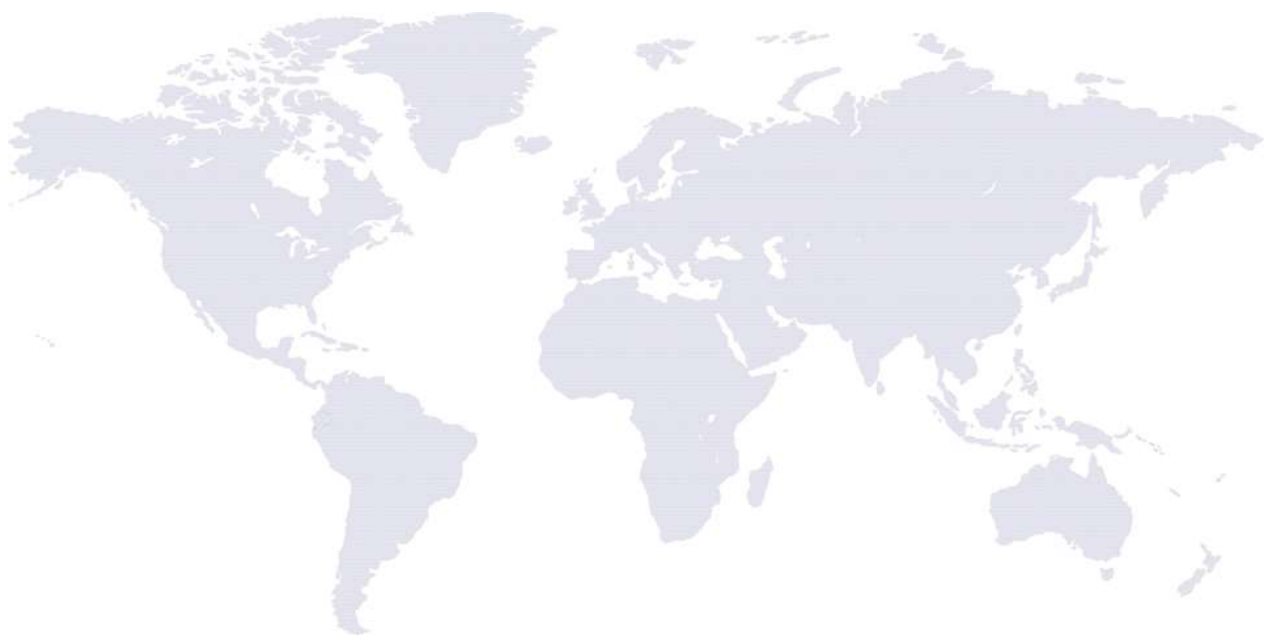




# Omvärldsbevakning - mervärden av energieffektivisering





# Omvärldsbevakning - mervärden av energieffektivisering

Agneta Persson, Frida Franzén och Jenny  
Wallström

Anthesis Enveco AB

SLUTRAPPORT 2017-12-11

Rapport 2017:10

[www.anthesisenveco.se](http://www.anthesisenveco.se)



# INNEHÅLL

SAMMANFATTNING.....	6
INLEDNING.....	8
Omfattning.....	8
Metod.....	8
LITTERATUR – SAMMANFATTNINGAR PÅ SVENSKA.....	9
1. Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency (International Energy Agency, 2014).....	9
2. More than energy savings: quantifying the multiple impacts of energy efficiency in Europe (Thema et al., 2017).....	9
3. Productivity impact from multiple impact perspective (Chatterjee and Ürge-Vorsatz, 2017).....	11
4. A comprehensive indicator set for measuring multiple benefits of energy efficiency (Reuter et al., 2017).....	11
5. Willingness to Pay for Energy-Saving Measures in Residential Buildings (Banfi et al., 2005).....	12
6. Buildings and the 5th Carbon Budget (Guertler och Rosenow, 2016).....	13
7. Measuring multiple impacts of low-carbon energy options in a green economy context (Ürge-Vorsatz et al., 2016).....	13
8. Unlocking Britain’s First Fuel: The potential for energy savings in UK housing (Rosenow et al., 2017).....	15
9. Contributing to a green energy economy? A macroeconomic analysis of an energy efficiency program operated by a Swiss utility (Yushchenko and Patel, 2016).....	15
10. How carbon tax could contribute to greater CO <sub>2</sub> and electricity savings in Switzerland (Yushchenko and Patel, 2017).....	16
11. 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 (Allen et al., 2016).....	16
12. Value Impacts of Energy Efficiency Retrofits on Commercial Office Buildings in Toronto, Canada (Carlson, 2015).....	16
13. People are less likely to fall sick in green buildings, study finds (Eco-Business, 2017).....	16
14. Multiple benefits of energy renovations of the Swedish building stock (Westh Hansen et al., 2016).....	17
15. Adapting an English methodology to assess health cost benefits of upgrading energy inefficient French dwellings (Ezratty et al., 2017).....	17
16. Jordbruksverkets prisdatabas (Söderqvist et al., 2017).....	18
REFERENSER.....	20
Personliga kontakter och e-post.....	20
Litteratur.....	20

## SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar en omvärldsbevakning avseende mervärden för energieffektivisering. Syftet är att beskriva vilka satsningar och ansatser som pågår för att bedöma, beräkna, kvantifiera och visualisera mervärden av energieffektivisering både nationellt och internationellt. Utgångspunkten har varit de 15 kategorier av mervärden som tas upp i Energimyndighetens verktyg för visualisering av mervärden av energieffektivisering (Brandt, 2017). Ämnet är komplext och ämnesområdet stort, eftersom varje mervärdeskategori kan innebära flera olika effekter, som i sig kanske måste kvantifieras med hjälp av separata metoder och kan kopplas till olika indikatorer. Dessutom kan effektkedjor för hur energieffektiviseringen påverkar det mervärde som ska kvantifieras göras på olika sätt. Schablonvärden för en del av effekterna kan också hittas inom kunskapsområden och discipliner som inte är direkt kopplade till energi (t.ex. effekter på hälsa och välbefinnande).

