Den som ska göra bedömningen behöver ha en generell kunskap om effektiviseringsåtgärder och vilken påverkan åtgärderna kan tänkas ha individuellt och på samhällelig nivå.

Det finns även möjlighet att göra en notering i kommentarsfältet. En notering i kommentarsfältet kan vara värdefullt för att dokumentera ett resonemang som förts eller om det är något man vill följa upp.

Spara Excel-filen under ett nytt namn så har du kvar svaren.

[Gå till flik FRÅGELISTA](#)

Diagram över mervärden

När alla frågor är besvarade går du till flik "DIAGRAM". Där presenteras sammanvägningar av de svar som lämnats på frågorna under flik "FRÅGELISTA".

Du kan exportera diagrammet genom att klicka på knappen "Kopiera diagram" och sedan klistra in det i exempelvis ett Word-dokument.

[Gå till flik DIAGRAM](#)

Exempel på diagram

Under flik "EXEMPEL" presenteras två olika exempel på mervärden som analyserats med verktaget.

Figur 2: Visualiseringsmodellens information före användning.

4.1.3 Frågelista



Den tredje fliken i Visualiseringsmodellens Excel-dokument består av en frågelista med specifika frågor för var och en av de fem mervärdeskategorierna. Här bör användaren skriva in projektnamn och det datum som analysen genomförs.

Visualiseringsmodellen utgår från ett nuläge och de förändringar som åtgärden leder till ska bedömas. Alla frågor ska besvaras på två nivåer, nivåerna har fokus på den aktuella *husägaren* respektive åtgärdens *samhällsnytta*. Varje fråga ska besvaras med något av alternativen *förbättrat*, *oförändrat*, *försämrat* och *ej tillämbart*. De fyra svarsalternativen är färgkodade enligt följande:

- Förbättrat: Grönt
- Oförändrat: Gult
- Försämrat: Rött
- Ej tillämbart: Grått

Det bör noteras att ingen ekonomisk värdering görs av svaren på frågorna.

Svaren på frågorna inom varje mervärdeskategori summeras så att varje kategori får en sammanvägd värdering och en färg som motsvarar detta. Värdet *förbättrat* ger +1 och *försämrat* ger -1. Övriga alternativ har värdet 0. Vid osäkerheter om vilket alternativ som är mest lämpat finns mer information att tillgå genom att hålla muspekaren över den röda triangeln efter den aktuella frågan. För ytterligare beskrivning ger frågetecknet i den gröna listen vid varje kategori en hänvisning till Excel-filens femte flik som innehåller förklaringar. Ett klick på frågetecknet flyttar användaren till aktuell kategori i flik fem.

Mervärden - Frågeställningar

Projektets namn:

Datum för analys:

Projektnamn:

Datum:

En förklarande text visas när man håller muspekaren över en cell med en fråga under fliken. Förklaringar finns mer information om varje mervärde. För mer information tryck på frågetecknet (H) som finns till höger om varje frågagrupp.

		H U S	S A M H Ä L L S N Y T T A	
Energianvändning	Fråga	2	0	0
1. Har p/struktur denna åtgärd överskottet för upprätthållning?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
2. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i byggnaden?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
3. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
4. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i byggnaden?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
Klimat- och miljöpåverkan	Fråga	2	0	0
1. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för energianvändningen?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
2. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för byggmaterial och -produkter?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
3. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för luftföroreningar?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
Energiförsörjning och energipris	Fråga	2	0	0
1. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för energiproduktion av energi?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
2. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för energiåtgång?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
3. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för energipåverkan?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
Boendekostnad och tillgångars värde	Fråga	2	0	0
1. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för boendekostnad?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
2. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för boendekostnad?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
3. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för boendekostnad?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
Hälsa och välbefinnande	Fråga	2	0	0
1. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för boendekostnad?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
2. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för boendekostnad?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>
3. Har p/struktur denna åtgärd överskottet i rumslösningen för boendekostnad?	▼	Oförändrat	Oförändrat	<input type="text"/>

Figur 3: Visualiseringsmodellens frågelista.

I visualiseringsmodellen finns det fält för kommentarer till varje fråga, och dessa fält kan vara bra att använda för att vid senare tillfällen komma ihåg vilka tankar som låg bakom valen, alternativt underlätta för någon annan person att följa hur tankegångarna har gått.

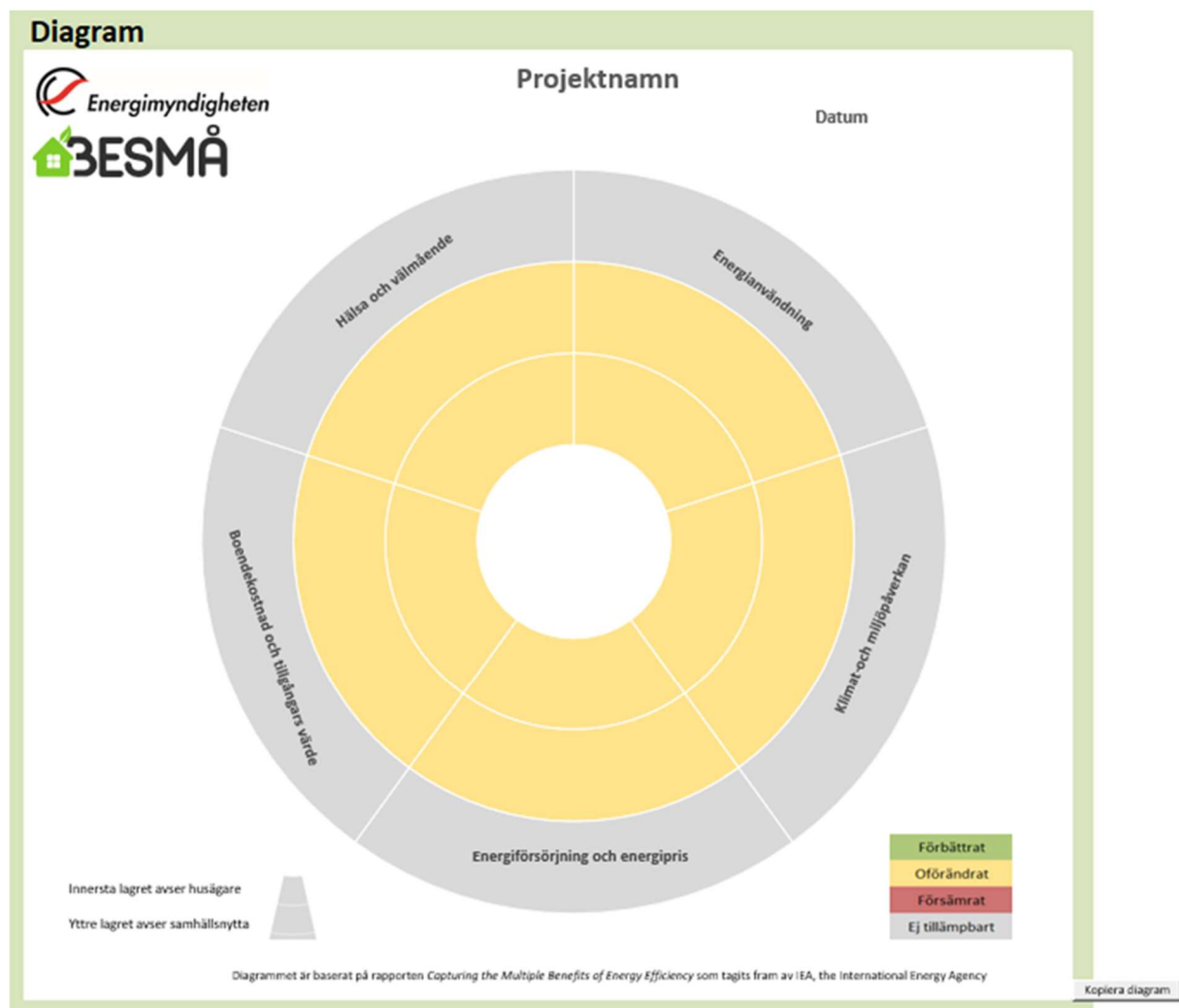
Visualiseringsmodellens frågelista finns även att läsa i Bilaga 1. Där kan frågorna ses mer tydligt.

4.1.4 Diagram

Under visualiseringsmodellens flik Diagram visas analysresultatet efter det att frågorna har besvarats under fliken Frågelista. Här visas även det projektnamn som har matats in, samt vilket datum som analysen har genomförts. Resultatdiagrammet visar färgerna för den sammanvägda bedömningen för var och en av de fem mervärdeskategorierna på småhusägarens nivå respektive samhällelig nivå: grön för förbättrad, gul för oförändrat och röd för försämrat.

Den innersta delen av cirkeln visar den sammanvägda bedömningen av åtgärdens värde för den enskilda husägaren, och den mellersta delen av cirkeln visar sammanvägda bedömningen av åtgärdens värde på samhällelig nivå om åtgärden genomförs i ett större antal hus. I den yttersta delen av cirkeln (grått fält) visas vilken mervärdeskategori värderingen gäller.

Diagrammet kan också kopieras för att förenkla vidare spridning av bedömningsresultatet.



Figur 4: Utseende av visualiseringsmodellens diagram.

4.1.5 Förklaringar

Den femte fliken innehåller förklaringar avseende de fem mervärdeskategorierna. Denna flik kan ses som ett stöd för att besvara frågorna i frågelistan. Som tidigare nämnt kan användaren förflytta sig från den tredje fliken till den femte genom att klicka på frågetecknet. På samma sätt kan användaren förflytta sig tillbaka till frågelistan genom att klicka på *Åter till frågelistan* efter att ha läst igenom en förklaring i denna flik. I figuren nedan visas förklaringen till området *Energianvändning*. Motsvarande förklaringar finns för de fyra andra områdena. Det finns även länkar till vardera kategorin överst i den femte fliken.



Energimyndigheten **BESMÅ**

Förklaringar till mervärden och frågeställningar

1 ENERGIANVÄNDNING
2 KLIMAT- OCH MILJÖPÅVERKAN
3 ENERGIFÖRSÖRJNING OCH ENERGIPRIS
4 BOENDEKOSTNAD OCH TILLGÅNGARS VÄRDE
5 HÄLSA OCH VÄLMÅENDE

Klicka på rubriken för att komma till rätt kapitel.

1 Energianvändning

Energianvändning avser all användning av energi i huset. Det finns olika bärare av energi, t.ex. el, fjärrvärme, pellets och olja. Vilken eller vilka energibärare som påverkas beror på vilken åtgärd som genomförs. Detta verktyg avser energianvändning i småhus. I verktyget har energianvändningen delats upp i posterna uppvärmning, elanvändning, vattenanvändning och effektbehov.

Minskad användning av energi kan uppnås genom energieffektivisering. Energieffektivisering innebär i sin tur antingen att en viss nytta uppnås med lägre energianvändning eller att en given energianvändning bidrar till högre nytta, och den nyttan är då ett av värdena med åtgärden.

Syftet med det här verktyget är att visualisera sådana mervärden som man får "på köpet" när man genomför energieffektiviseringsåtgärder i småhus, och i de allra flesta fall bör det finnas en förväntning på att åtgärden ska medföra även en energibesparing.

Exempel: Energieffektiva tappvattenarmaturer minskar behovet av energi för att värma varmvatten samtidigt som vattenanvändningen minskar. Mervärdet av åtgärden är i detta fall minskad vattenåtgång och minskad driftskostnad.

[Åter till frågelistan](#)

Figur 5: Förklaringar till mervärden och frågeställningar finns i visualiseringsmodellens flik 5.

4.1.6 Exempel

För att ytterligare förenkla för användaren har två exempel tagits fram. Dessa kan användas som inspiration till hur modellen kan användas och hur frågorna kan tolkas. För båda exemplen finns beskrivande texter om vad åtgärderna innefattar och vilka resultat dessa bedöms ge. I texten finns även kommentarer som gör det enklare att följa tankegångarna bakom exemplen. Här visas också diagram för de två exemplen, med effekter för husägare och samhällsnytta inom de fem mervärdeskategorierna.

Exempel

Nedan redovisar två exempel i form av fiktiva projekt som kan ge inspiration till hur man kan tolka frågorna och hur modellen kan användas. Beskrivningarna och svaren bygger på verkliga projekt från texter av modellen.

Exempel 1: Nyproducerad villa med låg energianvändning med tillval

Berta AB är ett småhus-tillverkare. De tillverkar småhus med låg energianvändning som grundutförande och erbjuder hållbara tillval. I detta projekt har ett småhus med en energianvändning på 35 kWh/m² och är kompletterat med en solcellsanläggning på 3 kW vilket ger en energianvändning på 32 kWh/m² och år. Fallstram åtgärden jämför med år om hur ett kulle uppför sig med samma praxi och med utvalda celler.

Resultat av energieffektiviseringsåtgärder:

• Solceller har installerats på taket. Den installerade effekten är 3 kW med en antagen produktion av 3 000 kWh/år.

Nedan följer några kommentarer till svaren på de frågor som inquiri modellen.

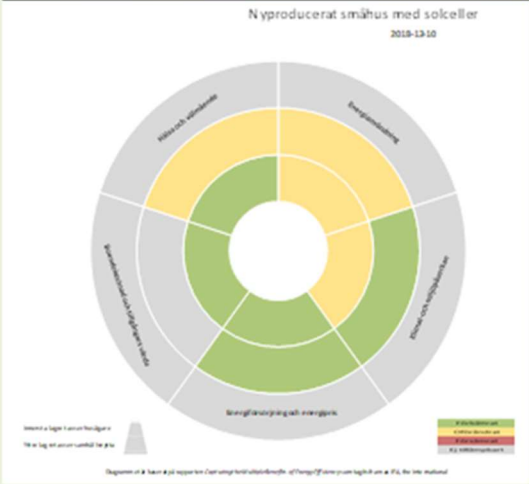
Energianvändning: Beräkningarna visar att den kända energin minskade men den faktiska energianvändningen minskar inte med denna åtgärd.

Klimat- och miljöpåverkan: Elproduktion med solceller är en förnybar energikälla som minskar andelen fossila energiproduktion i nätet. Dock kräver solcellerna material och resurser som annars inte skulle använts till den enkla huset.

Energiförbrukning och energipris: Beroendet av externa energikällor minskar med åtgärden. Eftersom åtgärden minskar beroendet av externa energikällor är hur mycket inte lika känsligt för energiprisökningar. En nyproducerad el minskar även beroendet av elimport på en samhälls nivå.

Besökskostnad och tilläggskostnader värde: Med en solcellsanläggning ökar andelen av värdet på huset som är ett resultat av att det är en förnybar energikälla som ger med värdet inom 10-12 år i normalfall. Sammanvägning bedöms kosta värde vara förbättrad med åtgärden.

Hälsa och välbefinnande: Inomhusmiljön och de boendes hälsa påverkas inte av åtgärden, men förnybar energiproduktion har väsentlig vara en uttryckligt som kan öka ägarens positiva känsla för sitt boende.



Exempel 2: Kombinerat värme- och ventilationssystem med FTX

För att skapa en balanserad, kontrollerad ventilation och energieffektiv uppvärmning installerar en kompakt systemlösning med en beräkningspump och FTX-ventilation i ett småhus utsett för en frånluftsvärmepump och F-ventilation.

