

Förstudie:

Mervärden av energieffektivisering



*Av: Therese Nehler, LiU & Allan Hawas MdH
inom projekt EnOff*

Juni 2020



2020-

Innehållsförteckning

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Introduktion	3
Bakgrund	3
Syfte.....	4
Scope och avgränsningar	4
Sökord	4
Sammanställning av litteratur kring mervärden.....	5
Reviewartiklar och andra översiktsrapporter.....	5
Pågående projekt kring kvantifiering av mervärden – mbenefits	6
Resultat av sökning i vetenskapliga databaser (scopus, web of science).....	7
Referenser kring mervärden av energieffektivisering rörande byggnader	9
Referenser kring kvantifiering och värdering av mervärden inklusive verktyg	11
Referenser	12



Sammanfattning

I denna rapport har mervärden av energieffektivisering, och i förekommande fall även storleken på dessa mervärden, beskrivna i den vetenskapliga litteraturen och i andra rapporter publicerade inom området sammanställts. Sammanställningen har utförts med ett särskilt fokus på de typer av energieffektiviseringar och energirelaterade åtgärder som vanligen utförs inom offentlig sektor. Mervärden av energieffektivisering är positiva effekter utöver energibesparing och energikostnadsbesparing och kan exempelvis vara faktorer såsom bättre inomhusmiljö, minskade utsläpp, minskat avfall och ökad produktivitet. Sammanställningen visar att energieffektiviseringar beträffande byggnader och bostäder kan generera flera olika typer av mervärden. Kvantifiering av mervärden sker i viss utsträckning, men mer kunskap kring detta behövs och det pågår i dagsläget studier kring kvantifiering av mervärden och utveckling av verktyg för att underlätta inkludering och användning av mervärden i energirelaterade investeringar och projekt.

Introduktion

Energieffektivisering är ett viktigt medel i att minska koldioxidutsläpp och mildra klimatpåverkan inom alla samhällets områden. Inom offentlig sektor sker energieffektivisering ofta i samband med renovering och nybyggnation av fastigheter och byggnader exempelvis skolor och förskolor. Därför är den offentliga sektorn och dess upphandlingar en viktig del i arbetet med att öka energieffektiviseringen. Denna rapport är en del i projektet Energieffektivisering i offentlig sektor (EnOff) som syftar till att öka samarbetet mellan offentlig sektor och näringsliv i Östra Mellansverige via krav på att energieffektivisering inkluderas i upphandlingar och projekt. Det har visats att energieffektivisering även kan ge positiva effekter utöver energibesparing och energikostnadsbesparing, så kallade mervärden. Dessa mervärden kan vara väldigt olika till sin karaktär och påverka omgivningen på olika sätt. Exempel på mervärden av energieffektivisering av byggnader kan vara bättre inomhusmiljö, minskade utsläpp, minskat avfall och ökad produktivitet. I dagsläget är kunskapen kring hur stora dessa värden kan vara knapphändig och därmed tas det sällan hänsyn till mervärden vid planering av energieffektiviserande projekt och upphandlingar. Det finns enstaka verktyg som visualiserar tänkbara verktyg, men konkreta siffror för mervärden av specifika energieffektiviseringsåtgärder saknas i dagsläget. Denna rapport syftar till att sammanställa relevanta mervärden av energieffektivisering som beskrivits i litteraturen, och i förekommande fall även storleken på dessa mervärden, med ett särskilt fokus på de typer av energieffektiviseringar och energirelaterade åtgärder som vanligen utförs inom offentlig sektor.