Omvärldsbevakningen har gjorts med hjälp av litteratursökning kompletterat med e-post och personliga kontakter med nyckelpersoner. I litteraturen som granskats har exempel på visualisering av mervärden i helhet förekommit i mycket begränsad omfattning, annat än för enskilda mervärden (t.ex. genom diagram). Genomgången tar även upp aktuella schablonvärden som tagits fram inom Sverige specifikt, som kan användas för att göra monetära beräkningar av vissa mervärden. Mervärden av energieffektivisering kan uppkomma på individuell, lokal, nationell och global nivå. De flesta artiklar och rapporter i denna studie berör effekter på nationell nivå. De artiklar och rapporter som ansetts vara relevanta för att vidareutveckla verktyget beskrivs kortfattat i denna rapport. Tabell 1 visar de 15 mervärdeskategorierna och vilka artiklar/rapporter som gjort ansatser för att kvantifiera/monetarisera mervärdena eller som innehåller utförliga metodbeskrivningar. Samtliga sammanfattade artiklar och rapporter är numrerade och hänvisas till i Tabell 1.

**Tabell 1:** Artiklar/rapporter där ansatser gjorts, eller metoder beskrivits, för att kvantifiera/monetarisera de mervärde-kategorier som tas upp av Brandt (2017).

<b>Kategori</b>	<b>Kvantifiering/monetär värdering</b>	<b>Metodbeskrivning</b>
Energibesparing	4, 6, 8, 14	1, 7,
Försörjningstrygghet	14	1, 2, 4
Hälsa och välbefinnande	4, 2, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 15, 16	1, 2, 4, 7
Resurshantering	2	1, 2, 4, 7
Växthusgasutsläpp	4, 6, 8, 14, 16	1, 2, 4, 7
Luftföroreningar	4, 6, 8, 16	1, 2, 4, 7
Energipris		1, 7
Energileverans	4	1, 7
Industriell produktivitet	2, 4	1, 3, 4, 6, 7
Sysselsättning	2, 6, 9, 10	1, 2, 4, 7
Värdet av tillgångar	12	1, 4, 7
Offentliga sektorns budget	4	1, 2, 4, 7
Disponibel inkomst	4	1, 4, 7
Makroekonomisk påverkan	2, 4, 6, 8, 9, 10	1, 4, 7
Fattigdomsbekämpning	4	1, 4, 7

# INLEDNING

## Omfattning

I ett tidigare uppdrag åt Energimyndigheten utvecklades ett verktyg för att bedöma mervärden som uppstår på individuell, lokal och nationell nivå vid ett energieffektiviseringsprojekt (Brandt, 2017). Verktyget är främst framtaget för offentliga aktörer, och togs fram under ledning av Kristina Landfors (WSP) och Agneta Persson (Anthesis Enveco, då WSP) under 2016. Frågan om energieffektiviseringens mervärden är fortfarande högaktuell och mycket arbete pågår kring dessa frågor både i Sverige och internationellt. För att bedöma om, och i så fall på vilket sätt, Energimyndigheten ska vidareutveckla det befintliga verktyget erfordrades en förstudie. Denna rapport, som utgör en delredovisning av förstudien, redovisar en omvärldsanalys som beskriver vilka satsningar och ansatser som pågår för att bedöma, beräkna, kvantifiera och visualisera mervärden av energieffektivisering både nationellt och internationellt.

## Metod

Omvärldsbevakningar har genomförts med hjälp av litteraturstudie, e-post och personliga kontakter med energieffektiviseringsexperter från Belgien, Frankrike, Schweiz, Storbritannien, Sverige och Tyskland. Sökningen av relevant litteratur och rapporter för studien har varit kombinationer av följande nyckelord:

- Mervärden
- Energieffektivisering
- Visualisering
- Multiple benefits
- Energy efficiency
- Multiple impacts
- Co-benefits
- Visualization
- Cost-benefits analysis
- Quantification
- Monetarization

För att avgränsa studien har artiklar och rapporter där mervärden för energieffektivisering har visualiserats, kvantifierats och/eller värderats monetärt prioriterats, och därefter artiklar eller rapporter där metoder för kvantifiering och monetär värdering av mervärden beskrivits. Sökningen har inte begränsats till någon specifik nivå (såsom lokal, nationell) eller land.