Resultat av energieffektiviseringsåtgärder:

• Energianvändningen för huset minskar med 4 kWh/m² och år, och koldioxidutsläppen från värme och elproduktion minskar i motsvarande grad.
• Effektkostnaden för uppvärmning minskar.
• Både inomhusklimatet och de boendes hälsa förbättras med ett kontrollerat ventilationssystem och filtrerad tilluft.

Nedan följer några kommentarer till svaren på de frågor som inquiri modellen.

Energianvändning: Åtgärden gör att minskat behov av energi för uppvärmning och el jämfört med en frånluftsvärmepump, och effektkostnaden blir lägre.

Klimat- och miljöpåverkan: Tack vare det minskade energibehovet minskar de totala koldioxidutsläppen från el- och värmeproduktionen. Det lägre effektkostnaden minskar också behovet av resurser under årets kallaste dagar.

Energiförbrukning och energipris: Jämfört med ett likadant hus med frånluftsvärmepump och F-ventilation är beroendet av externa energikällor och flexibiliteten vid val av energikälla det samma. Dock ger det lägre effektkostnaden och den minskade energianvändningen en minskad känslighet för hur mycket vid energiprisökningar.

Besökskostnad och tilläggskostnader värde: En beräkningspump kräver en högre investering än en frånluftsvärmepump med utdel på grund av bärningen. Samtidigt ger beräkningspumpen en lägre energikostnad under husets användningstid. Vid beräkning för en längre tid bedöms dessa kostnader killnader ta ut varandra.

Hälsa och välbefinnande: Den balanserade ventilationen (FTX) ger en minskad mängd partiklar och luftföroreningar inomhus. Det har i sin tur har effekt på folkhälsan och minskar uppkomsten av tox allergier. Ett välventilerat hus ökar boendekomforten och de boendes positiva känsla för sitt boende.



Figur 6: I visualiseringsmodellen presenteras följande två exempel.

4.1.7 Referenser

I visualiseringsmodellens sjunde flik finns en förteckning över de referenser som har använts i arbetet med att ta fram modellen.



 **Energimyndigheten** 

Referenser

Arbetet har genomförts inom ramen för innovationsklustret BeSmås verksamhet. Följande referenser har använts i arbetet:

Förstudie, BeSmå, Mervärden av lågenergihus, 2016
Energimyndigheten, Modell för visualisering av energieffektiviseringens mervärden, 2016
IEAs rapport Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Captur_the_MultiplBenef_ofEnergyEfficiency.pdf

"Perspektiv på energisäkerhet" FOI
http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/004/39004931.pdf

Utsläppsvärden från Naturvårdsverket
<http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/>

Indikatorer för Sveriges miljömål
<http://www.miljomal.se/miljomalen/alla-indikatorer/>

COMBI-projektet syftar till att tillhandahålla ett grafiskt online verktyg som visualiserar mervärden av energieffektivisering <http://combi-project.eu>

Figur 7: Visualiseringsmodellens referenser.

4.1.8 Bakgrund

I Visualiseringsmodellens sista flik beskrivs bakgrunden till arbetet med modellen.



 **Energimyndigheten** 

Bakgrund

The International Energy Agency, IEA, beskriver i sin rapport Capturing the multiple benefits of energy efficiency (2014) 15 olika kategorier av mervärden som energieffektiviseringsåtgärder kan medföra. Ett stort antal forskare från 60 olika organisationer i 27 länder har medverkat i arbetet med IEAs rapport som omfattar flera olika kompetensområden som sällan blir belysta i ett sammanhang. Med utgångspunkt från den rapporten lät Energimyndigheten ta fram en svensk modell som visualiserar mervärden av energieffektiviseringsåtgärder. Modellen kan också användas i ett projekts planeringsfas för att bedöma vilka mervärden projektet kan bidra till, och på så sätt användas som en del i ett beslutsunderlag.

Mervärdesmodellen identifierar och synliggör mervärden som följer med energieffektiviseringsprojekt som vanligtvis är dolda. Energimyndighetens modell är anpassad efter svenska förhållanden, och har testats på ett antal projekt som genomfördes av kommuner och länsstyrelser under åren 2011-2014. Under 2016 vidareutvecklades modellen så att den kan fungera som ett fristående verktyg för kommuners och andra offentliga aktörers arbete med energieffektiviseringsåtgärder.

I detta projekt, Visualisering av mervärden av energieffektivisering för småhus, har innovationsklustret BeSmå anpassat modellen så att den ska passa för småhussektorn. BeSmå verkar för att småhussektorn ska bidra till omställningen till ett hållbart energisystem. Inom ramen för innovationsklustret drivs bland annat förstudier och projekt för effektivare energianvändning i befintliga och nya småhus.

Figur 8: Bakgrunden till visualiseringsmodellen.

5 Test av visualiseringsmodellen

Visualiseringsmodellen har testats på sju olika åtgärdsfall för att säkerställa att de visualiserade resultaten blir robusta. Testerna har omfattat följande åtgärder:

1. Nyproducerat småhus med solceller
2. Kombinerat värme- och ventilationssystem med FTX-ventilation i nytt småhus
3. Fönsterbyte i befintligt hus
4. Nya energieffektiva vitvaror i befintligt småhus
5. Tilläggsisolering av fasad och vind i befintligt småhus
6. Nyproducerat småhus med låg energianvändning och bättre klimatskal som tillval
7. Bergvärmepump istället för luft/vattenvärmepump i nyproducerat småhus

Resultatet av de genomförda testerna beskrivs nedan.

5.1 Nyproducerat småhus med solceller

Detta fall visas också som exempel 1 i visualiseringsmodellen (Excel-filen). Exemplet handlar om den fiktiva småhustillverkaren Bostad AB som säljer småhus med låg energianvändning som grundutförande samt erbjuder hållbara tillval. Åtgärden gäller ett småhus med en energianvändning på 35 kWh/m² och år som kompletteras med en solcellsinstallation på taket. Denna har en effekt på 3 kW och en antagen produktion av 3 000 kWh/år. Åtgärden jämförs med om det energieffektiva småhuset skulle uppföras med samma prestanda men utan solceller.

Energianvändning

Inom kategorin energianvändning ger åtgärden inga förändringar, varken för husägare eller på samhällsnivå. Installationen av solceller innebär att den köpta energin minskar, men åtgärden påverkar inte byggnadens faktiska energianvändning.

Klimat- och miljöpåverkan

Inom klimat- och miljöpåverkan förbättrar åtgärden växthusgasutsläppen från energianvändningen för såväl husägare som samhället eftersom produktion av el med solceller är en helt förnybar energikälla. Växthusgasutsläppen från produkter kommer dock att öka om man tänker sig att solcellerna inte skulle ha producerats om åtgärden inte hade genomförts. Detta påverkar växthusgasutsläppen för den enskilda småhusägaren, det har också en effekt på samhällsnivå om detta är en åtgärd som många husägare genomför. Lokala utsläpp av luftföroreningar bedöms bli oförändrade för den enskilda husägaren, men bedöms förbättras på samhällsnivå.

Energiförsörjning och energipris

Tillvalet med solceller ger förbättrade förutsättningar för både energiförsörjning och energipris för både enskilda husägare och på samhällsnivå eftersom åtgärden minskar beroendet av externa energikällor när en större egenproduktion sker lokalt. Känsligheten för prishöjningar minskar för den enskilda husägaren, men antas inte ha någon större effekt på samhällsnivå.

Boendekostnad och tillgångars värde

Solcellstillvalet bedöms bidra positivt för den enskilda småhusägaren i kategorin boendekostnad och tillgångars värde. En solcellsanläggning är lönsam över sin livslängd för den enskilda småhusägaren. Dessutom ses solceller av många som en statussymbol, och kan därmed höja andrahandsvärdet på huset. Tidsåtgången för drift och underhåll påverkas inte av installation av solcellerna.

På samhällsnivå bedöms kategorin boendekostnad och tillgångars värde vara oförändrat för solcellstillvalet.

Hälsa och välmående

Inomhusmiljön och de boendes hälsa påverkas inte av solcellstillvalet, men förnybar energiproduktion har visat sig vara en statussymbol som kan öka ägarens positiva känsla för sitt boende. Vid användningen av visualiseringsmodellen bör dubbelvärdering av ett enskilt värde undvikas, och i detta åtgärdsfall behöver man bestämma sig för om solcellernas värde som statussymbol ska läggas under Boendekostnader och tillgångars värde eller Hälsa och välmående. I detta exempel har solcellerna bedömts bidra positivt till små husägarens syn på sitt egna boende.

Nyproducerat småhus med solceller

2018-12-10



Diagrammet är baserat på rapporten *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency* som tagits fram av IEA, the International

Figur 9: Visualisering av mervärden av solcellspaket som tillägg till ett nytt energieffektivt småhus. Jämförelsen är gjord i förhållande till ett nytt energieffektivt småhus utan solceller.

5.2 Kombinerat värme- och ventilationssystem med FTX-ventilation

Detta exempel visas också som exempel 2 i visualiseringsmodellen (Excel-filen). Åtgärden avser att installera ett kombinerat system för värme och ventilation i ett energieffektivt småhus istället för att göra separata installationer bestående av en frånluftsvärmepump och frånluftsventilation (F-ventilation). Den valda kombinerade lösningen består av en bergvärmepump och från- och

tilluftsventilation med värmeväxling (FTX-ventilation) av det kompakta slag som har utvecklats inom BeSmås projekt Gemensam utveckling av kombinerade värme- och ventilationssystem för energieffektiva småhus i ett nordiskt klimat. Den valda lösningen är bl.a. mer energieffektiv, mindre utrymmeskrävande och ger ett bättre inomhusklimat än det alternativ som är grund för jämförelsen.

Energianvändning

Denna åtgärd har ett positivt utfall för både den enskilda småhusägaren och på samhällsnivå (om många husägare genomför åtgärden) i kategorin energianvändning. Åtgärden minskar småhusets behov av köpt energi med 4 kWh/m² och år. Åtgärden gör också att husets effektbehov minskar, och detta sker främst under årets riktigt kalla dagarna när behovet av uppvärmning är som störst.

Klimat- och miljöpåverkan

Inom klimat- och miljöpåverkan bedöms åtgärden ha positiv effekt för såväl den enskilda husägaren som på aggregerad samhällsnivå om många husägare installerar denna typ av kombinerade värme- och ventilationssystem. Denna åtgärd minskar växthusgasutsläpp från energianvändning. Lokala utsläpp av luftföroreningar bedöms som oförändrade eftersom varken det kombinerade systemet för värme och ventilation eller frånluftsvärmepumpen och frånluftsventilation ger upphov till lokala utsläpp av luftföroreningar.

Energiförsörjning och energipris

Åtgärden bedöms inte ha någon (eller försumbar) påverkan på samhällsnivå inom energiförsörjning och energipris. Men för den enskilda husägaren minskar känsligheten för energisprishöjningar eftersom det totala energibehovet minskar. Störst betydelse har detta när det är som kallast och effektbehovet inte är lika stort som före åtgärden har genomförts.

Boendekostnad och tillgångars värde

Det kombinerade värme- och ventilationssystemet har en bergvärmepump och FTX-ventilation, vilket kräver en högre investeringskostnad än en frånluftsvärmepump och F-ventilation. Samtidigt ger det kombinerade värme- och ventilationssystemet en lägre energikostnad under husets användningstid. Vid beräkningar för en längre tid bedöms dessa kostnadsskillnader ta ut varandra. I kategorin boendekostnad och tillgångars värde bedöms därför det sammantagna utfallet för det kombinerade värme- och ventilationssystemet vara oförändrat på samhällsnivå jämfört med referensfallet frånluftsvärmepump och F-ventilation. På småhusägarnivå blir utfallet förbättrat eftersom det kombinerade värme- och ventilationssystemet kan generera ett högre andrahandsvärde för småhuset.

Hälsa och välmående

I kategorin hälsa och välmående ger den balanserade ventilationen (FTX) ett bättre och jämnare inomhusklimat samt minskad halt av partiklar och luftföroreningar inomhus. Det har i sin tur effekt på hälsan och minskar uppkomsten av t.ex. allergier vilket ger effekt för såväl den enskilde husägaren som på samhällsnivå. I ett hem med balanserad ventilation ökar boendekomforten och de boendes positiva känsla för sitt boende. Sammantaget bedöms kategorin hälsa och välmående ha ett positivt utfall för denna åtgärd.

Kombinerad värme- och ventilationslösning med FTX

2018-12-10



Diagrammet är baserat på rapporten *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency* som tagits fram av IEA, the International

Figur 10: Visualisering av mervärden av kombinerat system för värme och ventilation i ett nytt energieffektivt småhus (bergvärmepump och FTX-ventilation). Jämförelsen görs mot separata installationer av frånluftsvärmepump och frånluftsventilation.

5.3 Fönsterbyte i befintligt hus

En av testerna med visualiseringsmodellen avser byte av alla fönster i ett befintligt småhus. Detta är en åtgärd som är kopplad till en stor investeringskostnad för småhusägaren. Den ger signifikant energieffektivisering eftersom nya fönster i de flesta fall har väsentligt bättre värmeisoleringsförmåga än äldre fönster. Byte till energieffektiva fönster ger också andra värden som t.ex. minskat kallras och strålningsdrag.

Energianvändning

Inom kategorin energianvändning innebär fönsterbyte i ett befintligt småhus som nämnt att energibehovet för uppvärmning minskar signifikant. (Om småhusets uppvärmningssystem är elbaserat bidrar åtgärden till att husets elanvändning minskar.) Vidare kommer husets effektbehov att minska vid ett fönsterbyte, och den största minskningen av effektbehovet sker under årets riktigt kalla dagar när energisystemets sammanlagrade effektbehov är som störst. Åtgärden bedöms innebära en

förbättring avseende energianvändning för såväl den enskilda småhusägaren som på samhällelig nivå om många småhusägare genomför åtgärden.

Byte av fönster påverkar inte vattenanvändningen, så det bedömningskriteriet är inte tillämpligt i detta fall.

Klimat- och miljöpåverkan

Inom kategorin klimat- och miljöpåverkan bedöms fönsterbyte förbättra situationen för både den enskilda småhusägaren och på samhällelig nivå. Växthusgasutsläppen från energianvändning bedöms minska tack vare de nya fönstrens bidrag till minskat energibehov.

På samhällelig nivå bedöms fönsterbyte leda till minskade utsläpp av lokala luftföroreningar i de fall som den aktuella energiförsörjningen ger upphov till sådana utsläpp. Dock ger tillverkningen av de nya fönstren upphov till växthusgasutsläpp jämfört med att ha kvar de befintliga fönstren (genom användningen av nya byggnadsmaterial och produkter). Den sammanvägda klimat- och miljöpåverkan blir dock förbättrad för både enskilda småhusägare och på samhällelig nivå.

Energiförsörjning och energipris

Kategorin energiförsörjning och energipris påverkas positivt av fönsterbyte för den enskilda småhusägaren, och även på samhällelig nivå om många småhusägare genomför åtgärden. Den positiva effekten är en följd av att minskad energianvändning ger upphov till ett mindre beroende av externa energikällor samt att den minskade energianvändningen ger en lägre känslighet för energiprisökningar.