Bakgrund

Förutom energibesparing och energikostnadsbesparing kan åtgärder för energieffektivisering och energirelaterade investeringar leda till olika typer av mervärden. Mervärden av energieffektivisering har observerats på olika nivåer i samhället och varierar beroende på inom vilket område eller sektor som studerats samt vilket perspektiv på energieffektivisering som applicerats i studierna (t.ex. Finman och Laitner, 2001; IEA, 2012; Lilly och Pearson, 1999; Mills och Rosenfeld, 1996; Pye och McKane, 2000; Ürge-Vorsatz et al., 2009). IEA (2012) presenterar det mest övergripande begreppet, multiple benefits, vilket inbegriper mervärden som kan ses på alla samhällsnivåer: individnivå, sektornivå, nationell nivå och internationell nivå. På sektornivå (t.ex. industrisektorn och bostadssektorn) och individnivån (t.ex. företagsnivå) presenteras andra liknande begrepp, såsom non-energy benefits (t.ex. Lilly och Pearson, 1999; Pye och McKane, 2000; Finman och Laitner, 2001; Worrell et al., 2003; Mills och Rosenfeld, 1996; Skumatz och Dickerson, 1997), productivity benefits (t.ex. Worrell et al., 2003), ancillary benefits (t.ex. Mundaca, 2008; Lung et al., 2005; Ürge-Vorsatz och Metz, 2009) och co-benefits (t.ex. Jakob, 2006; Ürge-Vorsatz et al., 2009; Ürge-Vorsatz och Metz, 2009). Det finns ingen tydlig definition eller avgränsning för hur dessa begrepp används vilket gör att begreppen ibland används synonymt och inom flera olika områden och sektorer (Rasmussen, 2014 och 2017). Kort beskrivet kan dock sägas att co-benefits används främst rörande energieffektivisering av byggnader och bostäder och kopplar då främst till mervärden relaterade till yttre miljö (t.ex. minskade CO₂-utsläpp) och hälsoeffekter (Rasmussen, 2017). Vidare, ancillary benefits används inte i lika stor utsträckning som co-benefits, men då begreppet används är det främst inom samma områden som co-benefits (Rasmussen, 2017). Non-energy benefits är den term som vanligen benämner mervärdeseffekter inom industriella sammanhang, men användningen av denna term är även vanlig för energieffektivisering av bostäder och andra typer av byggnader (Rasmussen, 2017). Productivity benefits används främst i industrisammanhang (t.ex. Worrell et al., 2003). I en svensk kontext benämns dessa



effekter vanligen som mervärden av energieffektivisering inom de flesta områden.

Syfte

Denna rapport syftar till att sammanställa litteraturen kring mervärden av energieffektivisering med ett särskilt fokus på energieffektiviseringar och energirelaterade åtgärder inom offentlig sektor.

Scope och avgränsningar

Utförda sökningar har begränsat sig till att söka litteratur kring mervärden som främst är relaterade till energieffektivisering av byggnader.

Vidare har sökningarna koncentrerats på litteratur kring kvantifiering av mervärden och speciellt litteratur beträffande metoder, verktyg eller indikatorer för att kvantifiera och värdesätta mervärden. Då många mervärden av samma typ har observerats inom flera områden och kontexter, och att det då kan finnas likheter i kvantifieringen av mervärden, har sökningar avseende metoder och verktyg utförts i ett vidare perspektiv, dvs metoder och verktyg som används för kvantifiering inom andra områden, t ex industri, har inbegripits.

Sökord

Svenska sökord: mervärden, energieffektivisering, visualisering, kvantifiering, monetarisering, investering, åtgärd

Engelska sökord: multiple benefits, non-energy benefits, co-benefits, visualization, energy efficiency, measures, investments, quantification, monetization



Sammanställning av litteratur kring mervärden

Reviewartiklar och andra översiktsrapporter

På ämnet mervärden av energieffektivisering har det gjorts olika sammanställningar. Dessa översikter har gjorts med olika syften och utifrån varierande perspektiv. Nedan presenteras ett urval av de översikter som kan vara relevanta vid energieffektivisering inom offentlig sektor tillsammans med en kort innehållsmässig beskrivning. Länk till publikationen i sin helhet finns bakom respektive rubrik.

The additional benefits of energy efficiency investments—a systematic literature review and a framework for categorisation

Denna reviewartikel går igenom mervärdesbegreppet samt kopplar mervärden till investeringar. Vidare beskrivs olika benämningar av mervärden och inom vilka sektorer (industri, byggnader, bostäder, miljö) och nivåer (t ex individuell nivå, sektornivå, nationell nivå och global nivå) de olika benämningarna används. Vidare kopplar artikeln ihop mervärdesbegreppet med hur mervärden kan påverka i beslut kring investeringar.

Spreading the Net: The Multiple Benefits of Energy Efficiency Improvements

Internationella energimyndigheten (IEA) har sedan flera år tillbaka ett stort intresse för mervärden av energieffektivisering. IEA har ett brett perspektiv på dessa mervärden (från individuell nivå till hur mervärden kan påverka samhället på nationell nivå och även global nivå) och benämner dessa effekter multiple benefits. IEA ger i denna rapport en bakgrund till mervärdesbegreppet sett från myndighetens breda perspektiv och vilka olika typer av mervärden som kan fås på dessa olika nivåer vid energieffektivisering inom olika områden och sektorer.