## LITTERATUR – SAMMANFATTNINGAR PÅ SVENSKA

### 1. Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency (International Energy Agency, 2014)

Rapporten om mervärden av energieffektivisering går grundligt igenom olika aspekter av mervärden, samt gör en kategorisering som många andra artiklar och arbeten har utgått ifrån. Därför är denna rapport central i arbetet med att också kvantifiera mervärden. Författarna menar att kvantifiering av mervärden är viktigt för att få en mer rättvis bild av värdet för energieffektiviserande projekt och åtgärder, vilket idag underskattas eftersom mervärden oftast sätts till noll i kostnadsnyttokalkyler. Det finns både direkta och indirekta mervärden, och dessa är också olika i karaktär och kräver olika metoder för att kvantifieras. Eftersom det oftast handlar om värden (varor) utan en faktisk marknad med marknadsvärden, så behöver man använda metoder som relaterar till existerande marknader eller modellera och estimerar värden på andra sätt. Rapporten går igenom en rad olika metoder som kan användas för att monetarisera mervärden samt ger en guide i form av ett beslutsträd för att bestämma metod för det mervärde som ska värderas ekonomiskt. Rapporten ger en bra överblick över metoder för värdering av mervärden, tar upp och refererar till konkreta exempel där detta gjorts, men är skriven på en generell nivå och innehåller således inte några beräkningar eller schablonvärden för effekter.

### 2. More than energy savings: quantifying the multiple impacts of energy efficiency in Europe (Thema et al., 2017)

Artikeln diskuterar lämpliga metoder för analys av mervärden av energieffektiviseringsåtgärder och beskriver vilka metoder som kommer att användas i EU Horizon 2020-projektet COMBI. Syftet med projektet är att beräkna värdet av de effekter som ett genomförande av EUs energieffektivitetspotential förväntas ge år 2030. Artikeln diskuterar också utmaningar med kvantifiering av mervärden (t.ex. val av grundscenario, additionalitet och distributionsfrågor) och aggregering av effekter (t.ex. interaktioner och dubbelräkning) samt hur projektet hanterar dem. Tabell 2 visar vilka effekter som behandlas inom projektet och hur de kvantifieras.

**Tabell 2:** Sammanfattning av hur olika mervärden av energieffektivisering kvantifieras inom projektet COMBI (Thema et al., 2017).

Mervärde	Metod för kvantifiering
Minskade luftföroreningar (och dess effekter på hälsa, ekosystem/grödor och byggnader)	Är tänkt att beräknas med hjälp av GAINS-modellen (som är det mest avancerade verktyget för att bedöma effekterna av luftföroreningar i EU). Beräkningarna är inte genomförda ännu.

<p>Förbättrad social välfärd (disponibel inkomst, komfort, hälsa och produktivitet)</p>	<p>De sektorer som är relevanta är byggnader och transport. En andel av den totala sjukdomsbördan i ett land kopplas till särskilda faktorer och till en viss typ av exponering och risk. Den enda effekt som har kvantifierats inom projektet är minskat antal dödsfall orsakade av köld inomhus. Övriga effekter är ännu ej beräknade.</p>
<p>Skydd av biotiska och abiotiska resurser</p>	<p>Utvinnningen av naturresurser leder till miljöpåverkan såsom förlust av biologisk mångfald och utsläpp till luft, vatten och mark. Den ekonomiska värderingen av effekterna från utvinningen baseras på direkta och indirekta kostnader för metaller och fossila bränslen. På grund av att genomsnittliga kostnader från råvaruutvinning inte kunde hittas i litteraturen, baseras direkta kostnader för material på marknadspriser på metaller och bränslen i form av varor. Indirekta kostnader baseras på schablonvärden som finns i en databas som kallas Oiconomy. Endast delar av beräkningarna har genomförts.</p>
<p>Produktivitet - förlust av aktiva dagar, möjlighet att tjäna pengar, prestation</p>	<p>Förlust av aktiva arbetsdagar har kvantifierats genom att ta hänsyn till en kombination av sjukfrånvaro och arbete med sjukdom. Dålig inomhusluft kan leda till sjukdomar såsom astma, vilket kan påverka produktiviteten. Installation av ett effektivt ventilationssystem med filtrering i en lufttät byggnad kan minska sjukdagar med 1,2–1,9 dagar per person och år enligt studier. Vård av barn (p.g.a. sjukdomar kopplade till inomhusmiljö) är ett exempel på hur investeringar i energieffektiviseringsåtgärder kan påverka produktiviteten och föräldrarnas möjlighet att tjäna pengar.</p> <p>Prestation mäter mängden arbetsinsats per timme (för alla anställda) efter att ha genomfört energieffektiviseringsåtgärder. Studier visar att om man förbättrar inomhusluftkvaliteten och termisk komfort kan en persons produktivitet förbättras. Att växla till en energieffektiv byggnad kan ge 2,02 extra arbetstimmar per person och år.</p>

Makroekonomi (sysselsättning, ekonomisk tillväxt och offentlig budget)	Makroekonomiska effekter är antingen konjunkturella (kortsiktiga) eller strukturella (långsiktiga). I COMBI kvantifieras konjunkturella effekter med hjälp av en modell som kombinerar en input-output-modell med Keynesianska multiplikatorer. Modellen besvarar följande frågor: Vad är storleken på den extra aggregerade efterfrågan som energieffektiviseringsåtgärden kan skapa? I vilken utsträckning kommer denna aggregerade efterfrågan att leda till en ökning av BNP och sysselsättning, snarare än att förflytta resurser (arbete och kapital) mellan sektorer? För de strukturella, långsiktiga, effekterna används en allmän jämviktsmodell som inkluderar kostnader för koldioxidminskningar, prisförändringar på fossila bränslen, förändring i import/export och sektorförändringar.
Energisystem, Energisäkerhet	Värderas och monetariseras genom en modellbaserad scenarioanalys. Energisystemrelaterade effekter värderas baserat på den kostnad för infrastruktur som undviks genom effektiviseringar.