Boendekostnad och tillgångars värde

I kategorin boendekostnad och tillgångars värde bedöms detta exempel ge förbättrade resultat för den enskilda småhusägaren och oförändrade resultat för samhället. Om bytet till energieffektiva fönster sker i samband med att fönstren ändå behöver bytas eller renoveras ska endast merkostnaderna för att fönstren är energieffektivare än standardfönster medräknas. I detta fall minskar de månatliga boendekostnaderna för småhusägaren tack vare det minskade energibehovet. Åtgärden kan även ge ett högre andrahandsvärde för huset och skapa ett mindre behov av underhåll jämfört med att behålla de gamla fönstren.

Hälsa och välmående

Inom kategorin hälsa och välmående bedöms det sammantagna resultatet vara förbättrat för den enskilda småhusägaren. Detta beror på att nya fönster bidrar till ett bättre inomhusklimat och en högre boendekomfort med mindre kallras, och möjlighet till förbättrad hälsa genom bland annat minskade bullernivåer inne i huset.

De nya fönstren kan påverka husets utseende, både till det bättre och till det sämre, och detta kan påverka småhusägarens känsla för sitt boende. Att byta till nya fönster kan även ge en möjlighet att de boende upplever en större känsla av trygghet och skydd mot t.ex. inbrott.

Åtgärden bedöms inte ge någon förändring av effekterna på samhällsnivå.

Fönsterbyte i befintligt hus

2019-03-08



Diagrammet är baserat på rapporten *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency* som tagits fram av IEA, the International Energy Agency

Figur 11: Visualisering av mervärden för byte till energieffektiva fönster i ett befintligt småhus. Åtgärden avser byte av alla fönster i det aktuella småhuset.

5.4 Nya energieffektiva vitvaror i befintligt småhus

Denna åtgärd innebär att en enskild småhusägare byter ut samtliga vitvaror i sitt hem i samband med en köksrenovering. De befintliga vitvarorna har passerat sin tekniska livslängd när bytet sker, men de fungerar fortfarande. De vitvaror som byts är kyl, frys, diskmaskin och tvättmaskin.

Åtgärden innebär minskad el- och vattenanvändning samt minskade månatliga kostnader och därmed känslighet för energiprishöjningar.

Energianvändning

Utbytet av de gamla vitvarorna ger ett minskat behov av el. Det ger också minskad vattenanvändning eftersom energieffektiva disk- och tvättmaskiner använder mindre vatten än äldre maskiner. På samhällelig nivå genereras också ett positivt utfall av denna åtgärd.

Klimat- och miljöpåverkan

Tack vare det minskade elbehovet minskar också växthusgasutsläppen. Dock innebär åtgärden ökade växthusgasutsläpp för produktion av nya produkter. Effekten av dessa aspekter tar ut varandra, varför det sammanvägda resultatet i denna kategori är oförändrat.

Resultatet bedöms bli neutralt även på samhällelig nivå. Dock finns även annan miljöpåverkan, som t.ex. minskade utsläpp av partiklar och svaveloxid, som kan vägas in och då kan det sammanvägda mervärdet på samhällelig nivå bli ”förbättrat”.

Energiförsörjning och energipris

Eftersom åtgärden minskar hushållets behov av köpt el blir hushållet mindre känsligt för energiprisökningar. Beroendet av externa energikällor minskar för såväl den enskilda husägaren som på samhällelig nivå. Det summerade utfallet i denna kategori blir därför ”förbättrat”.

Boendekostnader och tillgångarnas värde

Hushållets månatliga energikostnader minskar tack vare lägre vatten- och elanvändning. Här förutsätts att hänsyn tas till de energieffektiva vitvarornas merkostnader, dvs att endast skillnaden i investering mellan de energieffektiva vitvarorna och vitvaror med marknadsgenomsnittlig energianvändning beaktas.

De nya vitvarorna bidrar även till ett ökat andrahandsvärde på det enskilda småhuset. Sammantaget blir värderingen för småhusägaren ”förbättrat” i denna kategori. Den samhällelige effekten bedöms vara oförändrad i denna kategori.

Hälsa och välmående

Byte av vitvaror påverkar inte de boendes hälsa eller småhusets inomhusmiljö. På samhällelig nivå bedöms utfallet i denna kategori vara ”oförändrat”. För den enskilde småhusägaren kan byte av vitvaror ge en förbättrad känsla för boendet och kategorin får därmed en förbättrad effekt för husägare.

Utbyte av vitvaror

2019-03-20



Figur 12: Visualisering av mervärden för byte till energieffektiva vitvaror i ett befintligt småhus. Åtgärden avser byte av kyl och frys, diskmaskin, spis, tvättmaskin och torktumlare.

5.5 Tilläggsisolering av fasad och vind

Tilläggsisolering av fasad och vind i ett befintligt småhus har också använts som test av visualiseringsmodellen. Det är åtgärder minskar husets värmeförluster. Tilläggsisolering av vind är ofta en enkel åtgärd eftersom vinden vanligtvis är enkel att komma åt och det ofta finns utrymme för mer isolering. Tilläggsisolering av fasad är en mer komplicerad åtgärd som lämpar sig bäst i samband med att fasaden ändå ska renoveras, eftersom denna åtgärd är kopplad till ett större arbete och en högre investeringskostnad.

Energianvändning

Inom kategorin energianvändning ger tilläggsisolering upphov till samma konsekvenser som åtgärden fönsterbyte i befintligt småhus. Det vill säga att tilläggsisolering bidrar till att sänka energibehovet för uppvärmning. (Om småhusets uppvärmningssystem är elbaserat bidrar tilläggsisolering till att minska husets elanvändning.) Vidare minskar husets effektbehov vid tilläggsisolering, och den största minskningen av effektbehovet sker under årets riktigt kalla dagar när energisystemets sammanvägda effektbehov är som störst. Tilläggsisolering bedöms innebära en förbättring avseende

energianvändning för såväl den enskilda småhusägaren som på samhällelig nivå om många småhusägare genomför åtgärden.

Tilläggsisolering påverkar inte vattenanvändningen, så det bedömningskriteriet är inte tillämpligt i detta fall.

Klimat- och miljöpåverkan

Inom klimat- och miljöpåverkan ger tilläggsisolering också upphov till samma konsekvenser som åtgärden fönsterbyte i befintligt småhus. Det vill säga situationen bedöms förbättras för både den enskilda småhusägaren och på samhällelig nivå. Växthusgasutsläppen från energianvändning bedöms minska tack vare tilläggsisoleringens energieffektivisering, alternativt kan växthusgasutsläppen på den individuella småhusägarens nivå vara oförändrad om den köpta energin är klimatneutral.

På samhällelig nivå bedöms tilläggsisolering leda till minskade utsläpp av lokala luftföroreningar i de fall som den aktuella energiförsörjningen ger upphov till sådana utsläpp. Dock ger tillverkningen av isolermaterialet en viss begränsning av de minskade växthusgasutsläppen genom användningen av nytt byggnadsmaterial. Den sammanvägda klimat- och miljöpåverkan blir dock förbättrad för både enskilda småhusägare och på samhällelig nivå.

Energiförsörjning och energipris

Inom kategorin energiförsörjning och energipris ger tilläggsisolering också upphov till samma konsekvenser som åtgärden fönsterbyte i befintligt småhus. Den sammantagna värderingen i denna kategori bedöms således tilläggsisolering ha en positiv effekt för både den enskilda småhusägaren och på samhällelig nivå om många småhusägare genomför åtgärden. Den positiva effekten är en följd av att minskad energianvändning ger upphov till ett mindre beroende av externa energikällor samt att den minskade energianvändningen ger en lägre känslighet för energiprisökningar.

Boendekostnad och tillgångars värde

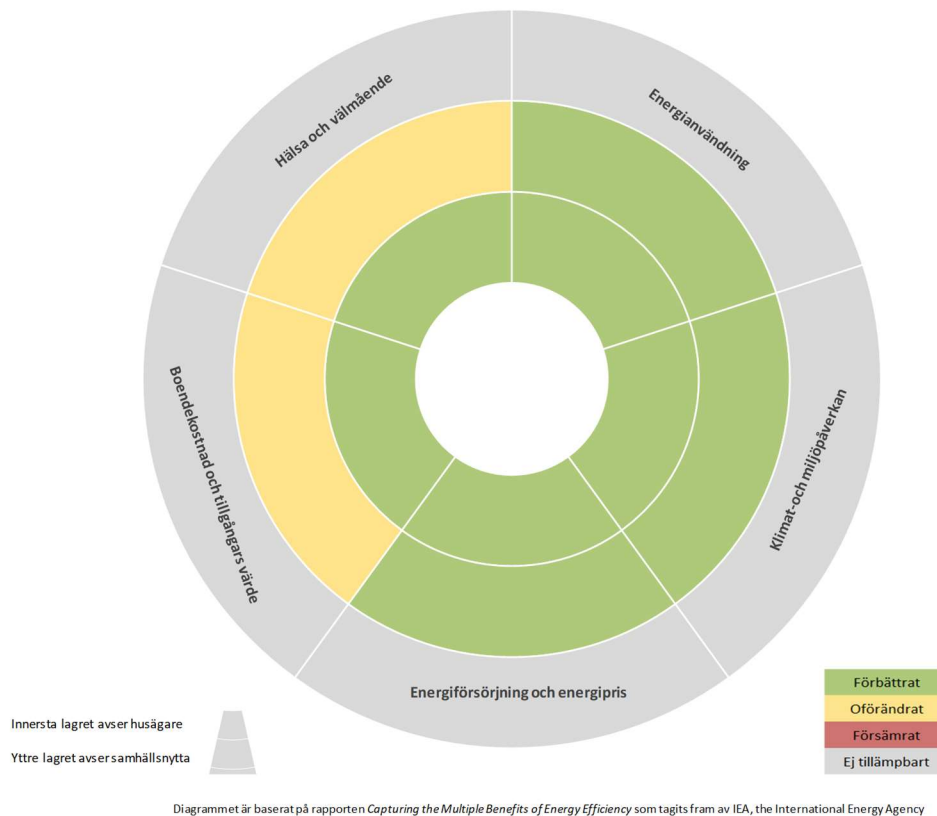
Inom kategorin boendekostnader och tillgångarnas värde ger tilläggsisolering positiva effekter för den enskilda småhusägaren. Det beror dels på att åtgärden bidrar till ett högre andrahandsvärde för huset. Det kommer också att ha en positiv inverkan på den månatliga kostnaden genom att energianvändningen för uppvärmning minskar. Denna effekt kan dock begränsas av att investeringskostnaderna är höga vid tilläggsisolering i fasaden. Det är en orsak till att fasadåtgärden lämpar sig bäst när det även är aktuellt med renovering av fasaden på grund av andra aspekter. Inga effekter har setts på samhällsnivå inom kategorin.

Hälsa och välmående

Inom kategorin hälsa och välmående kan den enskilda småhusägaren uppleva en förbättrad boendekomfort genom minskade kallras och strålningsdrag tack vare tilläggsisolering. Detta kan även medföra att husägarna får en mer positiv känsla för sitt boende. Dessa effekter bedöms dock inte ha en påtaglig inverkan på samhällsnivå.

Tilläggsisolering av fasad och vind

2019-03-08



Figur 13: Visualisering av mervärden vid tilläggsisolering av ett befintligt småhus. Åtgärden avser tilläggsisolering av vind och fasad i det aktuella småhuset.

5.6 Nyproducerat småhus med låg energianvändning med tillval bättre klimatskal

Detta exempel avser den fiktiva småhustillverkaren Bostad AB. De säljer småhus med låg energianvändning som grundutförande och erbjuder hållbara tillval. I detta projekt har klimatskalet förbättrats ytterligare till ett U_{medel} -värde på $0,24 \text{ W/K,m}^2$ för huset vilket resulterat i en högre energiprestanda för småhuset.

Tilläggspaketet leder bl.a. till minskad energianvändning för uppvärmning, lägre effektbehov för uppvärmning, minskade energirelaterade utsläpp av växthusgasutsläpp, att byggnaden klarar att bibehålla inomhustemperaturen länge vid energibortfall och minskad känslighet för energiprishöjning

Nedan kommenteras åtgärdens mervärden i förhållande till de frågor som ingår i visualiseringsmodellen.

Energianvändning

Inom kategorin energianvändning ger den extra isoleringen både ett lägre energibehov för uppvärmning och ett lägre värmeeffektbehov. (Om uppvärmningen är elbaserad minskar elbehovet.) Utfallet för den enskilda småhusägaren blir ”förbättrat”, och det blir samma utfall på samhälls nivå om många småhusägare väljer detta tillval.

Klimat- och miljöpåverkan

Inom kategorin klimat- och miljöpåverkan genererar denna åtgärd mindre växthusgasutsläpp tack vare den lägre energianvändningen. En förbättring kan även ses för de lokala utsläppen av luftföroreningar. Ett bättre klimatskal kräver dock ytterligare byggmaterial och åtgärden har därmed en försämrad effekt gällande växthusgasutsläpp från byggnadsmaterial och -produkter. För den enskilda småhusägaren är därför utfallet ”förbättrat”, och det blir detsamma på samhällelig nivå om många småhusägare väljer detta tillval.

Energiförsörjning och energipris

För den enskilda småhusägaren minskar känsligheten vid energibortfall vid förbättrat klimatskal eftersom byggnaden kan bibehålla inomhustemperaturen längre. Det lägre effekt- och energibehovet som åtgärden ger upphov till ger en minskad känslighet för den enskilda småhusägaren vid energiprisökningar.

Sammantaget är resultatet ”förbättrat” för den enskilda småhusägaren såväl som på samhällelig nivå i denna kategori.

Boendekostnad och tillgångarnas värde

Inom kategorin Boendekostnader och tillgångars värde blir utfallet också ”förbättrat” för den enskilda småhusägaren tack vare att det bättre klimatskalet minskar de månatliga driftkostnaderna för huset genom minskade energikostnader. På samhällelig nivå bedöms denna kategori vara oförändrad för denna åtgärd.

Hälsa och välmående

Inom kategorin Hälsa och välmående kan ett bättre klimatskal ge en jämnare inomhustemperatur och minskat kallras och strålningsdrag från fönster, vilket i sin tur ökar den upplevda boendekomforten för den enskilda småhusägaren. Det kan också leda till en förbättrad känsla för boendet för småhusägaren.

Nyproducerat energieffektivt småhus med tillval om bättre
klimats 2019-03-20



Figur 14: Visualisering av mervärden av bättre isolerat klimatskal i ett nytt energieffektivt småhus. Jämförelsen är gjord i förhållande till ett nytt småhus som uppfyller, men inte överträffar, energikraven i Boverkets byggregler.

5.7 Bergvärmepump istället för luft/vattenvärmepump i nyproducerat småhus

Vid nyproduktion av ett småhus finns olika alternativ att välja för att tillgodose uppvärmningen av huset. Både luft/vattenvärmepump och bergvärmepump är värmesystem som värmer upp huset genom ett vattenburet system, och båda systemen ger både varmvatten och värme. Båda uppvärmningsalternativen är kompletterade med en elpatron som används som spetslast under kalla dagar.