Capturing the multiple benefits of energy efficiency

IEA går i denna rapport vidare i sitt arbete kring mervärden. De sammanställer och beskriver hur beslutsfattare och andra intressenter kan använda befintliga verktyg för att mäta och kvantifiera mervärden av energieffektivisering. Rapporten fokuserar kring fem områden - makroekonomisk utveckling, offentlig budget, hälsa och välbefinnande, industriell produktivitet och energileverans av vilka området offentlig budget främst är av intresse i detta sammanhang. Perspektivet är mer generellt och de beskriver positiva effekter av en ökad investering i energieffektiva varor och tjänster. Dessa effekter kan exempelvis vara ökade skatteintäkter och minskade kostnader relaterade till arbetslöshet, då energieffektivisering kan skapa fler jobbtillfällen. Dessa effekter beskrivs som mer kortsiktiga, medan effekter kopplade till minskad energianvändning kan ge mer långsiktiga effekter på offentliga medel.

Omvärldsbevakning - mervärden av energieffektivisering

Denna rapport redovisar en genomgång avseende mervärden för energieffektivisering relaterat till offentlig sektor med fokus på det som gjorts för att bedöma, beräkna, kvantifiera och visualisera mervärden av energieffektivisering både nationellt och internationellt. De flesta artiklar och rapporter i denna studie berör effekter på nationell nivå och är en förstudie genomförd i samband med utvecklingen av Energimyndighetens verktyg för visualisering av mervärden inom offentlig sektor. Rapporten innehåller flera referenser kopplade till energieffektivisering och renovering av byggnader vilket kan vara aktuellt beträffande åtgärder inom offentlig sektor. Slutsatsen är att många olika effekter finns, men att det finns svårigheter att kvantifiera effekterna eftersom olika metoder för detta krävs för bestämning av olika effekter koppling till olika indikatorer. Vidare kan schablonvärden för vissa effekter finnas inom andra kunskapsområden och discipliner som ligger utanför energiområdet exempelvis beträffande effekter på hälsa och välbefinnande. Genomgången visar även på fall med schablonvärden vilka kan användas för att värdera vissa mervärden. Följande två citat ger en bild av bestämningen av hur möjliga mervärden kopplade till produktivitet kan bedömas: "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." och "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.”

Climate policy co-benefits: a review

Review-artikel som går igenom mervärden (co-benefits) av olika typer av klimatåtgärder. Artikeln sammanställer olika typer av effekter, bland annat hälso- och miljöeffekter. En av slutsatserna är att få effekter kvantifieras och värdesätts, vilket därmed begränsar användning och inkludering av mervärdeseffekter. Sammanfattningsvis, mer kunskap krävs kring att kvantifiera mervärden. Vissa av referenserna i artikeln kan dock eventuellt vara av intresse för energieffektivisering i offentlig sektor på samhällsnivå, exempelvis hälsoförbättrande effekter till följd av effekter som förbättrar luftkvaliteten.

Multiple benefits of energy efficiency Literature Review - methodology and preliminary findings (eu-projekt mbenefits)

Reviewartikel som ger en översikt av olika publikationer relaterat till mervärden (multiple benefits) av energieffektiviserande investeringar. Kontexten för publikationerna varierar, men flera av dem kan vara av intresse beträffande energieffektivisering i offentlig sektor. Exempelvis de publikationer som berör energieffektivisering och mervärden kopplat till byggnader och bostäder.

Pågående projekt kring kvantifiering av mervärden – mbenefits

Ett pågående EU-projekt kring kvantifiering av mervärden av energieffektivisering startades 2018 och pågår till 2021. Ett flertal rapporter och publikationer har levererats inom projektet. Länk till projektets hemsida finns här: [mbenefits - eu-projekt om kvantifiering av mervärden](#). Nedan beskrivs några av de vetenskapliga artiklarna från projektet mbenefits.

Value multiple benefits - Improve energy efficiency!

Denna artikel beskriver bakgrund och syfte med projektet mbenefits: "The first goal of the M-Benefits project is to propose a harmonized approach and methodology to include the multiple benefits (defined as including energy and non-energy benefits) of energy efficiency in project analysis in technical, operational, strategic and financial terms. The second goal of the project is to train and build the capacity of energy-efficiency experts to apply the M-Benefits methodology in order to evaluate all benefits (i.e. not only the energy-savings benefits) of energy-efficiency projects in industrial production sites as well as residential, administrative and commercial buildings." Dvs. projektet berör energieffektivisering och mervärden relaterat till offentlig sektor.

Play the game: learning about energy efficiency can be fun – seriously!