### 3. Productivity impact from multiple impact perspective (Chatterjee and Ürge-Vorsatz, 2017)

Detta är en del i COMBI-projektet. Författarna föreslår metoder för att kvantifiera och monetärt värdera produktivitet kopplat till energieffektivisering. Med produktivitet avses här kategorierna *förlust av aktiva dagar*, *prestation* och *möjlighet att tjäna pengar* (samma definitioner som i artikel 2). Monetär värdering av hälsoeffekter kan vara kontroversiellt. För att hantera detta rekommenderar författarna att använda fysiska enheter som ett första steg för att kvantifiera effekterna på produktiviteten. Därefter kan monetära värden härledas utifrån det. Till exempel kan förluster av antal aktiva dagar först beräknas och därefter värderas med hjälp av dagslön.

### 4. A comprehensive indicator set for measuring multiple benefits of energy efficiency (Reuter et al., 2017)

Resultaten från COMBI-projektet har använts för att skapa ett verktyg för att bedöma mervärden av energieffektiviseringar i det så kallade ODYSSEE-MURE-projektet. Verktyget består av 20 indikatorer, uppdelade i tre kategorier - ekologiska, sociala och ekonomiska mervärden. Tanken är bland annat att applicera verktyget på länder i Europa för att kunna jämföra utvecklingen i olika länder. Alla mervärden i Tabell 3 kvantifieras i verktyget, men alla värderas inte monetärt.

**Tabell 3:** Indikatorer som används för bedömning av mervärden av energieffektivisering i ett verktyg inom projektet ODYSSEE-MURE (Reuter et al., 2017).

Kategori	Mervärde	Indikator
Ekologiska	Energieffektivisering	Årliga energieffektivisering
	Minskad användning av fossila bränslen	Förlängning av tid för användningen av fossila bränslen
	Påverkan på mål om förnybar energi	-
	Växthusgaser	Årliga minskningar av koldioxidutsläpp relaterade till energieffektivisering
	Lokala luftföroreningar	Utsläppsfaktorer för att undvika lokala luftföroreningar
Sociala	Fattigdomsbekämpning	Besparingar pga. lägre hushållsutgifter för energi
	Hälsa och välbefinnande	Effekter kopplade till hälsoeffekter
Ekonomiska	Disponibel hushållsinkomst	Andel energikostnader av hushållsinkomsten
	Innovationseffekter	Patentindikatorer
	Konkurrens	Utrikeshandel med energieffektiva varor/produkter
	Omsättning av energieffektiva varor/produkter	Produktionsstatistik
	Påverkan på BNP	Effekten av energieffektivisering på BNP-tillväxt
	Sysstelsättning	Input/Output-analys
	Påverkan på energipriser	Priselasticitet
	Offentlig budget	Statlig inkomst från sysstelsättning relaterat till energieffektivisering
	Industriell produktivitet	Semikvantitativ värdering av effekter
	Tillgångar	Värdering av byggnader och företag kopplade till energieffektivitet
	Energisäkerhet A	Importberoende
	Energisäkerhet B	Påverkan på mångfald av leverantörer
	Integration av förnybara energikällor	Efterfrågan i landet

## 5. Willingness to Pay for Energy-Saving Measures in Residential Buildings (Banfi et al., 2005)

Syftet med studien är att undersöka konsumenternas betalningsvilja för energieffektiviserande åtgärder i bostadshus i Schweiz. Åtgärderna omfattar ventilation och isolering av fönster och fasader. Två grupper av respondenter bestående av 163 lägenhetsboende och 142 husägare blev ombudade att välja mellan status quo och olika hypotetiska scenarier kopplade till deras bostäder. Resultaten visar att nyttan med energieffektiviserande åtgärder är betydande för konsumenterna. Nyttorna inkluderar privata energibesparingar, miljönyttor, termisk komfort, luftkvalitet och bullerskydd.

## 6. Buildings and the 5th Carbon Budget (Guertler och Rosenow, 2016)

Rapporten undersöker kostnader och nyttor för tre scenarier med olika ambitiösa mål för att minska utsläppen av CO<sub>2</sub> genom energieffektivisering av bostäder i Storbritannien. Resultatet visar att nyttorna är större än kostnaderna i alla tre scenarier. Tabell 4 visar vilka mervärden som har beaktats och huruvida de har kvantifierats eller inte.

**Tabell 4:** Mervärden av energieffektiviseringar av bostäder i Storbritannien som beskrivits eller kvantifierats av Guertler och Rosenow (2016)

Mervärde	Kvantifierats
Kostnadsbesparingar för energi	Ja
Hälsa	Ja
Komfort	Ja
Tillgångar	Nej
Drift och underhåll	Nej
Ökad produktivitet bland anställda	Nej
Andra resursbesparingar	Nej
Undvikande av investeringar i infrastruktur	Ja
Minskat behov av energireserv	Ja
Riskreducering	Nej
Undvikande av kostnad för utsläppsrätter	Nej
Minskning av växthusgasutsläpp	Ja
Luftkvalitet	Ja
Sysselsättning	Ja
BNP	Delvis
Energisäkerhet	Delvis
Skatteförmåner	Delvis

## 7. Measuring multiple impacts of low-carbon energy options in a green economy context (Ürge-Vorsatz et al., 2016)

Syftet med artikeln är att ge en metodisk verktygslåda för utvärdering av energieffektiviseringsåtgärder. Författarna diskuterar hur man integrerar bedömningen av mervärden i traditionella kostnads-nyttoanalyser på ett metodiskt och teoretiskt konsekvent sätt. Enligt studien saknas idag lämpliga metoder som redogör för alla effekter och undviker över- och undervärdering. Tabell 5 sammanfattar de vanligaste metoderna för att beskriva mervärden av energieffektiviseringsåtgärder.