Installation av en bergvärmepump är förknippad med en högre investeringskostnad än en luft/vattenvärmepump. I detta exempel har luft/vattenvärmepump antagits vara standardalternativet i ett nyproducerat småhus, och åtgärden är att ersätta den med en bergvärmepump. Behovet av energi för värme och varmvatten är densamma oavsett vilken värmekälla som väljs.

Energianvändning

Inom kategorin energianvändning har bergvärmepumpen fördelar framför luft/vattenvärmepumpen för såväl den enskilda småhusägaren som på samhällelig nivå. Bergvärmepumpar är mer energieffektiva och mindre beroende av uteluftens temperatur än luft/vattenvärmepumpar. Det innebär att de har lägre

effektbehov, vilket har störst betydelse under riktigt kalla dagar när det finns ett högt effektbehov i både enskilt småhus och på samhällsnivå.

Klimat- och miljöpåverkan

Bergvärmepumpen bidrar till att klimat- och miljöpåverkan minskar tack vare att dess lägre energianvändning ger upphov till mindre utsläpp av växthusgaser. Skillnaden i växthusgasutsläpp från tillverkningen av värmepumparna ger endast marginell påverkan för den enskilda småhusägaren, men kan ha en effekt på samhällsnivå. I detta exempel har växthusgasutsläppen från produktionen av bergvärmeanläggningen bedömts vara högre än luft/vattenvärmepumpen, och detta har vägts in i den sammantagna effekten för både den enskilda småhusägaren och på samhällelig nivå. Den sammanvägda bedömningen i denna kategori är ”förbättrat” för såväl den enskilda småhusägarens nivå som på samhällelig nivå.

Energiförsörjning och energipris

Inom kategorin energiförsörjning och energipris ger bergvärmepumpen en mindre känslighet för energiprishöjningar och mindre beroende av externa energikällor än luft/vattenvärmepumpen för den enskilda småhusägaren. Denna effekt skalas även upp till samhällelig nivå om många husägare gör detta val.

Den sammanvägda bedömningen för både för den enskilda småhusägaren och på samhällsnivå är ”förbättrat”.

Boendekostnad och tillgångars värde

Investeringen för inköp och installation är högre för en bergvärmeanläggning för den enskilda småhusägaren, men det kompenseras av att den minskade energianvändningen ger lägre månatliga energikostnader. Val av bergvärmepump kan också ha en positiv effekt för enskilda husägare genom att det kan bidra till ett högre andrahandsvärde på huset. Bergvärmepumpen kan också ha också ett mindre underhållsbehov än luft/vattenvärmepumpen

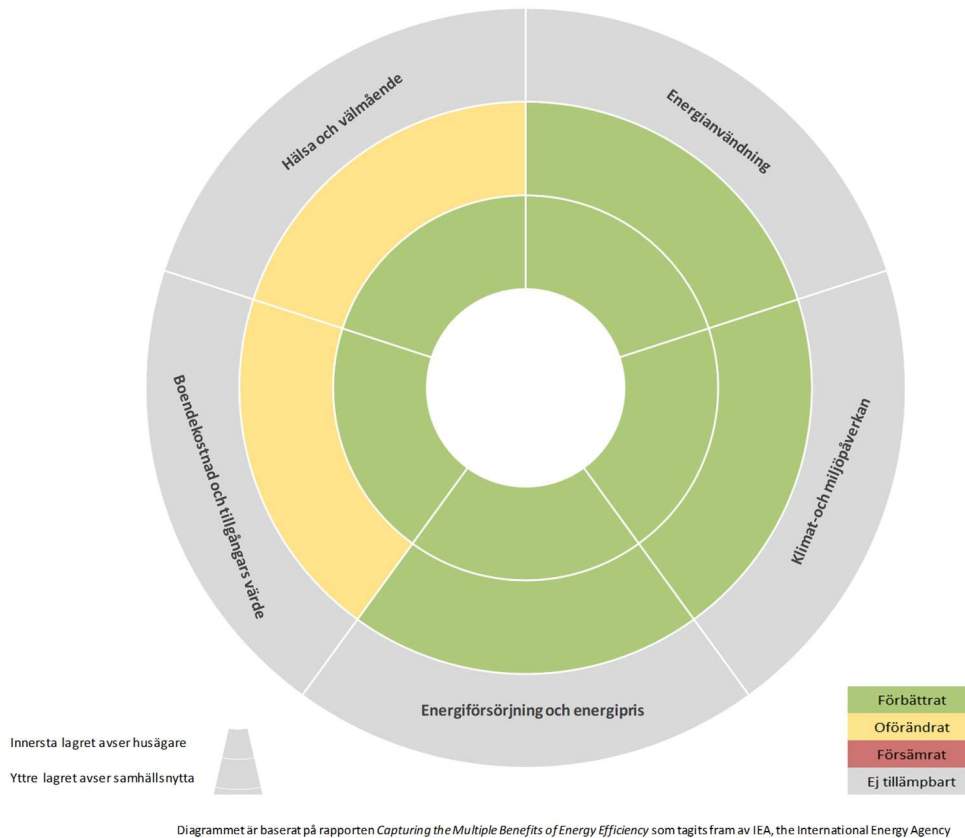
Sammantaget bedöms därmed bergvärmelösningen ge väsentligt fler fördelar än luft/vattenvärmepumpen för den enskilda småhusägaren i kategorin boendekostnad och tillgångars värde. På samhällelig nivå bedöms effekten inom kategorin boendekostnad och tillgångars värde vara oförändrat.

Hälsa och välmående

Inom kategorin hälsa och välmående kan den enskilda småhusägarens upplevelse av boendekomfort förbättras om valet faller på bergvärmepump, eftersom luft/vattenvärmepumpen genererar högre ljudnivåer utomhus. En bergvärmepump kan också uppfattas av den boende som ett mer hållbart val av uppvärmningssystem än en luft/vattenvärmepump, och därmed ge en förbättrad känsla för boendet.

På samhällelig nivå bedöms effekten inom kategorin hälsa och välmående värde vara oförändrat.

Bergvärmepump istället för luft/vattenvärmepump i nyproducent 2019-03-08



Figur 15: Visualisering av mervärden av en bergvärmepump i jämförelse med en luft/vattenvärmepump i ett nyproducerat småhus.

6 Utveckling av bedömningar för referenshus

Inom ramen för projektet har visualiseringsdiagram för bedömning av referenshus tagits fram. Följande tre exempel tagits fram:

- Ett nytt småhus från Fiskarhedenvillan, hustyp Tidlös 05, med en kombinerad värme- och ventilationslösning med bergvärmepump och FTX-ventilation som tillval
- Generella exempel med jämförelser mellan ett nytt småhus med god energiprestanda och X olika tillval
- Generell jämförelse mellan ett nytt småhus som uppfyller, men inte överträffar, byggreglernas energikrav, ett nytt småhus med god energiprestanda samt ett paket av energieffektiviserande tillval.

6.1 Fiskarhedenvillan Tidlös 05



Figur 16: Tidlös 05. Källa: Fiskarhedenvillan

Ett typhus som har valts ut är Fiskarhedenvillans hus Tidlös 05. Husmodellen har valts ut som typhus i samråd med Fiskarhedenvillan. Detta är ett 2-planshus på 151 m². I standardutförandet har Tidlös 05 en beräknad energianvändning på 33,9 kWh/m² och år då huset är uppfört i Stockholm och uppvärmningen sker med en frånluftsvärmepump. Detta motsvarar ett primärenergital på 54,2 kWh/m² och år. Det genomsnittliga U-värdet för huset är 0,21 W/m²K. Detta ska jämföras med BBRs kravnivå som är högst 90 kWh/m² och år. Detta gör att huset uppnår energiklass B. I grundutförandet har Fiskarhedenvillans Tidlös 05 energieffektiva vitvaror

Fiskarhedenvillan erbjuder en rad olika energieffektiviserande tillval som bergvärmepump och FTX-ventilation, mer energieffektiva fönster och solceller. I det exempel som har tagits fram har tillvalet bergvärmepump med FTX gjorts. Det gör att husets primärenergital blir 40,4 kWh/m² och år och dess dimensionerande effektbehov för uppvärmning blir 1,22 kW. Genom denna åtgärd byter huset energiklass från B till A.

En bedömning av tillvalet med visualiseringsmodellen ger nedanstående utfall.

Energianvändning

Genom att välja tillvalet bergvärmepump med FTX istället för standardutförandet minskar det totala minskning av primärenergitalet från 54,2 till 40,4 kWh/m² och år. Energianvändningen minskar från 5 034 kWh per år till 3 749 kWh per år, vilket är en minskning med 25 procent.

Minskningen har ingen inverkan på husets klimatskal eller tappvarmvattenanvändning, men husets elanvändning och effektbehov minskar.

Klimat- och miljöpåverkan

Inom mervärdeskategorin klimat- och miljöpåverkan har åtgärden en positiv effekt för växthusgasutsläppen från energianvändningen, men växthusgasutsläppen från byggnadsmaterial och -produkter ökar och motverkar därför delvis denna effekt. De lokala utsläppen av luftföroreningar blir oförändrade.

Energiförsörjning och energipris

Inom kategorin energiförsörjning och energipris blir effekten förbättrad både för husägare och på samhällsnivå eftersom behovet av extern energi minskar för såväl den enskilde husägaren som för samhället i allmänhet. På samma sätt minskar känsligheten för energiprishöjningar.

Boendekostnad och tillgångars värde

Inom kategorin boendekostnad och tillgångars värde ses ett positivt utfall för husägaren genom att tillvalet ger ett bättre inomhusklimat, att FTX-ventilationen kan bidra till bättre hälsa och att detta tillval kan öka andrahandsvärdet på huset.

Hälsa och välmående

En förbättrad effekt finns även inom kategorin hälsa och välmående genom att FTX antas ge en ökad upplevelse av boendekomfort för husägaren.

Fiskarhedenvillan - minskat PE-tal, BVP + FTX istället för FVP.

2019-03-25



Diagrammet är baserat på rapporten *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency* som tagits fram av IEA, the International Energy Agency

Figur 17: Visualisering av mervärden av tillvalet kombinerat värme- och ventilationssystem (bergvärmepump och FTX) för Fiskarhedenvillans hus Tidlös 05.

6.2 Fiktivt exempel för småhustillverkaren Bostad AB

I detta avsnitt visas en jämförelse där utgångspunkten är den fiktiva modellen Husmodell från småhustillverkaren Bostad AB. Husmodellen som ligger till grund för jämförelsen har en bättre energiprestanda än BBR, och jämförelserna avser mervärden för olika energieffektiverande tillval. De olika tillvalen visas i ordningen: Husmodell Bostad AB utan tillval, tillval klimatskal, tillval kombinerat värme- och ventilationssystem med FTX-ventilation, tillval solceller, tillval energieffektiva vitvaror och slutligen en kombination av alla dessa tillval. Det första diagrammet visar en oförändrad effekt inom alla kategorier eftersom detta är utgångspunkten för jämförelsen. Diagrammen därefter visar de bedömda effekterna av olika tillval. Dessa exempel kan anpassas till de tillval som enskilda småhustillverkare erbjuder.



Figur 18: Mervärden av olika tillval och tillvalspaket jämfört med ett nytt energieffektivt småhus från den fiktiva småhustillverkaren Bostad AB.

6.3 Fiktivt exempel med utgångspunkt från BBRs energikrav

Denna jämförelse har ett hus som precis uppfyller kraven i Boverkets byggregler, BBR, som referensfall, och jämförelsen avser vilka mervärden som erhålls för den fiktiva småhustillverkaren Bostad ABs Husmodell med alla tillval som nämns i exempel 6.2. Även detta exempel kan anpassas enligt de tillval som verkliga småhustillverkare erbjuder. Visualiseringsmodellen kan då användas för att synliggöra de mervärden som fås genom att välja en husmodell som har högre energiprestanda än minimikraven i BBR.



Figur 19: Mervärden av tillvalspaket jämfört med ett nytt småhus som precis uppfyller, men inte överträffar, energikraven i Boverkets byggregler.

7 Utbildningsinsats och spridning för de aktörer som ska använda visualiseringsmodellen

Ett utbildningspaket har tagits fram riktat till de aktörer som ska använda verktyget och göra bedömningar. Spridning till aktörer har skett genom flera olika forum. Sammantaget har utbildning och informations spridning skett direkt till mer än 300 personer och indirekt till ytterligare ett stort antal personer genom artiklar fackpress. Följande spridningsinsatser har genomförts:

- Två utbildningsworkshops och ett webinarium har genomförts inom ramen för innovationsklustret BeSmås arbete
- En demonstration av visualiseringsmodellen gjordes på Besmå-dagen 2018, 2018-11-08. Vid detta tillfälle deltog cirka 100 personer från småhusbranschen, kommuner m.fl. aktörskategorier.
- Utbildning för energi- och klimatrådgivarna i Stockholm genomfördes 2019-02-14, 24 personer deltog.
- Utbildning för energi- och klimatrådgivarna i Mälardalen, genomfördes 2019-03-07, 10 personer deltog.
- Seminarium tillsammans med Föreningen EnergiRådgivarna genomfördes 2019-03-19, 29 personer deltog. En inspelning från detta seminarium finns tillgänglig på Energirådgivarnas hemsida⁴
- Presentation om visualiseringsmodellen genomfördes på Trähusdagarna 2019, 2019-03-14. Vid detta tillfälle deltog cirka 160 personer från småhusbranschen.
- Artiklar i facktidskrifterna Samhällsbyggaren, Energi & Miljö samt Hållbart byggande.

Vidare har information om visualiseringsmodellen givits i samband med möten (under 2018) med ledningsgrupperna hos de småhustillverkare som ingår i BeSmå. Vid mötet med Fiskarhedenvillan informerades hela personalen om visualiseringsmodellen, och en utbildning i handhavandet av modellen kommer att genomföras för samtliga anställda hos småhustillverkaren A-hus 2019-04-04. Denna utbildning var planerad att genomföras i mars 2019, men fick skjutas upp på grund av sjukdom hos A-hus personal. De övriga småhustillverkarna som ingår i BeSmå har också erbjudits möjlighet att låta sina anställda genomgå denna utbildning.

8 Resultat

Detta projekt har resulterat i att en modell för visualisering av mervärden av energieffektivisering i nya och befintliga småhus. Modellen ska kunna användas som ett underlag för dialog och diskussion parallellt med traditionella kostnadsanalyser för energieffektiviseringsåtgärder i småhus. Det övergripande syftet med projektet har varit att stärka förutsättningarna för realisering av lönsamma energieffektiva lösningar i småhussektorn.

Visualiseringsmodellen har vidareutvecklats i flera steg, och utvecklingen har skett i nära samverkan med innovationsklustret BeSmås referensgrupp och andra aktörer inom småhusbranschen.

Visualiseringsmodellen innehåller två nivåer av nyttor och fem mervärdeskategorier. De två

⁴ <https://energiradgivarna.com/>

nyttotnivåerna avser nyttor för den enskilda småhusägaren respektive nyttor på samhällsekonomisk nivå. De fem mervärdeskategorierna är:

- Energianvändning
- Klimat- och miljöpåverkan
- Energiförsörjning och energipris
- Boendekostnad och tillgångars värde
- Hälsa och välmående

Visualiseringsmodellen har testats på sju olika åtgärder för effektivare energianvändning. Vidare har exempel och förslag till visualiseringsdiagram som kan användas av småhustillverkare tagits fram.