Denna artikel beskriver en metod för att utbilda och träna energy managers eller liknande roller i energieffektivisering med fokus på management och organisation, beslutsprocesser och investeringar, vilket utgör ett viktigt holistiskt synsätt för att kunna beakta och ta med mervärden/multiple benefits i energiarbetet.

Multiple benefits of energy efficiency at the firm level: a literature review

Denna artikel gör en genomgång av litteraturen kring hur mervärden/multiple benefits används (och inte används) i beslut kring energieffektivisering. Studien är främst inriktad mot företag, inte offentlig sektor, men kan ändå vara intressant i detta sammanhang för att få kunskap kring hur mervärden kan påverka dessa beslut.



Resultat av sökning i vetenskapliga databaser (scopus, web of science)

I syfte att hitta mervärden relaterade till energieffektivisering av byggnader och andra åtgärder som kan vara relevanta för energieffektiviseringar inom offentlig sektor samt kvantifiering av mervärdeseffekter har sökning utförts i vetenskapliga databaser för att hitta relevanta studier och artiklar inom området. Nedan visas ett urval av artiklar som bedömdes vara relevanta att inkludera i denna rapport. De flesta artiklarna beskriver relativt specifika casestudier i mer eller mindre unika kontexter, och studierna kan förmodligen syfta till att ge detaljkunskap i specifika frågeställningar kopplat till mervärden. Nedan presenteras artiklarna i kronologisk ordning med de senaste publikationerna först.

The successful introduction of energy efficiency in higher education institution buildings.

Franco, D.V.H.K., Maes, M., Vanstraelen, L., Casas, M., Schepers, M. (2020) Smart Innovation, Systems and Technologies, 163, pp. 147-158.

Building impact assessment—A combined life cycle assessment and multi-criteria decision analysis framework.

Hu, M. (2019) Resources, Conservation and Recycling, 150, art. no. 104410.

Multiple benefits through smart home energy management solutions—a simulation-based case study of a single-family-house in Algeria and Germany.

Ringel, M., Laidi, R., Djenouri, D. (2019) Energies, 12 (8), art. no. 1537.

Energy productivity analysis framework for buildings: a case study of GCC region.

Krarti, M., Dubey, K., Howarth, N. (2019) Energy, 167, pp. 1251-1265.

Energy efficiency in school buildings? How to use in a successful way the triple bottom line framework?

Franco, D.V.H.K., Kuppens, T., Beckers, D., Cruyplandt, E. (2019) Smart Innovation, Systems and Technologies, 131, pp. 116-126.

Ten questions concerning cost-effective energy and carbon emissions optimization in building renovation.

Almeida, M., Ferreira, M. (2018) Building and Environment, 143, pp. 15-23.

Tools and procedures to support decision making for cost-effective energy and carbon emissions optimization in building renovation.

Dalla Mora, T., Peron, F., Romagnoni, P., Almeida, M., Ferreira, M. (2018) Energy and Buildings, 167, pp. 200-215.

Initiatives for the energy renovation of single-family houses in Denmark evaluated on the basis of barriers and motivators.

Bjørneboe, M.G., Svendsen, S., Heller, A. (2018) Energy and Buildings, 167, pp. 347-358.

A European project for safer and energy efficient buildings: Pro-GET-onE (proactive synergy of integrated efficient technologies on buildings' envelopes).

Ferrante, A., Mochi, G., Predari, G., Badini, L., Fotopoulou, A., Gulli, R., Semprini, G. (2018) Sustainability (Switzerland), 10 (3), art. no. 812.

Applying Energy Building Simulation in the Assessment of Energy Efficiency Measures in Factories.

Weeber, M., Ghisi, E., Sauer, A. (2018) Procedia CIRP, 69, pp. 336-341.

Energy efficiency in U.S. residential rental housing: Adoption rates and impact on rent.

Im, J., Seo, Y., Cetin, K.S., Singh, J. (2017) Applied Energy, 205, pp. 1021-1033.

External Wall Insulation (EWI): Engaging social tenants in energy efficiency retrofitting in the North East of England.

Lilley, S., Davidson, G., Alwan, Z. (2017) Buildings, 7 (4), art. no. 102.



Impact of co-benefits on the assessment of energy related building renovation with a nearly-zero energy target.

Ferreira, M., Almeida, M., Rodrigues, A. (2017) Energy and Buildings, 152, pp. 587-601.

Architectural Energy Retrofit (AER): An alternative building's deep energy retrofit strategy.

Eliopoulou, E., Mantziou, E. (2017) Energy and Buildings, 150, pp. 239-252.