**Tabell 5:** Sammanfattning av de vanligaste metoderna för att beskriva mervärden i kvantitativa och monetära termer. Baserat på Barbier (2007), Bateman et al. (2011), Boardman et al. (1996), International Energy Agency (2014), Pearce et al. (2006), Sculpher (2001), Ürge-Vorsatz et al. (2014). Från Ürge-Vorsatz et al. (2016).

<b>Mervärde</b>	<b>Metod för kvantifiering</b>
Syssetsättning	Allmän jämviktsmodell Input/Output-modeller Makro-ekonometriska modeller Partiell jämviktsanalys Friktionskostnadsmetoden
Industriell produktivitet	Kvalitativa metoder (fallstudier, fokusgrupper, intervjuer och undersökningar)
Makroekonomiska effekter	Allmän jämviktsmodell Input/Output-modeller Makro-ekonometriska modeller Partiell jämviktsanalys
Disponibel hushållsinkomst	Allmän jämviktsmodell CBA - besparingar i energiförbrukning kontra kostnader för investeringar i energieffektivisering
Tillgångar	Marknadpriser/skuggpriser CBA - Skadestod som undviks/skadestodsfunktioner för påverkan på fysisk miljö
Hälsa och välbefinnande	Hälsokonsekvensbedömning och regressionsanalys Olika värderingsmetoder: Revealed preference methods Stated preference methods (t ex contingent valuation) Kostnad för sjukdom / Kostnad för behandling av sjukdom Humankapitalmetoden: Förlorade arbetsdagar/lön eller förlorad produktivitet Averting behaviour method (utgifter för att undvika negativa effekter) Defensive expenditure method (utgifter för att minimera skador, t ex försäkring)
Energileverans Energisäkerhet	Kostnadseffektivitetsanalys Uppskattning av makroekonomiska externa kostnader för energiimport Stated preferences (contingent valuation)
Offentlig budget	Energikartläggning för minskning av energikostnaden för den offentliga sektorn Multiplikatoreffekter pga skatteförändringar Computable General Equilibrium-modeller Input/Output-modeller
Fattigdomsbekämpning	Makroekonometriska modeller Input/Output-modeller Makroekonometriska modeller Allmän jämviktsmodell CBA - besparingar i energiförbrukning kontra kostnader för investeringar i energieffektivisering
Energipris	Allmän jämviktsmodell Makroekonometriska modeller

Energibesparing	Partiell jämviktsanalys Energikartläggning Bottom-up energimodeller
Växthusgaser	Integrated Assessment Models Energikartläggning Integrated Assessment Models Bottom-up energimodeller
Resurser	Livscykelanalys Marknadpriser / skuggpriser (för resurser såsom vatten, timmer, mark) Integrated Assessment Models
Luftföroreningar	Miljökonsekvensbeskrivning Livscykelanalys Olika värderingsmetoder: Revealed preference methods (t ex hedoniska priser) Stated preference methods (t ex contingent valuation) Integrated Assessment Models
Ekosystem och biodiversitet	Miljökonsekvensbeskrivning Livscykelanalys Olika värderingsmetoder: Produktionsfunktionsmetoden Revealed preference methods (t ex resekostnadsmetoden) Stated preference methods (t ex contingent valuation) Skadekostnad som undviks / skadekostnadsfunktioner Restaurering / ersättningskostnad Integrated Assessment Models Miljökonsekvensbeskrivning

### 8. Unlocking Britain's First Fuel: The potential for energy savings in UK housing (Rosenow et al., 2017)

Rapporten undersöker potentialen för energieffektivisering i brittiska bostäder. I ett scenario där åtgärder som bedömts kostnadseffektiva genomförs fram till år 2035 uppskattas nettovärdet till 7,5 miljarder pund. De nyttor som värderas är komfort, luftkvalitet, utsläpp, energianvändning. Om man även räknar in mer osäkra mervärden, såsom effekter på BNP, uppskattas nyttan vara betydligt högre.

### 9. Contributing to a green energy economy? A macroeconomic analysis of an energy efficiency program operated by a Swiss utility (Yushchenko and Patel, 2016)

Studien utvärderar effekterna på BNP och sysselsättningen av två energieffektiviseringsprogram i Schweiz genom en input/output-modell. Både effekter av investeringar och energieffektivisering utvärderas. Resultaten visar att energieffektiviseringsprogram kan ha positiva effekter på BNP och sysselsättning. Till exempel visar resultaten att varje krona spenderad inom energieffektiviseringsprogrammet ökar BNP med ca 0,2 kr jämfört med referensscenariot.



#### 10. How carbon tax could contribute to greater CO<sub>2</sub> and electricity savings in Switzerland (Yushchenko and Patel, 2017)

Schweiz har ambitiösa mål för minskning av koldioxidutsläpp, och en kolskatt är ett av de viktigaste instrumenten för att uppnå dem. För närvarande används ca 30 % av koldioxidinkomsterna för att finansiera program för energieffektivisering och förnybar energi medan 70 % fördelas till energianvändarna. Att använda skatteintäkterna för att investera i energieffektiva åtgärder möjliggör, enligt studien, inte bara en betydande minskning av koldioxidutsläppen eller efterfrågan på el, utan också leda till andra positiva socioekonomiska effekter. Koldioxidbesparande program kan leda till cirka 40 % högre BNP och 60 % högre sysselsättning jämfört med en situation där CO<sub>2</sub>-skatteintäkterna används för allmänna hushållsbehov. När det gäller eleffektiviserande program är de respektive värdena cirka 10 % BNP-ökning och cirka 25 % högre sysselsättning.