Som en del i arbetet har en inventering gjorts avseende möjligheterna att kvantifiera mervärden i ekonomiska termer. Denna del av arbetet har dels syftat till att bidra med kunskap om vilka mervärden som redan kan värderas ekonomiskt, och dels att identifiera behov av ytterligare kunskap för att kunna värdera effekterna i ekonomiska termer i framtiden.

Den nya visualiseringsmodellen kommer att vara fritt tillgänglig för användning, och kommer att kunna laddas ner som en Excel-fil från BeSmås hemsida.⁵ I Excel-filen finns den framtagna visualiseringsmodellen, en beskrivning av hur den ska användas samt åtgärdsexempel.

Förutom framtagandet av visualiseringsmodellen har spridning varit en central del i projektarbetet. Utbildning och informationsspridning har skett vid en rad olika tillfällen och sammantaget har cirka 300 personer tagit aktiv del av informationen. En fortsatt spridning av modellen är viktig för att bidra till projektets syfte att öka realiseringen av lönsamma energieffektiva lösningar i småhussektorn.

8.1 Behov av ytterligare kunskap

Genom dialog med såväl tillverkare, säljare, köpare och ägare av småhus som andra relevanta aktörer har behov av ytterligare kunskap identifierats. Både de genomförda dialogerna och tester av visualiseringsmodellen visar att modellen ger en subjektiv bedömning av den åtgärd som bedöms, och att utfallet av bedömningen beror på vem som besvarar visualiseringsmodellens frågebatterier.

Det är därför viktigt att vara medveten om att den kunskap om energi och energieffektiviseringsåtgärder som användaren besitter kan påverka utfallet i stor utsträckning. I de fall visualiseringsmodellen ska användas för att jämföra inverkan av olika åtgärder kan det därför vara relevant att se till att samma personer, enskilda eller grupp, gör bedömningen av de olika åtgärdernas effekter.

De exempel som presenteras i visualiseringsmodellens Excel-fil är ämnade att förenkla för användare att förstå effekterna av en åtgärd, och exemplen är ett viktigt stöd för användare. En möjlighet är att bygga upp en större åtgärdsbank för att stödja enskilda användare i deras bedömningar. Användarna kan vara hjälpta såväl av att följa beskrivningen i visualiseringsmodellen, att spara varje bedömd åtgärd som en separat fil som att skriva kommentarer till sin bedömning i den separata filen. Det gör att det blir enklare att gå tillbaka och följa tankegångarna vid ett senare tillfälle. Det förenklar även för andra personer som funderar över mervärden för samma åtgärd.

⁵ <http://energieffektivasmahus.se/>

Visualiseringsmodellen har spridits till en rad olika aktörer under projektets gång. Det är viktigt att fortsätta med denna spridning så att de tänkta användarna får tillgång till visualiseringsmodellen. Ett förslag är därför att genomföra fler workshops med aktörer som t.ex. kommunala energi- och klimatrådgivare, mäklare, småhussäljare, småhustillverkare, byggvaruhus m.fl. Vid dessa workshops kan deltagarna ges möjlighet att använda och diskutera både visualiseringsmodellen och åtgärder som är relevanta för den aktuella aktören. Detta kan, förutom att leda till intressanta dialoger och fördjupade insikter, ge upphov till en åtgärdsbank likt den som diskuterats ovan. Det kan även skapa kontaktmöjligheter så att t.ex. en enskild energi- och klimatrådgivare har någon att vända sig till för att diskutera enskilda åtgärder i sitt dagliga arbete.

8.2 Behov av fortsatt arbete

Det överordnade syftet med detta projekt har varit att stärka förutsättningarna för realisering av lönsamma energieffektiva lösningar i småhussektorn. Framtagandet och spridningen av visualiseringsmodellen har varit den centrala delen i projektarbetet, och en fortsatt spridning av modellen är ett arbete som behövs för att projektet ska bidra till en ökad realisering av lönsamma energieffektiva åtgärder i småhussektorn.

I projektplanen beskrevs en rad olika typer av aktörer som kan ha användning av visualiseringsmodellen, och i vilka syften modellen kan användas. Kontakt med dessa aktörskategorier har tagits inom ramen för projektet, men ytterligare spridning behövs. Det är viktigt att de fortsatta spridningsinsatserna både fokuserar på sådana aktörer som ännu inte har kommit i kontakt med visualiseringsmodellen och att påminna dem som redan har hört talas om den.

I den delrapport som levererades 2018-12-28 lämnades rekommendationer gällande kvantifiering och monetarisering av de mervärden där det finns behov av ytterligare kunskap. Rekommendationerna innefattar primärstudier, djupare litteraturstudier samt studier gällande betalningsvilja.

Bilaga 1 - Frågelista i verktyget

Energianvändning

- 1 Hur påverkar denna åtgärd energibehovet för uppvärmning?
- 2 Hur påverkar denna åtgärd elanvändningen?
- 3 Hur påverkar denna åtgärd vattenanvändningen?
- 4 Hur påverkar denna åtgärd effektbehovet?

Klimat-och miljöpåverkan

- 1 Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från energianvändningen?
- 2 Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från byggnadsmaterial och -produkter?
- 3 Hur påverkar denna åtgärd lokala utsläpp av luftföroreningar?

Energiförsörjning och energipris

- 1 Hur påverkar denna åtgärd beroendet av externa energikällor och egenproduktion av energi?
- 2 Hur påverkar denna åtgärd flexibiliteten i val av energikälla?
- 3 Hur påverkar denna åtgärd känslighet för energiprishöjningar?

Boendekostnad och tillgångars värde

- 1 Hur påverkar denna åtgärd de månatliga kostnaderna?
- 2 Hur bidrar denna åtgärd till andrahandsvärdet av huset?
- 3 Hur påverkar denna åtgärd tidsåtgången för drift och underhåll?

Hälsa och välmående

- 1 Hur påverkar denna åtgärd upplevelsen av boendekomfort?
- 2 Hur påverkar denna åtgärd de boendes hälsa?
- 3 Hur påverkar denna åtgärd din känsla för ditt boende?

Bilaga 2 - Möjligheter till kvantifiering av mervärden för energieffektiva småhus

Möjligheter till kvantifiering av mervärden för energieffektiva småhus



Möjligheter till kvantifiering av mervärden för energieffektiva småhus

Författare: Julia Wahtra, Jenny Wallström

Granskad av: Agneta Persson

Anthesis Enveco AB

2018-12-28

Rapport 2018:7

www.anthesis.se

INNEHÅLL

1	INLEDNING	4
2	SAMMANFATTANDE TABELL.....	6
3	ENERGIANVÄNDNING	10
3.1	Energibehovet för uppvärmning.....	10
3.2	Elanvändning.....	10
3.3	Vattenanvändning.....	10
3.4	Effektbehov.....	10
4	KLIMAT- OCH MILJÖPÅVERKAN	11
4.1	Växthusgasutsläpp från energianvändning.....	11
4.2	Växthusgasutsläpp från byggnadsmaterial och -produkter.....	12
4.3	Lokala utsläpp av luftföroreningar.....	12
5	ENERGIFÖRSÖRJNING OCH ENERGIPRIS.....	15
5.1	Beroende av externa energikällor eller egenproduktion av energi.....	15
5.2	Flexibilitet i val av energikälla	15
5.3	Känslighet för energiprishöjningar.....	16
6	BOENDEKOSTNAD OCH TILLGÅNGARS VÄRDE	17
6.1	Månatliga kostnader	17
6.2	Andrahandsvärdet av huset.....	17
6.3	Tidsåtgång för drift och underhåll	17
7	HÄLSA OCH VÄLMÅENDE	19
7.1	Boendekomfort	19

7.2	Boendes hälsa	19
7.3	Känsla för sitt boende.....	22
8	REKOMMENDATIONER.....	23
	BILAGA 1 EXEMPEL KEDJESAMBAND	24
	BILAGA 2	26
	REFERENSER.....	27

1 INLEDNING

Innovationsklustret *BeSmå* verkar för att småhussektorn ska bidra till omställningen till ett hållbart energisystem. Inom ramen för innovationsklustret drivs bland annat förstudier och projekt för effektivare energianvändning i befintliga och nya småhus. Ett av projekten är *Visualisering av mervärden av energieffektivisering för småhus*. I detta projekt ska en modell för att visualisera mervärden av energieffektivisering utvecklas som småhusägare och tillverkare av småhus och energieffektiva produkter kan använda. Monetära värden kan potentiellt användas som komplement till visualiseringen av mervärden.

Denna rapport redovisar en analys av möjligheterna att kvantifiera mervärden (i kronor) av energieffektiva småhus. Syftet är dels att ge kunskap om för vilka mervärden det redan finns monetära värderingar och dels att identifiera behov av ytterligare kunskap för att kunna värdera effekterna monetärt i framtiden. Frågorna som är aktuella att undersöka är de som ska ställas till användaren i verktyget. Dessa frågor är uppdelade under 5 olika mervärdeskategorier, nämligen följande:

Energianvändning

- Hur påverkar denna åtgärd energibehovet för uppvärmning?
- Hur påverkar denna åtgärd elanvändningen?
- Hur påverkar denna åtgärd vattenanvändningen?
- Hur påverkar denna åtgärd effektbehovet?

Klimat-och miljöpåverkan

- Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från energianvändningen?
- Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från byggnadsmaterial och -produkter?
- Hur påverkar denna åtgärd lokala utsläpp av luftföroreningar?

Energiförsörjning och energipris

- Hur påverkar denna åtgärd beroendet av externa energikällor och egenproduktion av energi?
- Hur påverkar denna åtgärd flexibiliteten i val av energikälla?
- Hur påverkar denna åtgärd känslighet för energiprishöjningar?

Boendekostnad och tillgångars värde

- Hur påverkar denna åtgärd de månatliga kostnaderna?
- Hur bidrar denna åtgärd till andrahandsvärdet av huset?
- Hur påverkar denna åtgärd tidsåtgången för drift och underhåll?

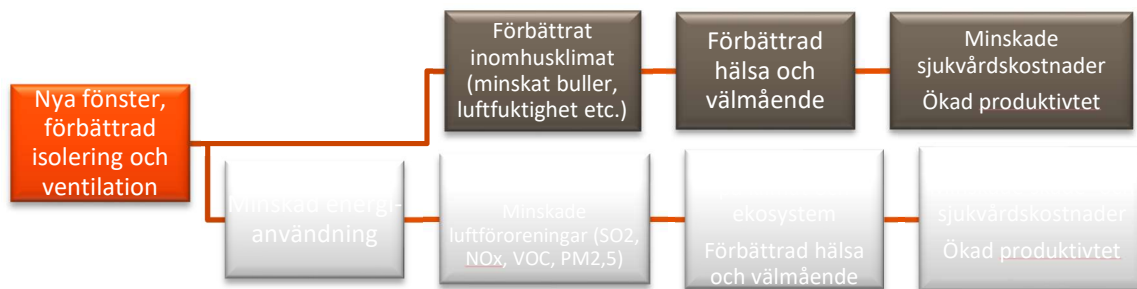
Hälsa och välmående

- Hur påverkar denna åtgärd upplevelsen av boendekomfort?
- Hur påverkar denna åtgärd de boendes hälsa?
- Hur påverkar denna åtgärd din känsla för ditt boende?

Det finns olika sätt att värdera hälso- och miljöeffekter, men en bra utgångspunkt är att så långt som möjligt använda den så kallade skadestansansatsen. Det innebär att den faktiska påverkan på människors välbefinnande värderas via olika hälso- och miljöeffekter. Skadestansansatsen förutsätter att det finns kunskap om kedjesamband, dvs. åtgärd → belastning → hälso- och miljöeffekter → ekonomisk värdering av hälso- och miljöeffekter genom de skadestanser som effekterna resulterar i.

Figur 1 visar ett exempel på en effektkedja som börjar med en energieffektiviserande åtgärd (nya fönster, förbättrad isolering och ventilation). Det leder dels till förbättrat inomhusklimat och förbättrad hälsa för de boende, vilket kan värderas genom t.ex. minskade sjukvårdskostnader (blå rutor). Men det leder också till minskad energianvändning, som i sin tur – beroende på energikälla – leder till minskade utsläpp och påverkar samhället – både miljön och andra människor (grå rutor). De här effekterna kan värderas genom olika metoder, t.ex. sjukvårdskostnader, värdet av ett statistiskt liv eller betalningsviljan för olika ekosystemtjänster.

Ytterligare ett exempel på en effektkedja finns i Bilaga 1. Den visar de mervärden som kan fås av att minska energianvändningen i sitt småhus med 12 500 kWh/år genom olika energieffektiviserande åtgärder. En ansats att värdera några av dessa mervärden ekonomiskt har även gjorts.



Figur 20. Kedjesamband, effekter av energieffektiviserande åtgärder

2 SAMMANFATTANDE TABELL

I tabell 1 beskrivs belastningar, effekter och ekonomiska värderingar som kan kopplas till de olika mervärdeskategorierna. Tabellen är en sammanfattning av rapporten och redovisar möjligheterna att kvantifiera mervärden av energieffektiva småhus. I första kolumnen anges vilken fråga i verktyget som berörs och i andra kolumnen anges vilka olika typer av belastningar som frågan berör. I kolumn tre beskrivs effekterna av dessa belastningar på hälsa och miljö och i sista kolumnen beskrivs hur dessa kan värderas monetärt samt vilket ekonomiskt värde som föreslås. Rutor markerade med grön färg betyder att data finns (t.ex. att effekterna av belastningarna är kända eller att det finns schablonvärden att tillgå), röda rutor innebär att data saknas och gråa rutor betyder ej relevant (se tabell 2). Den här sammanfattningen är inte helt uttömmande, utan bör betraktas som ett första försök till att kartlägga för vilka mervärden det redan finns monetära värderingar och identifiera behov av ytterligare kunskap för att kunna värdera effekterna monetärt i framtiden.

Tabell 2. Sammanställning av belastningar, effekter och ekonomiska värderingar av energieffektivisering av småhus.