Energy productivity evaluation of large scale building energy efficiency programs for Oman.

Krarti, M., Dubey, K. (2017) Sustainable Cities and Society, 29, pp. 12-22.

Integrating value and uncertainty in the energy retrofit analysis in real estate investment—next generation of energy efficiency assessment tools.

Bozorgi, A. (2015) Energy Efficiency, 8 (5), pp. 1015-1034.

Energy retrofit of residential building envelopes in Israel: A cost-benefit analysis.

Friedman, C., Becker, N., Erell, E. (2014) Energy, 77, pp. 183-193.

Sustainability assessment of renovation packages for increased energy efficiency for multi-family buildings in Sweden.

Brown, N.W.O., Malmqvist, T., Bai, W., Molinari, M. (2013) Building and Environment, 61, pp. 140-148.

Cost-benefits analysis of non-energy benefits (NEB) for each stakeholders and consideration for redistribution of NEB: Study on low-carbon communities and cities by use of decentralized energy network.

Mizuishi, T., Ikaga, T., Murakami, S., Kuzuki, R., Yamada, K. (2013) Journal of Environmental Engineering (Japan), 78 (684), pp. 175-181.

Functional economy: Pertinence of principles for an energy efficiency program.

Kotnarovsky, G., Morel, L., Le Bezvoet, M., Nösperger, S., Guidat, C. (2013) International Journal of Energy, Environment and Economics, 21 (4), pp. 303-322.

Building commissioning: A golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions in the United States.

Mills, E. (2011) Energy Efficiency, 4 (2), pp. 145-173.

Capturing the potential.

Mills, E. (2011) ASHRAE Journal, 53 (2), pp. 86-88.

Bottom-up assessment of potentials and costs of CO2 emission mitigation in the buildings sector: Insights into the missing elements.

Ürge-Vorsatz, D., Novikova, A., Köppel, S., Boza-Kiss, B. (2009) Energy Efficiency, 2 (4), pp. 293-316.



Referenser kring mervärden av energieffektivisering rörande byggnader

Nedan presenteras ett urval av rapporter som berör energieffektivisering i svensk bebyggelse samt energieffektiviseringsåtgärder och relaterade mervärden. Bakom respektive rubrik finns en länk till rapporten i sin helhet.

En kartläggning av energieffektiviseringsåtgärder i den svenska bebyggelsen

Syftet med rapporten är att kartlägga energieffektivisering i bebyggelsen idag sett till vad forskningen tittar på, vad som utvecklas just nu, vad som prövats men inte nått en bredare användning, vad fastighetsbolag faktiskt gör idag vid energieffektivisering och vilka faktorer som påverkar fastighetsbolagens beslut kring energieffektiviseringsåtgärder.

Rapporten visar hur olika faktorer kan påverka investeringen i energieffektivisering i Sverige. Resultatet visar att fastighetsägare är mer intresserad av de mervärden som energieffektivisering medför och som ger sänkta driftskostnader och ett bättre inomhusklimat och då nöjdare hyresgäster. Renovering som innebär investering i t ex ventilationssystem eller förbättring av isolering kan vara svårt att genomföra på grund av höga kostnader. Investeringar som innebär höga kostnader för fastighetsägare och lägre energikostnader för hyresgäster är mindre intressant. Artikeln pekar på brist i kommunikation mellan beställare och leverantör på grund av skillnad i kunskapsnivå.

Sammanfattning från rapporten:

”Intervjuerna i den första omgången ger bilden av att det som värdesätts av fastighetsägare är de mervärden som energieffektivisering medför och som ger sänkta driftskostnader och ett bättre inomhusklimat och då nöjdare hyresgäster. De intervjuade fastighetsbolagen pekar också på dessa mervärden som viktiga i samband med energieffektivisering. Fastighetsbolagen fokuserar på byggnadens driftsfas och tekniska lösningar. De lågt hängande frukterna plockas. Att komma vidare till nästa steg i energieffektiviseringsarbetet vilket kan innebär tilläggsisolering av fasad och byte av ventilationssystem kan vara svårt då det är förknippat med höga kostnader. Möjlighet till hyreshöjning och ett lågt energipris ses påverka möjlighet att finansiera åtgärderna och att få lönsamhet i åtgärden. Fastighetsbolagets resurser påverkar också liksom den kunskap som finns internt kring energieffektiviseringsåtgärder.”

Beslutsprocesser vid energieffektivisering

Ett examensarbete som studerar energieffektiv ventilation. Studien inbegriper mervärden av åtgärder för energieffektiv ventilation samt beslut om relaterade investeringar och åtgärder. Studerat ur fastighetsbolagens perspektiv, vilket kan vara av intresse då kommunala fastighetsbolag inbegrips i en offentlig sektor.