#### 11. 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 (Allen et al., 2016)

Studien undersöker hälsoeffekterna av att arbeta i en energieffektiv byggnad med god ventilation jämfört med en konventionell byggnad. Resultaten visar att personer som arbetar i en energieffektiv byggnad hade 26 % högre kognitiv funktion, 6 % högre sömnkvalitet och 30 % färre symtom på "sick building syndrome" (ett tillstånd som kännetecknas av huvudvärk och andningssvårigheter orsakad delvis av dålig ventilation).

#### 12. Value Impacts of Energy Efficiency Retrofits on Commercial Office Buildings in Toronto, Canada (Carlson, 2015)

Studien kopplar energieffektivisering till värden på byggnader. Ekonomiska och energirelaterade data för fyra kontorsbyggnader i Toronto, Kanada, har undersökts och värdeförändringar har beräknats. Att minska energianvändningen, genom att uppgradera utrustning eller göra andra justeringar, har en direkt inverkan på byggnadens rörelseintäkter/avkastning eftersom det leder till minskade driftskostnader, ökar beläggningsgraden och ökar hyresintäkterna. En ökning av rörelseintäkterna kommer i sin tur att öka byggnadens totala värde, eftersom investerare värderar tillgångar baserat på framtida intäkter.

#### 13. People are less likely to fall sick in green buildings, study finds (Eco-Business, 2017)

Studien visar att byggnader som är byggda och renoverade med miljö och resurseffektivitet i åtanke är hälsosammare för människor att bo och arbeta i. Personer som arbetar i så kallade Green Mark-byggnader i Singapore är 60 % mindre benägna att drabbas av huvudvärk och trötthet än personer som arbetar i vanliga byggnader. 50% är mindre benägna att drabbas av torr eller kliande hud. Green Mark-certifieringssystemet rankar byggnaderna utifrån en rad



hållbarhetskriterier och introducerades första gången i Singapore år 2005 och används nu i 14 länder i Asien och Stilla-havsområdet.

#### 14. Multiple benefits of energy renovations of the Swedish building stock (Westh Hansen et al., 2016)

Artikeln presenterar en kostnads-nyttoanalys för renovering av svenska bostäder. De kriterier för mervärden som används utgår från International Energy Agency (2014) men kategoriseras något annorlunda. Liknande typer av effekter är grupperade för att minimera dubbelräkning: energibesparing, hälsoeffekter (från SO<sub>2</sub>, NOX, PM<sub>2.5</sub>), minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp, investeringar i förnyelsebar energi, försörjningssäkerhet och ökad ekonomisk aktivitet. De tre första kategorierna värderas monetärt i artikeln. Byggnadstyperna är flerbostadshus, enbostadshus och icke-bostäder såsom skolor och kontor. I artikeln används scenarion för att jämföra effekterna utifrån ett referensscenario (business as usual) som beräknats med Energimyndighetens modell HEFTIG. Värdet av energieffektiviseringen beräknas genom den minskade energianvändningen i kWh och priset på energi utan skatter och tariffer. För hälsoeffekter av reducerat SO<sub>2</sub> och NOX används ASEK-värden (Trafikverket 2016). För partiklar (PM<sub>2.5</sub>) används IVL:s kvantifiering av den svenska befolkningens exponering av PM<sub>2.5</sub> och dess hälsoeffekter (IVL, 2014) En tredje aspekt inom hälsokategorin är den reducerade risken för "sjuka hus"-syndrom, vilket skulle bidra till en ökad produktivitet och minskade sjukskrivningsdagar. Den sista kategorin som kvantifieras är minskningen av CO<sub>2</sub>-utsläpp som bygger på beräkningar av minskade mängder och priset på CO<sub>2</sub>.

#### 15. Adapting an English methodology to assess health cost benefits of upgrading energy inefficient French dwellings (Ezratty et al., 2017)

Ökad energieffektivitet i bostäder kan förbättra de boendes hälsa och välbefinnande. Framst gynnas utsatta grupper med låg inkomst, i synnerhet äldre, barn och människor med andningsbesvär. I Frankrike uppskattas cirka 12,5 miljoner människor vara energi-sårbara, men i dagsläget har hälsoeffekterna av energieffektivitet inte värderats monetärt. Däremot har hälso-omkostnader på grund av energi-ineffektiva bostäder uppskattats i England baserat på *Housing Health & Safety Rating System (HHSRS)*, ett hälsobaserat riskbedömningssystem, införlivad i engelsk lagstiftning 2006. Artikelns syfte är att anpassa den engelska metoden för att uppskatta ohälsokostnaderna förknippade med energi-ineffektiva bostäder i Frankrike. Detta görs i följande steg:

1. Använda en energieffektivitetsindikator inspirerad från Storbritanniens Standard Assessment Procedure (SAP) för att bestämma antal energi-ineffektiva bostäder där risken för hälsa kan anses vara helt oacceptabel.
2. Relatera de energi-ineffektiva bostäderna till sannolikheten för exponering av kyla och andra negativa hälsoeffekter för invånarna. Detta gör det möjligt att uppskatta kostnaden för hälso- och sjukvård.