Kategori / fråga	Belastning	Effekter (hälsa och miljö)	Ekonomisk värdering
Energianvändning			
Hur påverkar denna åtgärd energibehovet för uppvärmning?	Uppvärmningskostnader		Marknadspris/kWh
Hur påverkar denna åtgärd elanvändningen?	Elkostnader		Marknadspris/kWh
Hur påverkar denna åtgärd vattenanvändningen?	Vattenkostnader		Marknadspris/m ³ vatten
Hur påverkar denna åtgärd effektbehovet?			Marknadspris/kWh
Klimat-och miljöpåverkan			
Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från energianvändningen?	Utsläpp av växthusgaser	Globala skadeverkningar av klimateffekter	5,74 SEK/kg CO _{2e}
Hur påverkar denna åtgärd växthusgasutsläppen från byggnadsmaterial och -produkter?	Utsläpp av växthusgaser	Globala skadeverkningar av klimateffekter	5,74 SEK/kg CO _{2e}

Hur påverkar denna åtgärd lokala utsläpp av luftföroreningar?	Utsläpp NO _x	Skador på ekosystem (försurning, övergödning, bildande av marknära ozon)	86 SEK/kg
		Negativa hälsoeffekter (irritation i luftvägarna)	SEK/kg
	Utsläpp av SO ₂	Skador på ekosystem (försurning, korrosion)	29 SEK/kg
		Negativa hälsoeffekter (irritation i luftvägarna)	SEK/kg
	Utsläpp av VOC	Skador på ekosystem (bildande av marknära ozon)	43 SEK/kg
Negativa hälsoeffekter (irritation i luftvägarna)		SEK/kg	
Utsläpp av PM _{2,5}	Negativa hälsoeffekter (astma, KOL, hjärt- och kärlsystemen)	1 693 SEK/kg	
Energiförsörjning och energipris			
Hur påverkar denna åtgärd beroendet av externa energikällor och egenproduktion av energi?	Beroende av externa energikällor	Besvär relaterat till elavbrott	Betalningsvilja för att undvika en timmes elavbrott Planerat: 6,3 SEK Oplanerat: 9,39 SEK
		Andra effekter (känsla av otrygghet etc.)	
Hur påverkar denna åtgärd flexibiliteten i val av energikälla?	Flexibilitet i val av energikälla		Kostnader för omställning

Hur påverkar denna åtgärd känslighet för energiprishöjningar?	Känslighet för prishöjningar		Minskade privatekonomiska effekter av plötsliga prishöjningar
Boendekostnad och tillgångars värde			
Hur påverkar denna åtgärd de månatliga kostnaderna?	Månatliga kostnader		kr/månad
Hur bidrar denna åtgärd till andrahandsvärdet av huset?	Andrahandsvärde	Energibesparingar, miljönyttor och boendekomfort (termisk komfort, luftkvalitet och bullerskydd)	Betalningsvilja, i % av huspriset, för specifika energieffektiviserande åtgärder Ventilations-system: 4-12 %, Förbättrad fasadisolering: 2-7 % Energieffektiva fönster: 8-13 %
Hur påverkar denna åtgärd tidsåtgången för drift och underhåll?	Tid för drift och underhåll	Minskad tid för arbete	Lön, skatteintäkter
		Minskad tid för fritidsaktiviteter	Värdering av fritidsaktiviteter
Hälsa och välmående			
Hur påverkar denna åtgärd upplevelsen av boendekomfort?	Se "boendes hälsa"	Se "boendes hälsa"	Se "boendes hälsa"
Hur påverkar denna åtgärd de boendes hälsa?	Luftkvalitet	Kognitiv funktion	Förlusten av aktiva arbetsdagar (sjukfrånvaro och arbete med sjukdom)
		Sömnsvårighet	
		Huvudvärk och andningssvårigheter	
		Astma, förkylning, influensa, cancer och kardiovaskulär sjukdom	

		Astma hos barn	Inkomstbortfall för föräldern pga. VAB
	Buller	T.ex. sömnproblem, samt hälsoeffekter	SEK/dB, se tabell 4
Hur påverkar denna åtgärd din känsla för ditt boende?	Känsla för boendet	Välmående	Uppskattat värde
		Huspris	Energieffektivitetsmärkning genererar 9 % högre försäljningspris

Tabell 3. Förklaringar.

Ej relevant
Data saknas
Data finns

3 ENERGIANVÄNDNING

3.1 Energibehovet för uppvärmning

Energieffektiviserande åtgärder leder till minskat behov av energi för uppvärmning och varmvatten. Det minskade uppvärmningsbehovet kan avse alla typer av energikällor, t.ex. fjärrvärme, biobränsle och el. Det årliga värdet av det minskade energibehovet kan kvantifieras med hjälp av minskat antal kWh per år och marknadspriset för det energislag som används per kWh.

3.2 Elanvändning

Energieffektiviserande åtgärder kan leda till minskad elanvändning, inte bara för åtgärder som minskar elbehovet för uppvärmning. Det årliga värdet av den minskade elanvändningen kan kvantifieras med hjälp av minskat antal kWh per år och marknadspris per kWh.

3.3 Vattenanvändning

Installation av energieffektiva tappvattenaraturer och snålspolande toaletter resulterar både i minskad energianvändning och minskad vattenanvändning. Det årliga värdet av mervärdet ”minskad vattenanvändning” kan beräknas genom att multiplicera antalet sparade kubikmeter vatten med marknadspriset per kubikmeter.

3.4 Effektbehov

Inte bara energianvändning utan också effektbehov, dvs tillgång till energi, är viktigt för både elsystemet och fjärrvärmesystemen. Under de tider då systemen är som mest belastade, till exempel de kallaste vinterdagarna, används de mest miljö- och klimatbelastande energiproduktionsmetoderna. Åtgärder som minskar effektbehovet är liksom åtgärder som förskjuter energibehovet till en tidpunkt på effektbehovet är mindre (laststyrning) bidrar till minskat resursbehov, minskad miljöpåverkan och minskad klimatpåverkan.

4 KLIMAT- OCH MILJÖPÅVERKAN

4.1 Växthusgasutsläpp från energianvändning

År 2016 stod uppvärmning av bostäder och lokaler för 2 procent av Sveriges totala växthusgasutsläpp, varav ungefär hälften kom från bostäder (Naturvårdsverket, 2017). Sedan 1990 har utsläppen från uppvärmning av bostäder minskat med 91 procent, framförallt på grund av omställningen från oljeeldning till biobränslebaserad fjärrvärme. Det finns emellertid ytterligare potential för reduktion av bostäders växthusgasutsläpp. Relativt många studier har genomförts i syfte att kvantifiera och sedan monetarisera värdet av mängden minskade växthusgasutsläpp, kopplat till flera eller specifika energieffektiviserande åtgärder. Mervärdet av minskade koldioxidutsläpp tillfaller hela världsbefolkningen eftersom det påverkar den globala uppvärmningen.

I en studie av Levy et al. (2016) beräknades den årliga minskningen av koldioxidutsläpp som skulle frambringas om alla enfamiljshus i USA (år 2013) ökade sin bostadsisolering till *International Energy Conservation Code 2012*-nivåer. Den totala reduktionen av koldioxidutsläpp uppskattades till 80 miljoner ton per år, vilket motsvarar 1,4 ton koldioxidutsläpp per hushåll och år. Den energieffektiviserande åtgärden skulle också innebära positiva sidoeffekter, till exempel förbättrad luftkvalitet. I artikeln beräknas det monetära värdet av dessa positiva sidoeffekter genom mervärdena minskad klimatpåverkan och förbättrad hälsa.

Westh Hansen et al., (2016) genomförde en kostnads-nyttoanalys för energieffektiviserande renoveringar av svenska bostäder. Byggnadstyperna var flerbostadshus, enbostadshus och icke-bostäder såsom skolor och kontor. Kriterier för mervärden utgick från International Energy Agency (2014), men med en något annorlunda kategorisering. I artikeln beräknades och värderades en reduktion av koldioxidutsläpp motsvarande 470 ton som en effekt av att reducera Sveriges energianvändning med 7 TWh till 2020. Minskningen i koldioxidutsläpp värderades till 88 miljoner kronor för år 2020, där 66 miljoner kom från en minskning i fjärrvärme, 16 miljoner från elproduktion och resterande 6 miljoner från uppvärmning med olja och gas. För att kvantifiera värdet av reduktionen i koldioxidutsläpp tillämpades Thomson Reuters (2016, refererad i Westh Hansen et al. 2016) prognos för priset på utsläppsrätter inom EUs emissionshandelssystem år 2030. Beräkningarna baseras på priset 228 kronor för koldioxidemissioner (2015 års priser).

I Naturvårdsverkets prisdatabas över samhällsekonomiska schablonvärden (2018) finns schablonvärden för koldioxidutsläpp. Den mest relevanta metoden för att värdera koldioxidutsläpp är att uppskatta marginalkostnaden för nuvarande och framtida skadeverkningar av koldioxidutsläpp, den så kallade skadestansansatsen (Söderqvist & Wallström, 2017). Detta innebär en rad svårigheter då klimatförändringarnas effekter och skadestansansatser är svåra att mäta och värdera monetärt. Det föreslagna samhällsekonomiska schablonvärdet för de globala effekterna av koldioxidutsläpp (på lång sikt) är 5,74 SEK/kg CO₂e (Isacs et al. 2016, refererad i Söderqvist & Wallström 2017) och utgår från skadestansansatsen.

4.2 Växthusgasutsläpp från byggnadsmaterial och -produkter

Byggprocessen står för en betydande del av bostadssektorns klimatpåverkan. Enligt IVA & Sveriges Byggindustrier (2014) visar beräkningar att Sveriges byggprocesser står för ett utsläpp av 10 miljoner ton koldioxidkvivalenter per år, varav 4 miljoner ton kommer från husprojekt (knappt 20 ton koldioxid per småhus, exklusive mark- och grundarbeten). Detta kan jämföras med storleken på utsläppen från alla personbilar i Sverige under 2012. Enligt analyser som gjorts (detaljerad livscykelanalys av klimatpåverkan för nybyggda flerbostadshus i kvarteret Blå Jungfrun i Hökarängen, Stockholm) står olika material för 84 procent av klimatpåverkan (från och med grundplattan) och arbetsprocesser och transporter för 16 procent. Rapporten refererar också till en annan studie inom samma projekt vars analys visar att klimatbelastningen i byggprocessen är lika stor som driften av det färdiga huset under 50 års tid, baserat på en "nordisk elmix".

Till skillnad från klimatpåverkan från drift och uppvärmning är byggprocessens påverkan fortsatt oförändrad eller till och med större än tidigare (IVA & Sveriges Byggindustrier, 2014). I regel drivs till exempel byggmaskiner och torkfläktar av fossila bränslen. Rapportens författare menar att trots den stora klimatpåverkan som produktionsfasen av bostäder har, så är kunskapen inom området liten och den allmänna uppfattningen är att drift och uppvärmning står för den största delen av utsläppen. För att öka incitamenten att minska växthusgasutsläppen från byggprocessen är det därför viktigt att öka medvetenheten om dess klimatpåverkan. Att synliggöra och värdera de olika mervärdena som kan fås genom en minskning av byggprocessens klimatpåverkan är ett exempel på ett sådant incitament.

Samma föreslagna samhällsekonomiska schablonvärde för koldioxidutsläpp som nämns i avsnitt 3,1 går förstås även att använda även för växthusgasutsläpp från byggnadsmaterial- och produkter.

4.3 Lokala utsläpp av luftföroreningar

Investeringar i energieffektiviserande åtgärder kan åstadkomma stora reduceringar i småhusens energianvändning, vilket i sin tur kan minska luftföroreningar kopplade till energiproduktion. Luftföroreningar medför stora kostnader för samhället i form av försämrat välmående samt medicinering, sjukvård och minskad arbetsproduktivitet (se avsnitt 6). Genom att kvantifiera den undvikna kostanden för luftföroreningar, kan dessa mervärden värderas. Värdet av minskade utsläpp av luftföroreningar tillfaller främst de som är bosatta nära anläggningarna för energiproduktion. Att t.ex. byta ut sin oljepanna innebär emellertid direkta hälsomervärden för husägaren eftersom förbränningen sker i anslutning till huset och därmed utsläppen av luftföroreningar.

Korsholm et al. (2012) undersökte effekten av bostadsisolering på koncentrationen av marknära luftföroreningar i Europa. Regionalt genomsnittliga minskningar i energikonsumtionen mellan 2005 och 2020 uppskattades för EU-25 länderna genom att jämföra "business as usual" med scenariot "våldigt låg energianvändning för byggnader". Minskningen i luftföroreningar beräknades med hjälp av simuleringar i en luftkvalitetsmodell där endast luftförorengsreduktionen till följd av isolering togs hänsyn

till. De två scenarierna jämfördes och statistiskt signifikanta resultat kunde hittas. En reduktion av 9 procent för partiklar och 6,3 procent för svaveldioxid kunde påvisas i nordvästra Europa och en förändring motsvarande 2,5 procent i kväveoxider i Östersjöområdet.

I Naturvårdsverkets prisdatabas över samhällsekonomiska schablonvärden (2018) finns schablonvärden för olika luftföroreningar. Värdet skiljer sig åt beroende på om det gäller lokala eller regionala effekter av luftföroreningar (Söderqvist & Wallström, 2017). För tätorter adderas de båda värdena. De lokala effekterna uppstår i närheten av föroreningarna och innefattar negativa hälsoeffekter för exponerade personer samt nedsmutsning och materiella skador. De regionala effekterna når större geografiska områden och relateras främst till skador på ekosystem. För de lokala effekterna används värden uttryckta i SEK/exponeringsenhet vilka har värderats med hjälp av exponerings-respons-funktioner. Luftföroreningarnas hälsoeffekter utgörs av den ökade dödligheten och sjukligheten vars värde har uppskattats med hjälp av det förväntade värdet av ett förlorat levnadsår. Detta baseras på värdet av ett statistiskt liv (VSL), vilket utgår från individers betalningsvilja.

De regionala värdena är istället uttryckta i SEK/kg och baseras på åtgärdskostnaden för att uppnå politiskt uppsatta miljömål. Schablonvärdena för de regionala effekterna av luftföroreningar är 86 SEK/kg för kväveoxider (NO_x), 29 SEK/kg för svaveloxider (SO₂) och 43 SEK/kg för kolväten (VOC) (Trafikverket 2016 kap 11, refererad i Naturvårdsverket 2018, *Prisdatabas samhällsekonomiska schablonvärden*).

Kostnaden för utsläpp av fina partiklar (PM_{2,5}) varierar mycket beroende på vart utsläppen sker och på den befintliga föroreningsgraden i områden (Westh Hansen et al., 2016). Variationen i det uppskattade värdet av utsläpp av PM_{2,5} är därför också stor. Skadekostnaden för utsläpp av PM_{2,5} i tätorter varierar mellan 155 SEK/kg i Tyskland till 13 077 SEK/kg i Sverige (Westh Hansen et al., 2016). I IVL (2014) har en detaljerad studie över hälsoeffekter från PM_{2,5} genomförts och den svenska befolkningens exponering av PM_{2,5} har kvantifierats. Ett genomsnittligt värde för Sverige beräknas till 1 693 SEK/kg utsläpp av PM_{2,5}. Fler värden från flertalet studier finns att hitta i *Multiple benefits of energy renovations of the Swedish building stock* (Westh Hansen et al., 2016).

I kedjesambandet nedan åskådliggörs mervärdena kopplade till energieffektiviserande åtgärder som leder till minskad energianvändning i småhus och därmed minskad energiproduktion, vilka har identifierats i tidigare studier.



Figur 2. Kedjesamband, hälso- och miljöeffekter pga. reducerade utsläpp genom minskad energianvändning

I Tabell 4 visas den samhällsekonomiska kostnaden i kronor per kWh för de lokala luftföroreningarna kväveoxid (NO_x), svaveloxid (SO₂) och fina luftpartiklar (PM_{2,5}). Skattningarna är baserade på uträkningarna i Bilaga 2, vilka har beräknats baserat på tidigare genomförda studier och befintliga schablonvärden för lokala luftföroreningar.