Visualisering av mervärden av energieffektivisering för småhus

Denna rapport presenterar en modell för visualisering av mervärden, baserad på följande kategorier: Energianvändning, Klimat- och miljöpåverkan, Energiförsörjning och energipris, Boendekostnad och tillgångars värde samt Hälsa och välmående. Ett paket med frågor för mervärdeskategorierna har tagits fram och frågorna besvaras med något av alternativen Förbättrat, Oförändrat, Försämrat och Ej tillämpligt och resultatet visualiseras i en modell. En undersökning har utförts kring möjligheterna att kvantifiera mervärdena av energieffektiva småhus i ekonomiska termer för att bidra med kunskap om vilka mervärden som kan värderas ekonomiskt och att ta fram vad som krävs för att kunna värdera resterande mervärden ekonomiskt. Visualiseringsmodellen som tagits fram finns tillgänglig som en Excelfil på BeSmås hemsida (<http://energieffektivasmahus.se/>). I Excel-filen finns den framtagna visualiseringsmodellen, en beskrivning av hur den ska användas samt åtgärdsexempel.

Mervärden av lågenergihus

Förstudien till arbetet med den modell för visualisering av mervärden som beskrivs ovan.

Belysningsutmaningen (2018). ER 2018:09. Statens energimyndighet.

Belysningsutmaningen, redovisning av ett uppdrag om en nationell kraftsamling inom belysningsområdet. Tar upp energieffektivisering inom belysning beträffande flertalet områden samt även kort kring mervärden.



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden

Led-revolutionen - utmaningar och möjligheter för Sverige. Underlagsrapport för belysningsutmaningen

Denna rapport lyfter upp potentialen för minskad energianvändning inom belysningsområdet samt mervärden i form av positiva hälso- och miljöeffekter.

Referenser kring kvantifiering och värdering av mervärden inklusive verktyg

I detta avsnitt presenteras ansatser till att kvantifiera och värdera mervärden samt verktyg och modeller för detta ändamål. Bakom respektive rubrik finns en länk till publikationer samt modeller och verktyg.

Energimyndighetens verktyg för mervärden av energieffektivisering i offentlig sektor

Detta verktyg baseras på IEA:s modell för mervärden (multiple benefits), se ovan. Verktyget har byggts upp i Excel och användaren besvarar ett antal frågeställningar och värderar själv hur stor påverkan olika mervärden har. Modellen tar även hänsyn till negativa effekter. Energimyndigheten beskriver att verktyget/modellen kan användas för: en utökad analys av planerade åtgärder för energieffektivisering, uppföljning av genomförda åtgärder för energieffektivisering samt för att ge en ökad kunskap och samsyn när en grupp gemensamt analyserar mervärden av planerade eller genomförda energieffektiviseringsåtgärder.

Seeing is believing – visualizing helps realize the hidden benefits of energy efficiency

Denna artikel beskriver bakgrunden till Energimyndighetens verktyg ovan beskrivet i en konferensartikel av Agneta Persson och Kristina Landfors.

Building 4 People: Quantifying the benefits of energy renovation investments in schools, offices and hospitals

Studien som beskrivs i denna publikation har gått igenom litteraturen för att hitta sätt att kvantifiera och värdera mervärden av energiinvesteringar för skolor, sjukhus och kontor. Man har fokuserat på aspekter som inomhustemperatur, luftkvalitet, belysning och buller, och dessa faktorer påverkan på skolresultat, hälsa och prestanda. Bland annat kommer de fram till att varje grad som temperaturen kan sänkas i "för varma" skolor ökar elevers lärande med 2,3%. Vidare kan varje liter per sekund och person i förbättrad ventilation öka akademisk prestanda/förmåga med 1% och för varje minskning med 100 ppm beträffande CO₂-koncentration minskar sjukdomsrelaterad frånvaro med 0,5% i skolan. Varje 100 lux i förbättrad belysning ger 2,9% bättre undervisningsförutsättningar. 1 dB minskning av onödigt buller ökade akademisk förmåga med 0,7%.