3. Jämföra kostnaden för hälsoeffekter med kostnaden för att uppgradera energieffektiviteten till en acceptabel nivå.

Artikeln visar att det är möjligt att använda den engelska metodiken för att beräkna kostnaden för hälsoeffekter av energi-ineffektiva bostäder i Frankrike och jämföra med kostnaderna för att förbättra bostäderna.

#### 16. Jordbruksverkets prisdatabas (Söderqvist et al., 2017)

Anthesis Enveco AB har på uppdrag av Jordbruksverket tagit fram underlag för en samhällsekonomisk prisdatabas som kan användas av miljömålsmyndigheter och andra i samhällsekonomiska analyser. Databasen finns tillgänglig i form av en Excel-fil på Naturvårdsverkets hemsida: [www.naturvardsverket.se/miljoprisdatabas](http://www.naturvardsverket.se/miljoprisdatabas). Tabell 6 sammanfattar för vilka ämnen, miljö- och hälsoeffekter schablonvärden finns att tillgå i databasen och vilka metoder som använts för att ta fram värdena. Många av schablonvärdena kommer från ASEK (Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn) som Trafikverket använder för samhällsekonomiska analyser (Trafikverket, 2016). Andra schablonvärden har tagits fram inom projektet genom beräkningar eller litteraturstudier.

**Tabell 6:** Ämnen, miljö- och hälsoeffekter för vilka samhällsekonomiska schablonvärden finns att tillgå i Jordbruksverkets prisdatabas och beskrivning av metod för ekonomisk värdering.

Effekt	Metod
Luftföroreningar	
Koldioxid (CO <sub>2</sub> ) - Nationella effekter	Värderas med hjälp av ett politiskt skuggpris som motsvarar drivmedelsskatten på koldioxid. Från ASEK.
Koldioxid (CO <sub>2</sub> ) - Globala effekter	Genomsnitt och intervall har skapats utifrån exempel på skattningar som finns tillgängliga i den internationella litteraturen (genomförda 2006–2015).
Kolväten (VOC)	Värderingen baseras på åtgärds-kostnaden för att uppnå politiskt uppsatta miljömål. Från ASEK.
Kväveoxider (NO <sub>x</sub> )	ASEK-kalkylvärde i kr/kg utsläpp finns. Värderingen baseras på åtgärds-kostnaden för att uppnå politiskt uppsatta miljömål. Schablonvärde i kr/kg utsläpp även beräknat för NO <sub>x</sub> inverkan på övergödningen av Östersjön, dels för påverkan på svenskar och dels på befolkningen runt hela Östersjön.
Grova partiklar (PM10)	Baseras på europeiska skattningar av skadepkostnaden. Från ASEK.
Fina partiklar (PM2,5)	Hälsoeffekterna har skattats utifrån det förväntade värdet av ett förlorat levnadsår (härlett från VSL). Från ASEK.
Svaveloxider (SO <sub>x</sub> )	Hälsoeffekterna har skattats utifrån det förväntade värdet av ett förlorat levnadsår (härlett från VSL). Från ASEK.
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	Schablonvärde i kr/kg utsläpp beräknat för NH <sub>3</sub> -inverkan på övergödningen av Östersjön.
Vattenföroreningar	
Förbättrad vattenstatus (inlandsvatten)	Schablonvärde i kr/hushåll och år beräknat för förbättring av status med en respektive två klasser, samt totalt för hela åtgärdsområden.

Fosfor (övergödning inlandsvatten)	Schablonvärde i kr/kg reducerad tillförsel beräknat för vattendistrikt. Har skattats genom värdeöverföring från betalningsviljestudier.
Fosfor (marin övergödning)	Baserat på en betalningsviljestudie.
Kväve (marin övergödning)	Schablonvärde i kr/kg reducerad tillförsel till Östersjön beräknat.
Övrigt	
Buller	Har värderats med hjälp av fastighetsvärdering och effektkedjor för hälsoeffekter. Från ASEK.
Värdet av ett statistiskt liv (VSL)	VSL mäts genom individers marginella betalningsvilja för minskad risk för dödsfall dividerat med storleken på den aktuella riskreduktionen. Från ASEK.
Svårt skadad person	Har härletts från VSL med hjälp av ett index där olika hälsotillstånd viktas mot varandra. Från ASEK.
Lindrigt skadad person	Har härletts från VSL med hjälp av ett index där olika hälsotillstånd viktas mot varandra. Från ASEK.
Värdet av kvalitetsjusterade levnadsår (QALY)	QALY-värden baserade på aktuella VSL-skattningar redovisade.

Flera av schablonvärdena för ämnena, miljö- och hälsoeffekterna i Tabell 6 kan användas för att uppskatta den samhällsekonomiska nyttan av att genomföra en energieffektiviseringsåtgärd. De flesta av värdena i databasen är beräknade enligt skadekostnadsansatsen. Det innebär att de är baserade på hur samhället värderar miljö- och hälsoeffekterna, vilket bestäms av hur människors välbefinnande påverkas. Söderqvist och Wallström (2017) ger en mer detaljerad beskrivning av hur värdena är framtagna och Söderqvist et al. (2017) ger en allmän metodbeskrivning för att ta fram schablonvärden och värdera miljö- och hälsoeffekter.