Tabell 4. Samhällsekonomisk kostnad av lokala luftföroreningar (SEK/kWh).

	El	Biobränsle	Fjärrvärme	Olja	Naturgas/stadsgas	Närvärme
NO_x	0,00731	0,02382	0,01462	0,01548	0,01548	0,01462
SO₂	0,00125	0,00104	0,00247	0,00261	0,01566	0,00247
PM_{2,5}	0,04233	0,60754	0,08465	0,01862	0,00169	0,08465

5 ENERGIFÖRSÖRJNING OCH ENERGIPRIS

5.1 Beroende av externa energikällor eller egenproduktion av energi

Genom att producera egen energi, till exempel genom installation av solceller, kan hushållet minska sitt beroende av externa energikällor. Detta medför t.ex. att kostnader förknippade med elavbrott kan undvikas. Studier för att uppskatta hushållens kostnad av elavbrott har genomförts av Kjølle et al., (2008) och Carlsson & Martinsson (2007). Baserat på en norsk kundundersökning om konsumenters värdering av elavbrott och spänningsproblem uppskattar Kjølle et al., (2008) betalningsviljan (WTP) för, och direktvärdet (DW) av, att undvika elavbrott. Kostnaden för en timmes elavbrott för bostadskunder beräknades till 5 NOK/kWh (WTP) respektive 11,5 NOK/kWh (DW).

I Carlsson & Martinssons (2007) artikel har en CV-studie om svenska hushålls betalningsvilja för att undvika strömavbrott gjorts, där de svarande ombedes att ange sin betalningsvilja för 9 olika typer av avbrott. Oplanerade avbrott och osäkerhet kring längden på avbrottet gav en högre betalningsvilja. WTP för att undvika en timmes elavbrott uppskattades till 6,3 SEK för ett planerat avbrott och 9,39 SEK för ett oplanerat avbrott.

Den sammanlagda kostnaden för årliga elavbrott skulle kunna användas som en indikator på mervärdet av minskat beroende av externa energikällor eller egenproduktion av energi.

För att undersöka andra mervärden kopplade till egenproduktion av energi, t.ex. en känsla av trygghet eller stolthet, skulle studier av betalningsviljan för minskat beroende av externa energikällor kunna genomföras. På så sätt kan det ”konstanta” värdet av egenproducerad energi skattas och inte bara det som uppstår genom undvikt av elavbrott.

Ett ökat antal stormar och extrema väderförhållande till följd av klimatförändringarna kan komma att leda till fler driftsbrott exempelvis p.g.a. nedblåsta ledningar. Enligt KBM (2005) gav stormen Gudrun upphov till elavbrott som gjorde att viktig utrustning såsom uppvärmning av bostäder inte fungerade under en lång period. Ett minskat behov av uppvärmning exempelvis genom bättre isolering, ventilation och energieffektiva fönster eller en egenproduktion av el kan minska den här sårbarheten. Fler studier behövs för att värdera dessa mervärden.

5.2 Flexibilitet i val av energikälla

Enligt IVA (2012) har energieffektiviserande åtgärder generellt den positiva följden att beroendet av specifika energikällor minskar. Under de senaste 50 åren har energiförsörjningssystemen förändrats, medan byggnaderna generellt sett består. En ökad flexibilitet i valet av energikälla är därför ett viktigt mervärde för småhusägaren då de politiska och ekonomiska förutsättningarna för olika energiförsörjningssystem kan förändras från år till år. Ett exempel på detta är den ökade efterfrågan på värmepumpar samt oljekonverteringen.

Egenproduktion av energi kan också leda till ökad flexibilitet i valet av energikälla. Inga kvantifieringar av detta mervärde har hittats.

5.3 Känslighet för energiprishöjningar

Det finns endast få studier som syftar till att kvantifiera och monetarisera energieffektiviserande åtgärders påverkan på känslighet för energiprishöjningar. Hellmer et al. (2011) har genomfört en elasticitetsanalys med hjälp av OLS-regression för att undersöka småhusförbrukare av fjärrvärmes priskänslighet. Hypotesen om att småhusförbrukare av fjärrvärme är mer priskänsliga än fjärrvärmeanvändare i flerbostadshus bekräftas. Med en priselasticitet på $-0,48$ uppvisar småhusägaren en nästan dubbelt så hög priskänslighet. Energieffektivisering, och därmed minskat beroende av fjärrvärme, kan förväntas leda till minskad priskänslighet. Studier där försök att monetarisera värdet av den minskade priskänsligheten har emellertid inte identifierats.

6 BOENDEKOSTNAD OCH TILLGÅNGARS VÄRDE

6.1 Månatliga kostnader

En minskning av de månatliga kostnaderna för småhusägaren är ett av de viktigaste mervärdena för att motivera investering i energieffektiviserande åtgärder för småhus. De minskade kostnaderna består av sänkta direkta kostnader till följd av minskat energibehov för uppvärmning och el.

6.2 Andrahandsvärdet av huset

Den så kallade hedoniska prismodellen har använts för att mäta värdet av specifika energieffektiviserande åtgärder. I en studie genomförd av Zürcher Kantonalbank i Zürich undersöktes energieffektiva fönsters inverkan på försäljningspriset av existerande enfamiljshus (Borsani & Salvi 2003, refererad i Jakob 2006). Energieffektiva fönster värderades till 2-3,5 procent av försäljningspriset på befintliga enfamiljshus.

Banfi, Farsi et al., (2008) undersökte betalningsviljan (WTP) hos Schweiziska konsumenter för specifika energibesparande åtgärder. Med hjälp av choice experiment (CE-metoden) värderades hushållens WTP för en specifik åtgärd som dess andel av huspriset. Resultaten visade att hushållens WTP var 4-12 procent för ventilationssystem, 2-7 procent för förbättrad isolering av fasaden och 8-13 procent för energieffektiva fönster.

För att räkna ut värdet i kronor av en specifik energieffektiviserande åtgärd multipliceras procentatsen för respektive åtgärd med det aktuella huspriset. Värdet som fås är vad husägare kan förvänta sig i extra påslag på försäljningspriset av sitt hus om han eller hon investerar i den aktuella åtgärden.

Att boende värderar dessa åtgärder positivt beror på att de skapar en mängd mervärden för husägaren. I betalningsviljestudien av Banfi, Farsi et al., (2008) härleddes den positiva värderingen till mervärden i form av energibesparingar för hushållet, miljönyttor och nyttor kopplat till boendekomfort (termisk komfort, luftkvalitet och bullerskydd). Genom att beräkna olika energieffektiviserande åtgärders värde som procentuell andel av husets pris kan mervärden kopplat till boendekomfort och boendes hälsa således monetariserars (se kapitel 7).

6.3 Tidsåtgång för drift och underhåll

Att minimera tidsåtgång för drift och underhåll av sitt hus är ett viktigt mervärde för många småhusägare. Hur detta kan åstadkommas beror dock på de specifika åtgärderna som görs. I en enkätstudie av Umeå universitet bland småhusägare i norra Sverige undersöktes och identifierades faktorer som påverkar beslut kring energieffektiv renovering av småhus i norra Skandinavien (Energi & miljö, 2018). Ungefär 460 personer deltog i enkätundersökningen som baserades på ett slumpmässigt urval. En majoritet av respondenterna ansåg minskat underhåll som en viktig faktor för beslut om energieffektiviserande renoveringar av sitt hus. För att kvantifiera minskad tidsåtgång kopplat till specifika åtgärder behövs undersökningar för respektive åtgärd och dess inverkan på tidsåtgång för drift och underhåll. Om den sparade tiden används för att istället utföra produktiva sysslor såsom arbete, kan detta sedermera

besmå

*Innovationskluster för
energieffektiva småhus*



värderas enligt den extra lön som tillfaller husägaren samt skatteintäkter. Tiden kan också användas för olika fritidsaktiviteter eller rekreation. Då värderas tiden enligt värdet av aktiviteten.

7 HÄLSA OCH VÄLMÅENDE

7.1 Boendekomfort

Många undersökningar har visat att förbättrad inomhuskvalitet till följd av energieffektiviserade åtgärder leder till förbättrad hälsa och produktivitet (Fisk, 2000). Detta innebär ökade mervärden både i form av ökad boendekomfort och förbättrad hälsa. Eftersom dessa två mervärden är så nära besläktade beskrivs kvantifieringar av både boendekomfort och boendes hälsa i nästa avsnitt.

7.2 Boendes hälsa

Relativt många studier har genomförts i syfte att undersöka energieffektiviserande åtgärders effekt på inomhusklimatet i kontorsbyggnader och efterföljande effekt på arbetsproduktivitet. Allen et al. (2016) undersökte skillnaden i kognitiv funktion, sömnsvårighet och symtom på "sick building syndrome" (ett tillstånd som kännetecknas av t.ex. huvudvärk och andningssvårigheter relaterat till inomhusklimat) av att arbeta i en energieffektiv byggnad med god ventilation jämfört med en konventionell byggnad. I den energieffektiva exponerades personerna för låga halter av labila organiska blandningar och koldioxid. Resultaten visade att personerna som arbetade i en energieffektiv byggnad hade 26 procent högre kognitiv funktion, 6 procent högre sömnkvalitet och 30 procent färre symtom på "sick building syndrome". Dessa mervärden kan värderas monetärt genom att beräkna den ökade arbetsproduktiviteten baserat på arbetstagarnas löner.

Enligt en annan undersökning refererad i Eco-Business (2017) är personer som arbetar i så kallade Green Mark-byggnader i Singapore 60 procent mindre benägna att drabbas av huvudvärk och trötthet än personer som arbetar i vanliga byggnader. Dessutom är 50 procent mindre benägna att drabbas av torr eller kliande hud.

När det gäller småhus kan energieffektiviserande åtgärder tänkas medföra liknande positiva effekter för de boende. För att beräkna mervärdet av dessa effekter i kronor kan betalningsviljestudier genomföras i syfte att ta reda på de boendes betalningsvilja för att undvika huvudvärk, få bättre sömnkvalitet etc.

Dålig inomhusluft har i flera studier visat sig leda till sjukdomar såsom astma, förkylning och influensa, cancer och kardiovaskulär sjukdom, vilket i sin tur medför minskad produktivitet (Thema et al., 2017). En av de huvudsakliga orsakerna bakom dålig inomhusluftkvalitet är otillräckligt luftutbyte i byggnaden och brist på filtreringssystem. För att kvantifiera de negativa hälsoeffekterna till följd av dålig inomhusluftkvalitet kan förlusten av aktiva arbetsdagar beräknas genom att ta hänsyn till en kombination av sjukfrånvaro och arbete med sjukdom. En studie visar t.ex. att en ordentlig ventilationsgrad (dvs. mer än 12 l/s per person) kan minska antalet sjukdagar med 1,2-1,9 dagar per person och år (Carrer, et al. 2012; Mudarri and Fisk 2007, refererad i Thema et al. 2017). Detta kan tolkas som produktivitetsvinst per person och år av denna specifika åtgärd. Genom att uppskatta hur mycket dessa sjukdagar motsvarar i kronor fås även det monetära värdet.

Thema et al. (2017) menar vidare att astma kan leda till både nutida och framtida inkomstbortfall eftersom barn med astma oftare är frånvarande i skolan jämfört med deras friska klasskamrater. Detta innebär inkomstbortfall för föräldern som måste vara hemma

samt negativ inverkan på barnets framtida förmåga att tjäna inkomst eftersom det missar skoldagar. Minimumvärdet av en åtgärd vilken minskar förekomsten av astma hos barn kan värderas i kronor genom att beräkna föräldrarnas eller föräldrarnas inkomstbortfall. Detta är ett minimumvärde då framtida inkomstbortfall för barnet inte inkluderas eller den samhällsliga kostnaden av att föräldern är frånvarande från jobbet.

En annan indikator på kvaliteten av inomhusklimatet är förekomsten av mögelsporer. Davies et al. (2016) genomförde en gedigen litteraturstudie för att hitta belägg för sambandet mellan ventilationsgrad i bostäder och fuktrelaterad respirationshälsa med särskilt fokus på svamptillväxt. Den generella consensusen i litteraturen är att ett samband existerar. Bone et al. (2010) betonar dock risken för försämrad luftkvalitet inomhus (t.ex. ökad radon- och mögelförekomst) och överhettning under värmeböljor till följd av olika åtgärder som minskar energianvändningen. Författarna menar att dessa risker kan ha en betydande effekt på de boendes hälsa och välmående. Enligt Westh Hansen et al. (2016) är detta en risk om renoveringar endast fokuserar på energieffektivitet utan att ta hänsyn till underhållning och förbättring av ventilationssystemet i huset. Davies et al. (2016) och Bone et al. (2010) betonar att fler studier behövs för att undersöka olika energieffektiviserande åtgärders effekt på inomhusklimatet t.ex. mögelförekomst och påföljande hälsoproblem. Det är också nödvändigt för att kunna kvantifiera kostnaden av dessa hälsoeffekter.

Mervärden kopplade till boendes hälsa kan också erhållas genom energieffektiviserande åtgärder som medför bullerreducering. Jakob (2006) undersökte effekten av fönsterbyte för att minska överföringen av yttre buller till interiören i bostadshus. Gamla fönster visade sig minska nivån av externt ljud inne i byggnaden med ca 20-25 dB, medan nya åstadkommer en reducering på 33-35 dB. Även en 38-40 dB minskning var möjligt om en (asymmetrisk) trippelruta används. Detta medför en hyresförlust på 0,6-0,9 procent för varje ytterligare dB.

I Naturvårdsverkets prisdatabas över samhällsekonomiska schablonvärden (2018) finns schablonvärden för kostnaden av vägbuller och järnvägsbuller inomhus. Värdena är en ASEK rekommendation, vilka har värderats med hjälp av en hedonisk prisstudie samt påslag för hälsoeffekter (Trafikverket 2016 kap 11, refererad i Naturvårdsverket 2018, *Prisdatabas samhällsekonomiska schablonvärden*). I nedanstående tabeller redovisas respektive schablonvärde för vägbuller och järnvägsbuller inomhus som marginalkostnaden (SEK/person/år) för ökningen med en dB från föregående dB-nivå.

Tabell 5. Marginalkostnad för väg- och tågtrafik (SEK/person/år).

Bullernivå (dB)	Vägtrafik	Tågtrafik
50	77,5	31
51	164	65
52	251	98,5
53	337,5	132
54	424	166
55	510,5	199
56	597	233
57	684	534
58	804,5	334
59	884,5	362
60	985	409
61	1078	449
62	1178,5	496
63	1278,5	544
64	1372,5	585
65	1465,5	625
66	1566	672
67	1666	719
68	1766,5	767
69	1861,5	809
70	1970	864
71	2063,5	905
72	2164	952
73	2264	999
74	2364,5	1 047
75	2471,5	1 101

Genom att kombinera Jakobs (2006) resultat med Naturvårdsverkets schablonvärden kan minskningen i buller från att byta gamla fönster till nya värderas. Om vi antar en bullernivå på 75 dB från vägtrafik utanför huset innebär gamla fönster en kostnad motsvarande 1 764,5 SEK per boende och år (baserat på en minskning av 20 dB inne i huset av de gamla fönstren).

Om husägaren istället byter ut de gamla fönstren till nya kan den bullerrelaterade kostnaden reduceras till 0 kr per boende och år.