Multiple Benefits Identification and Evaluation Tools

[Dokument som kan ge inspiration till hur mervärden kan observeras, mätas, kvantifieras, vem som kan observera/göra bedömningar. Utvärdering avser bland annat flera energianvändande processer som är aktuella vid energieffektivisering av byggnader, t ex värme, kyla, ventilation, belysning. Även finansiella och ekonomiska aspekter och beräkningar beaktas.](#)

Questionnaire to assess multiple benefits of energy efficiency measures

[Enkät med många olika typer av frågor beträffande hur mervärden kan observeras, mätas, kvantifieras. Denna kan ge inspiration till undersökning av mervärden vid energieffektivisering i offentlig sektor samt hur användare av ett mervärdesverktyg ska tänka för att få med potentiella mervärden och storleken/värdet av dem vid planeringen av åtgärder/investeringar.](#)

The Multiple Benefits of the 2030 EU Energy Efficiency Potential

Går igenom och kvantifierar multiple benefits på en mer aggregerad nivå med slutsats såsom att mervärdeseffekter kan vara så stora som 50% av energikostnadsbesparing och då framförallt från mervärden kopplade till luftförorening, energitillgång och ekonomiska effekter.

European Union Horizon 2020 project ODYSSEE-MURE2 A comprehensive indicator set for measuring multiple benefits of energy efficiency

I denna forskning har man utvecklat ett verktyg för att kvantifiera mervärden i national- och internationell nivå. Verktyget är utvecklad för att tillämpas till EU ländernas förhållande samt jämföra deras utveckling, och implementerad på olika data från Tyskland. Verktyget har delat mervärden till tre huvudområden, ekologiska, ekonomiska och sociala, och dessa områden i sin tur uppdelat ytterligare till olika kategorier. Mervärden för varje kategori kvantifieras separat via olika matematiska ekvationer. Sedan kan resultatet presenteras i form av olika diagram. Detta verktyg är mycket mer komplicerad jämför med Energimyndighetens verktyg.



Referenser

- Almeida, M., Ferreira, M. (2018). Ten questions concerning cost-effective energy and carbon emissions optimization in building renovation. *Building and Environment*, 143, pp. 15-23.
- Bjørneboe, M.G., Svendsen, S., Heller, A. (2018). Initiatives for the energy renovation of single-family houses in Denmark evaluated on the basis of barriers and motivators. *Energy and Buildings*, 167, pp. 347-358.
- Bozorgi, A. (2015). Integrating value and uncertainty in the energy retrofit analysis in real estate investment—next generation of energy efficiency assessment tools. *Energy Efficiency*, 8 (5), pp. 1015-1034.
- Brown, N.W.O., Malmqvist, T., Bai, W., Molinari, M. (2013). Sustainability assessment of renovation packages for increased energy efficiency for multi-family buildings in Sweden. *Building and Environment*, 61, pp. 140-148.
- Dalla Mora, T., Peron, F., Romagnoni, P., Almeida, M., Ferreira, M. (2018). Tools and procedures to support decision making for cost-effective energy and carbon emissions optimization in building renovation. *Energy and Buildings*, 167, pp. 200-215.
- Eliopoulou, E., Mantziou, E. (2017). Architectural Energy Retrofit (AER): An alternative building's deep energy retrofit strategy. *Energy and Buildings*, 150, pp. 239-252.
- Ferrante, A., Mochi, G., Predari, G., Badini, L., Fotopoulou, A., Gulli, R., Semprini, G. (2018). A European project for safer and energy efficient buildings: Pro-GET-onE (proactive synergy of integrated efficient technologies on buildings' envelopes). *Sustainability (Switzerland)*, 10 (3), art. no. 812.
- Ferreira, M., Almeida, M., Rodrigues, A. (2017). Impact of co-benefits on the assessment of energy related building renovation with a nearly-zero energy target. *Energy and Buildings*, 152, pp. 587-601.
- Finman, H., J. A. Laitner, 2001. Industry, energy efficiency and productivity improvements. *Proceeding of the 2001 Summer Study on Energy Efficiency in Industry*, 561-570.
- Franco, D.V.H.K., Maes, M., Vanstraelen, L., Casas, M., Schepers, M. (2020). The successful introduction of energy efficiency in higher education institution buildings. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 163, pp. 147-158.
- Franco, D.V.H.K., Kuppens, T., Beckers, D., Cruyplandt, E. (2019). Energy efficiency in school buildings? How to use in a successful way the triple bottom line framework? *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 131, pp. 116-126.
- Friedman, C., Becker, N., Erell, E. (2014). Energy retrofit of residential building envelopes in Israel: A cost-benefit analysis. *Energy*, 77, pp. 183-193.
- Hu, M. (2019). Building impact assessment—A combined life cycle assessment and multi-criteria decision analysis framework. *Resources, Conservation and Recycling*, 150, art. no. 104410.
- IEA (2012). *Spreading the net: The multiple benefits of energy efficiency improvements*. Insight Series 2012. International Energy Agency, Paris, OECD/IEA.
- IEA (2014). *Capturing the multiple benefits of energy efficiency*. International energy agency, Paris, OECD/IEA.
- Im, J., Seo, Y., Cetin, K.S., Singh, J. (2017). Energy efficiency in U.S. residential rental housing: Adoption rates and impact on rent. *Applied Energy*, 205, pp. 1021-1033.
- Kotnarovsky, G., Morel, L., Le Bezvoet, M., Nösperger, S., Guidat, C. (2013). Functional economy: Pertinence of principles for an energy efficiency program. *International Journal of Energy, Environment and Economics*, 21 (4), pp. 303-322.
- Krarti, M., Dubey, K. (2017). Energy productivity evaluation of large scale building energy efficiency programs for Oman. *Sustainable Cities and Society*, 29, pp. 12-22.
- Krarti, M., Dubey, K., Howarth, N. (2019). Energy productivity analysis framework for buildings: a case study of GCC region. *Energy*, 167, pp. 1251-1265.
- Lilley, S., Davidson, G., Alwan, Z. (2017). External Wall Insulation (EWI): Engaging social tenants in energy efficiency retrofitting in the North East of England. *Buildings*, 7 (4), art. no. 102.
- Lilly, P. and Pearson D. (1999). Determining the full value of industrial efficiency programs. *Proceedings ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry*, 349-362.
- Lung, R. B., McKane, A., Leach R. and Marsh D. (2005). Ancillary savings and production benefits in the evaluation of industrial energy efficiency measures. *Proceedings ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry*.
- Mills, E. (2011) *Building commissioning: A golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions in the United*