# REFERENSER

## Personliga kontakter och e-post

Adrian Joyce, EuroACE, Belgien

Barbara Schlomann, Fraunhofer ISI, Germany

Brian Motherly, International Energy Agency, Frankrike

Cédric Jeanneret, Services industriels de Genève, Schweiz

Joanne Wade, Association for the Conservation of Energy, Storbritannien

Hans Nilsson, FourFact, Sverige

Randall Bowie, fristående konsult (tidigare Rockwool International och EU-kommissionen), Sverige

## Litteratur

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).

Atkinson, G., Mourato, S. (2008). Environmental cost–benefit analysis. *Annual Review of Environment and Resources* 33, 317–344.

Banfi, S., Farsi, M., Filippini, M., Jakob, M. (2005). Willingness to Pay for Energy-Saving Measures in Residential Buildings. CEPE Working Paper No. 41.

Barbier, E. B. (2007). Valuing ecosystem services as productive inputs.

Bateman, I. J., Mace, G. M., Fezzi, C., Atkinson, G., Turner, K. (2011). Economic analysis for ecosystem service assessments. *Environ Resour Econ* 2011; 48:177–218.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10640-010-9418-x>.

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., Weimer D. L. (1996). Cost-benefit analysis. Concepts and practice. Prentice Hall.

Brandt, M. (2017). Verktyg för mervärden av energieffektivisering i offentlig sektor. Energimyndigheten. Tillgänglig på:  
<http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2017/nu-finns-ett-verktyg-som-visar-mervarden-av-energieffektivisering/>

Carlson, K. (2015). Value Impacts of Energy Efficiency Retrofits on Commercial Office Buildings in Toronto, Canada. Master of Applied Science, Department of Civil Engineering, University of Toronto.

Chatterjee, S., Ürge-Vorsatz, D. (2017). Productivity impact from multiple impact perspective. ECEEE 2017 Summer study – Consumption, Efficiency & Limits.

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/>

Ezratty, V., Cabanes, P-a., Lambrozo, J., Ormandy, D., Laurent, M-H., Lenchi, C., Boutière, F., Duburcq, A., Courouve, L. (2017). Adapting an English methodology to assess health

- cost benefits of upgrading energy inefficient French dwellings. ECEEE 2017 Summer study – Consumption, Efficiency & Limits.
- Guertler, P., Rosenow, J. (2016). Buildings and the 5th Carbon Budget. ACE & RAP research report.
- International Energy Agency. (2014). Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency.
- IVL (2014). Quantification of population exposure to NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> and estimated health impacts in Sweden 2010.
- Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S. (2006). Cost-benefit analysis and the environment: recent developments, vol. 115. <http://dx.doi.org/10.1086/426308>.
- Reuter, M., Müller, C., Schломann, B., Eichhammer, W. (2017). A comprehensive indicator set for measuring multiple benefits of energy efficiency. ECEEE 2017 Summer study – Consumption, Efficiency & Limits.
- Rosenow, J., Eyre, N., Sorrell, S., Guertler, P. (2017). Unlocking Britain's First Fuel: The potential for energy savings in UK housing. A UKERC/CIED Policy Briefing.
- Sculpher, M. (2001). The role and estimation of productivity costs in economic valuation. *Economic Evaluation in Health Care: Merging Theory with Practice*.
- Söderqvist, T., Wallström, J. (2017). Bakgrund till de samhällsekonomiska schablonvärdena i miljömålsmyndigheternas gemensamma prisdatabas. Rapport 2017:8, Anthesis Enveco AB, Stockholm
- Söderqvist, T., Wallström, J., Hasund, K. P., Carlander, F. (2017). Prisdatabas för effektivare samhällsekonomiskt analysarbete. Rapport 2017:12, Jordbruksverket, Jönköping.
- 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. Trafkverket, Borlänge. [www.trafkverket.se/asek](http://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. Copenhagen Economics, Stockholm.
- Ürge-Vorsatz, D., Herrero, S. T., Dubash, N. K., Lecocq, F. (2014). Measuring the co-benefits of climate change mitigation. *Annu Rev Environ Resour* 39:549–82. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-environ-031312-125456>.
- Ürge-Vorsatz, D., Kelemen, A., Tirado-Herrero, S., Thomas, S., Thema, J., Mzavanadze, N., Hauptstock, D., Suerkemper, F., Teubler, J., Gupta, M., Chatterjee, S. (2016). Measuring multiple impacts of low-carbon energy options in a green economy context. *Applied Energy* 179 (2016) 1409–1426.
- Yushchenko, A., Patel, M. K. (2016). Contributing to a green energy economy? A macroeconomic analysis of an energy efficiency program operated by a Swiss utility. *Applied Energy* 179 (2016) 1304–1320.

Yushchenko, A., Patel, M. K. (2017). How carbon tax could contribute to greater CO<sub>2</sub> and electricity savings in Switzerland. ECEEE 2017 Summer study – Consumption, Efficiency & Limits.



## Research, consulting and teaching for a sustainable future

Anthesis Enveco is well-established in the environmental economics research community. We offer analysis, research, education and training in environmental economics and ecological economics. Our clients are in the private, non-profit and public sectors. We are located in Stockholm but work nationwide as well as internationally.

### **Anthesis Enveco AB**

Måsholmstorget 3, SE-127 48 Skärholmen

[www.anthesisgroup.com/about/europe/sweden/](http://www.anthesisgroup.com/about/europe/sweden/)

[www.enveco.se](http://www.enveco.se)