I kedjesambandet nedan åskådliggörs möjliga mervärden kopplade till olika energieffektiviserande åtgärder som leder till ett bättre inomhusklimat och förbättrad hälsa och välmående hos de boende.



Figur 3. Kedjesamband, hälsoeffekter av energieffektiviserande åtgärder

7.3 Känsla för sitt boende

Att kvantifiera förändringen i husägarnas känsla för sitt boende innebär många utmaningar. Ett möjligt alternativ är att mäta betalningsviljan för olika husmärkningar som indikerar att huset är energieffektivt. Borsani & Salvi (2003, refererad i Jakob 2006) använde sig av den så kallade hedoniska prismodellen för att undersöka betalningsviljan för nybyggda enfamiljshus certifierade med den Schweiziska märkningen "Minergie". Märkningen innebär bland annat låg användning av icke-förnybara energikällor och certifieringen genererade ett 9 procent högre försäljningspris.

Det finns även andra typer av märkningar t.ex. den tyska passivhusstandarden. Dessa spelar en viktig pionjärroll då de ger en innovationsstimulerande effekt till arkitekter, producenter och husägare (Jakob, 2006).

8 REKOMMENDATIONER

I den här rapporten har ett första försök till kartläggning av befintliga monetära värderingar av mervärden av energieffektiviserande åtgärder genomförts. Rapporten belyser också var det finns behov av ytterligare kunskap för framtida monetära värderingar. Detta inkluderar exempelvis schablonvärden uttryckta i SEK/kg för den samhällsekonomiska kostnaden, kopplat till lokala hälsoeffekter, av kväveoxid (NO_x), svaveloxid (SO₂) och fina partiklar (PM_{2,5}). I Naturvårdsverkets prisdatabas över samhällsekonomiska schablonvärden (2018) finns endast sådana värden uttryckta i kr/exponeringsenhet, vilka således är svåra att applicera i verktyget för visualisering av mervärdena av energieffektiva småhus.

Ytterligare kunskap är också nödvändig gällande hur olika åtgärder påverkar produktiviteten hos de boende. De studier som finns att tillgå fokuserar främst på ökad produktivitet hos de anställda till följd av t.ex. förbättrad ventilation på kontoret. För att värdera den ökade produktivitet hos de boende pga. energieffektiviserande åtgärder i det egna huset, måste exempelvis minskat antal sjukdagar beräknas och sedan värderas monetärt utifrån den boendes lön. Samtliga fall där data saknas finns sammanfattade i tabell 1.

För fortsatta studier i syfte att kvantifiera och monetarisera de mervärden som kan fås med hjälp av energieffektiviserande åtgärder rekommenderas både primärstudier och djupare litteraturstudier. För vissa mervärden är det nödvändigt att genomföra betalningsviljestudier för att beräkna dess ekonomiska värde. Betalningsviljestudier kan nämligen fånga icke-användarvärden, exempelvis känslan av trygghet eller stolthet.

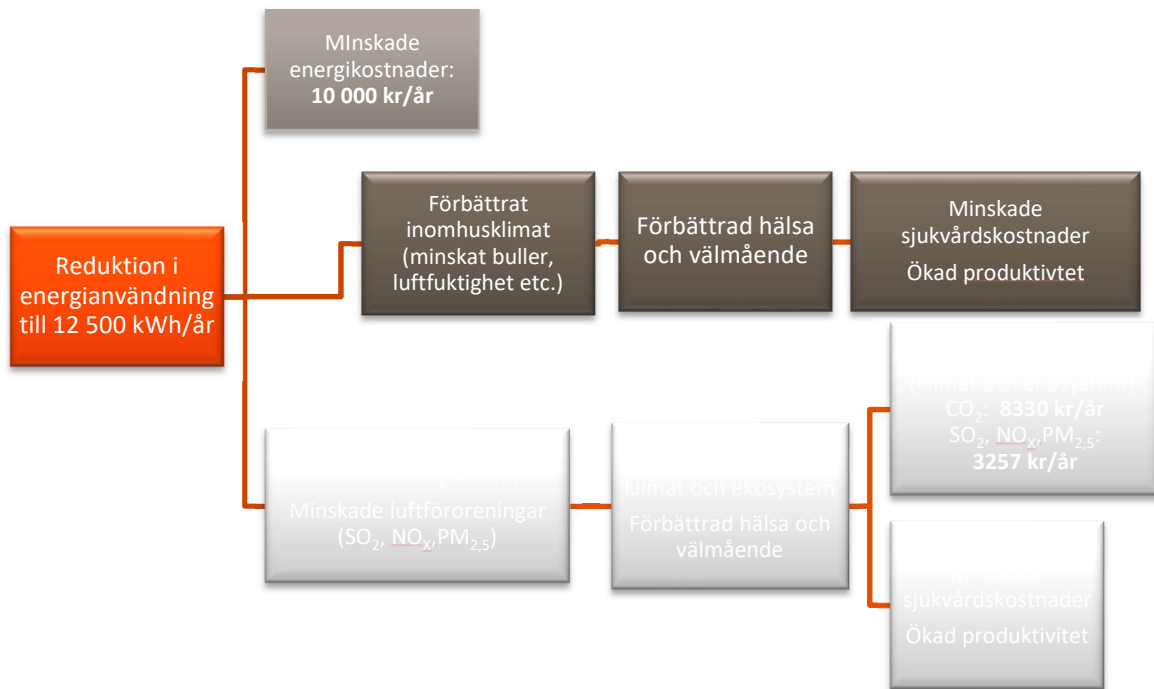
BILAGA 1 EXEMPEL KEDJESAMBAND

Exempel på kedjesamband av energieffektiviserande åtgärder som leder till 50 procent reduktion i energianvändning per år (12 500 kWh/år):

Genom att bygga energieffektiva hus eller investera i energieffektiviserande åtgärder kan den årliga energianvändningen minskas, vilket bidrar till flera mervärden. Tidigare studier föreslår att energianvändningen i Sveriges småhus kan reduceras med nästan 50 procent per år med hjälp av omfattande energieffektiviserande åtgärder såsom byte av gamla fönster, nytt ventilationssystem, nya termostater och förbättrad fasadisolering (Westh Hansen et al., 2016). En halvering av den årliga energianvändningen till 12 500 kWh/år för ett småhus för med sig viktiga direkta och indirekta mervärden för de boende och samhället i stort utöver reduktionen av årliga energikostnader. Exempel på indirekta mervärden är reduktion av luftföroreningar och koldioxidutsläpp till följd av minskad energiproduktion. Detta förbättrar befolkningens hälsa och välmående samtidigt som energisektorns klimatpåverkan minskar, vilket är positivt ur ett globalt perspektiv. Att färre personer påverkas av luftföroreningar leder också till ytterligare samhällsliga värden i form av minskade sjukvårdskostnader. Exempel på direkta mervärden för den enskilda småhusägaren är förbättrat inomhusklimat som en effekt av energieffektiviserande åtgärder såsom nya fönster, förbättrad isolering och ventilation. Ett bra inomhusklimat minskar risken för astma, förkylning, trötthet, kardiovaskulär sjukdom, eksem och en mängd andra negativa hälsoåkommor. Även detta bidrar till minskade sjukvårdskostnader samt ökad produktivitet hos befolkningen.

Nedanstående kedjesamband visar ett urval av de olika mervärden som en halvering av energianvändningen i ett småhus bidrar till. Försök att värdera några av dessa har gjorts genom att överföra värden och beräkningar från tidigare studier (Westh Hansen et al., 2016; Naturvårdsverket 2018, *Prisdatabas samhällsekonomiska schablonvärden*). Se Bilaga 2 för detaljerade källhänvisningar. Fördelningen av energikällor i energimixen baseras på Energimyndighetens Energistatistik för småhus (2016). CO₂eq/kWh baseras på ett medelvärde (år 2005-2009) av växthusgasutsläpp från nordisk elproduktion och -distribution med hänsyn tagen till brutto/-import och -export (IVL, 2012). Medelvärdet gäller förbränningsemissioner och uppgår till 116,1 g CO₂eq/kWh. Besparingen i energikostnader baseras på energipriset 0,80 SEK/kWh.

Det totala värdet av de monetariserade mervärdena är 21 587 SEK/år. Värdet inkluderar endast en liten del av det totala värdet av alla mervärden som erhålls genom en minskad energianvändning per år till 12 500 kWh med hjälp av de föreslagna åtgärderna.



Figur 1. Kedjesamband, reduktion i energianvändning till 12 500 kWh/år genom energieffektiviserande åtgärder såsom byte av gamla fönster, nytt ventilationssystem, nya termostater och förbättrad fasadisolering

BILAGA 2

TABELL 6. SCHABLONVÄRDEN FÖR SAMHÄLSEKONOMISK KOSTNAD AV LOKALA LUFTFÖRORENINGAR.

Luftförorening	SEK/kg
NO _x	86
SO ₂	29
PM _{2,5}	1693

Källa: Schablonvärdet för svaveloxider och kväveoxider gäller regionala effekter och är hämtat från Trafikverket (2016) kap 11, refererad i Naturvårdsverket (2018), *Prisdatas samhällsekonomiska schablonvärden*. Värdet för fina partiklar är ett genomsnittsvärde för Sverige hämtat från IVL (2014), refererad i Malmquist (2016).

TABELL 7. EMISSIONSFAKTORER FÖR OLIKA ENERGIKÄLLOR (KG/KWH).

	NO _x	SO ₂	PM _{2,5}
El ¹	0,000085	0,000043	0,000025
Biobränsle	0,000277	0,000036	0,000379
Fjärrvärme ²	0,000170	0,000085	0,000050
Olja	0,000180	0,000090	0,000011
Naturgas/stadsgas	0,000180	0,000540	0,000001
Närvärme ³	0,000170	0,000085	0,000050

¹antag hälften värmekraft och hälften kärnkraft

²vägt medelvärme

³antag samma vägda medelvärde som för fjärrvärme

Källa: Emissionsfaktorer är överförda från Naturvårdsverket (2016), refererad i Malmquist (2016).

REFERENSER

- Allen, J. G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., Spengler, J. D. (2016). Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments. *Environmental Health Perspectives* 124 (2016).
- Banfi S., Farsi M., Filippini M., and Jakob M. (2008). Willingness to Pay for Energy-Saving Measures in Residential Buildings. *Energy Economics*, vol. 30(2), ss. 503-16.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.06.001>
- Bone, A., Murray, V., Myers, I., Dengel, A., Crump, D. (2010). Will drivers for home energy efficiency harm occupant health? *Perspectives in Public Health*, vol. 130 (5).
- Carlsson, F. & Martinsson, P. (2007). Willingness to Pay among Swedish Households to Avoid Power Outages: A Random Parameter Tobit Model Approach. *The Energy Journal*, vol. 28 (1).
<https://www.jstor.org/stable/41323083>
- Davies, M., Ucci, M., McCarthy, M., Oreszczyn, T., Ridley, I., Mumovic, D., Singh, J., Pretlove, S. (2016). A Review of Evidence Linking Ventilation Rates in Dwellings and Respiratory Health – A Focus on House Dust Mites and Mould. *International Journal of Ventilation*, vol. 3 (2).
<https://doi.org/10.1080/14733315.2004.11683911>
- Eco-Business (2017). People are less likely to fall sick in green buildings, study finds. *International Green Building Conference 2017, Eco-Business*. <http://www.eco-business.com/news/people-are-less-likely-to-fall-sick-in-green-buildings-study-finds/> [2018-11-21]
- Eneri & miljö (2018). Så ser småhusägare på energieffektivisering när de ska renovera <http://www.energi-miljo.se/tidningen/sa-ser-smahusagare-pa-energieffektivisering-nar-de-ska-renovera> [2018-12-03]
- Fisk, W. J. (2000). Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 25. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.537>
- Hellmer, S. (2011). Är du lönsam lilla småhus? Användarflexibilitet och lönsamhet för fjärrvärme i flerbostadshus och småhus, en tvärsnittsanalys. *Ekonomisk Debatt*, vol. 39 (3).
- International Energy Agency (2014). *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*.
- IVA (2012). *Energieffektivisering av Sveriges flerbostadshus - Hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning till 2050*. Stockholm: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien.
<https://www.iva.se/globalassets/rapporter/ett-energieffektivt-samhalle/201206-iva-energieffektivisering-rapport1-fi.pdf>
- IVA & Sveriges Byggindustrier (2014). *Klimatpåverkan från byggprocessen*. Stockholm: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien. <https://www.iva.se/globalassets/rapporter/ett-energieffektivt-samhalle/201406-iva-energieffektivisering-rapport9-ii.pdf> [2018-11-21]
- IVL (2014) *Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts in Sweden 2010*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- IVL (2012). *Emissionsfaktor för nordisk elproduktionsmix*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. <https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b7669/1445517637082/B2118.pdf>
- Jakob, M. (2006). Marginal costs and co-benefits of energy efficiency investments: The case of the Swiss residential sector. *Energy Policy*, vol. 3 (2). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.08.039>

- KBM (2005). Krishantering i stormens spår. Sammanställning av myndigheternas erfarenheter. Krisberedskapsmyndigheten, Dnr: 0257/2005 www.krisberedskapsmyndigheten.se
- Korsholm, U. S., Amstrup, B., Boermans, T., Sørensen, J. H., Zhuang, S. (2012). Influence of building insulation on outdoor concentrations of regional air-pollutants. Atmospheric Environment, vol. 54. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.01.052>
- Kjølle, G. H., Member, IEEE, Samdal, K., Singh, B., Kvitastein, O. A. (2008). Customer Costs Related to Interruptions and Voltage Problems: Methodology and Results. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 23 (3). <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2008.922227>
- Levy, J. I., Woo, M. K., Penn, S. L., Omary, M., Tambouret, Y., Kim, C. S., Arunachalam, S. (2016). Carbon reductions and health co-benefits from US residential energy efficiency measures. Environmental Research Letters, vol. 11 (3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/034017>
- Naturvårdsverket (2018). Prisdatabas samhällsekonomiska schablonvärden 2018-02-20.
- Naturvårdsverket (2017). Utsläpp av växthusgaser från uppvärmning av bostäder och lokaler. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-uppvarmning-av-bostader-och-lokaler/> [2018-11-26]
- Söderqvist, T., Wallström, J. (2017). Bakgrund till de samhällsekonomiska schablonvärdena i miljömålsmyndigheternas gemensamma prisdatabas. Stockholm: Anthesis Enveco AB, Rapport 2017:8.
- Thema, J., Suerkemper, F., Thomas, S., Teubler, J., Couder, J., Chatterjee, S., Ürge-Vorsatz, D., Bouzarovski, S., Mzavanadze, N. (2017). More than energy savings: quantifying the multiple impacts of energy efficiency in Europe. ECEEE 2017 Summer study – Consumption, Efficiency & Limits.
- Trafkverket (2016). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0. Borlänge: Trafkverket. www.trafkverket.se/asek
- Westh Hansen, M. B., Stefansdotter, A., Freimane, M., Klevnäs, P., Næss-Schmidt, H. S. (2016). Multiple benefits of energy renovations of the Swedish building stock. Stockholm: Copenhagen Economics.