States.

- Energy Efficiency, 4 (2), pp. 145-173.
- Mills, E., Rosenfeld, A. (1996). Consumer non-energy benefits as a motivation for making energy-efficiency improvements. *Energy*, 21 (7-8), 707-720.
- Mizuishi, T., Ikaga, T., Murakami, S., Kuzuki, R., Yamada, K. (2013). Cost-benefits analysis of non-energy benefits (NEB) for each stakeholders and consideration for redistribution of NEB: Study on low-carbon communities and cities by use of decentralized energy network. *Journal of Environmental Engineering (Japan)*, 78 (684), pp. 175-181.
- Mundaca, L. (2008). Markets for energy efficiency: Exploring the implications of an EU-wide 'Tradable White Certificate' scheme. *Energy Economics*, 30 (6), 3016-3043.
- Pye, M., McKane, A. (2000). Making a stronger case for industrial energy efficiency by quantifying non-energy benefits. *Resources, Conservation and Recycling*, 28, 171-183.
- Rasmussen, J. (2014). Energy-efficiency investments and the concepts of non-energy benefits and investment behaviour. In *Proceedings ECEEE Industrial Summer Study - Retool for a Competitive and Sustainable Industry*, 733-744.
- Rasmussen, J. (2017). The additional benefits of energy efficiency investments—a systematic literature review and a framework for categorisation. *Energy Efficiency*, 10 (6), 1401-1418.
- Ringel, M., Laidi, R., Djenouri, D. (2019). Multiple benefits through smart home energy management solutions—a simulation-based case study of a single-family-house in Algeria and Germany. *Energies*, 12 (8), art. no. 1537.
- Skumatz, L., A., Dickerson, C., A. (1997). Recognizing All Program Benefits: Estimating the Non-Energy Benefits of PG&E's Venture Partner Pilot Program (VPP). *Energy Evaluation Conference*, Chicago, August 1997.
- Ürge-Vorsatz, D., Metz, B. (2009). Energy efficiency: How far does it get us in controlling climate change? *Energy Efficiency*, 2 (2), 87-94.
- Ürge-Vorsatz, D., Novikova, A., Köppel, S., Boza-Kiss, B. (2009). Bottom-up assessment of potentials and costs of CO₂ emission mitigation in the buildings sector: Insights into the missing elements. *Energy Efficiency*, 2 (4), 293-316.
- Weeber, M., Ghisi, E., Sauer, A. (2018). Applying Energy Building Simulation in the Assessment of Energy Efficiency Measures in Factories. *Procedia CIRP*, 69, pp. 336-341.
- Worrell, E., Laitner, J., Ruth, M., Finman, H. (2003). Productivity benefits of industrial energy efficiency measures. *Energy*, 28 (11), 1081-1098.