

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Rätt kombination av energi- och effektåtgärder i kulturhistoriskt värdefulla byggnader	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska The right combination of energy and power measures in heritage buildings	
Universitet/högskola/företag Lunds universitet	Avdelning/institution Byggnadsfysik LTH
Adress Box 118, 221 00, LUND	
Namn på projektledare Hans Bagge	
Namn på ev övriga projektdeltagare Jan Kristoffersson, Dennis Johansson	
Nyckelord: 5-7 st [Klicka här och skriv]	

Förord

Projektet riktar ett stort tack till alla i expertgruppen som engagerat bidragit med värdefull information och idéer som drivit projektet framåt. Projektet tackar forskningsprogrammet Spara och Bevara och Energimyndigheten för finansieringen som möjliggjort att projektet kunnat genomföras.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Summary	2
Inledning/Bakgrund	3
Genomförande	4
Forskargrupp	4
Expertgrupp	5
Metod	5
Resultat	6
Litteraturstudie	6
Workshop I	9
Förslag på åtgärder från Workshop I	12
Analys av föreslagna åtgärder	14
Workshop II	15
Verktuget	17
Målgrupp	17
Innehåll	18
Användning	19
Diskussion	22
Publikationslista	23
Bilagor	24

Sammanfattning

Projektet har utvecklat ett verktyg som är ett beslutstöd riktat till privatpersoner och mindre fastighetsägare. Dessa aktörer fattar viktiga beslut om energieffektiviseringsåtgärder i sina byggnader och det är angeläget ur ett samhällsperspektiv att dessa beslut blir bra i ett helhetsperspektiv. Det handlar dels om att målgruppen behöver kunskap om bredden av olika energieffektiviseringsåtgärder som det går att välja bland och dels om att det behövs en förståelse för hur olika åtgärder påverkar andra aspekter såsom kulturvärden, fuktsäkerhet och inomhusklimat.

Från Spara och Bevara och andra sammanhang finns det många resultat och mycket kunskap om energieffektiviseringsåtgärder som kan synteseras och därigenom kan de enskilda projektens resultat växlas upp och få ett större värde för samhället. Samtidigt kan många energieffektiviserande åtgärder påverka byggnaders arkitektur, estetik och befintliga konstruktion, både invändigt och utvändigt, vilket i sin tur påverkar hur enkelt eller svårt det är att göra olika åtgärder utan att byggnaders kulturvärden påverkas.

Verktyget som är i form av en interaktiv PDF-fil ska vara ett stöd för tidigt i processen (motsvarande förstudie) kunna diskutera olika åtgärder utifrån ett tvärvetenskapligt angreppssätt. Beslutsstödsdelen utgörs av att användaren för olika energieffektiviseringsåtgärder gör bedömningar av åtgärdernas påverkan på ett antal olika aspekter såsom energi, kulturvärden, fuktsäkerhet och ekonomi utifrån det egna husets förutsättningar.

Summary

The project has developed a tool that is a decision support aimed at house owners and smaller property owners. These stakeholders make important decisions about energy efficiency measures in their buildings and it is important from a societal perspective that these decisions are good in a holistic perspective. It is partly about these stakeholders needing knowledge about the breadth of different energy efficiency measures that can be chosen from and partly about the need for an understanding of how different measures affect other aspects such as cultural values, moisture safety and indoor climate.

From the Spara och Bevara programme and other contexts, there are many results and a lot of knowledge about energy efficiency measures that can be synthesized and thereby the results of the individual projects can have a greater value for society. At the same time, many energy efficiency measures can affect the architecture, aesthetics and existing construction of buildings, both internally and externally. This in turn can affect how easy it is to take various measures without affecting the cultural values of buildings.

The tool, which is in the form of an interactive PDF file, should be used as a support early in the process to be able to discuss various measures based on an interdisciplinary basis. In the decision support part of the tool, the user makes assessments of different measures' impact on a number of different aspects such as

energy, cultural values, moisture safety and economy based on the conditions of their own house.

Inledning/Bakgrund

Spara och bevara har som syfte att utveckla och förmedla kunskap och tekniklösningar som bidrar till en energieffektivisering i kulturellt värdefulla byggnader utan att deras värden förstörs eller förvanskas. Energi- och klimatmålen i Sverige, och internationellt, innebär ett stort behov av åtgärder på befintlig bebyggelse. Samtidigt kan många energieffektiviserande åtgärder påverka byggnaders arkitektur, estetik och befintliga konstruktion, både invändigt och utvändigt. Det kan i sin tur påverka hur enkelt det är att göra olika åtgärder utan att byggnaders kulturvärden påverkas.

Olika energieffektiviseringsåtgärder som har undersökts inom Spara och Bevara eller i andra sammanhang berör exempelvis tilläggsisolering, energieffektiv belysning, täthetsåtgärder, ventilation med värmeåtervinning, uppgradering av fönster, bättre drift av system, lägre användning av fastighetsel, verksamhetsel och hushållsel, lägre varmvattenanvändning samt mycket annat. Detta gör att det finns tillgång till många resultat och mycket kunskap som kan synteseras och därigenom kan de enskilda projektens resultat växlas upp och få ett större värde för samhället.

För att uppnå energibesparingar i byggnader med kulturvärden finns en mängd olika åtgärder. Inför beslut om vilka åtgärder som ska utföras behöver risker med åtgärderna synliggöras och beaktas. Man behöver ta hänsyn till både de regler som syftar till att skydda byggnadernas värden och de som syftar till en god luftkvalitet och för övrigt en god inomhusmiljö. Regelverket består både av tvingande lagar, förordningar och myndigheters föreskrifter som ska följas och myndigheters allmänna råd som ger generella rekommendationer kring tillämpning av föreskrifter. Plan- och bygglagen (PBL) har när det gäller skydd av kulturvärden två centrala paragrafer: Förvanskningförbudet: (8 kap 13 §). ”En byggnad som är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt får inte förvanskas” och Varsamhetskravet (8 kap 17 §): ”Ändring av en byggnad ska utföras varsamt så att man tar hänsyn till byggnadens karaktärsdrag och tar till vara byggnadens tekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden” Samtidigt finns t.ex. regler om luftkvalitet i Boverkets byggregler (BBR), Arbetsmiljöverkets föreskrifter och Folkhälsomyndighetens föreskrifter. Den som äger eller förvaltar kulturhistoriskt värdefulla byggnader ställs därför ofta inför dilemman när man överväger olika åtgärder för energieffektivisering och förbättring av inomhusmiljön.

När åtgärder ska göras i byggnadsbeståndet är det av stort intresse för samhället och dess olika aktörer att de lämpligaste åtgärderna väljs utifrån ett helhetsperspektiv. Olika aktörer som fattar beslut om vilka energieffektiviseringsåtgärder som ska göras behöver stöd för att utifrån en stor och svåröverblickbar kunskapsmassa välja rätt. Resultat från enskilda projekt är värdefulla och användbara men för att komma längre med effektiviseringar är det

totala resultatet från flera projekt det som behövs och detta resultat behöver förmedlas på ett anpassat och pedagogiskt sätt till relevanta målgrupper.

För professionella förvaltare finns möjlighet att anlita experter och inom större förvaltningar kan det finnas egen kompetens. I samhället finns olika organisationer såsom Bebo, Renoveringscentrum, fuktcentrum, Spara och bevara etc. som större förvaltare och experter är engagerade inom. Men dessa organisationer har ofta inte mindre fastighetsägare, bostadsrättsföreningar och småhusägare som målgrupp samtidigt som de målgrupperna är aktörer fattar beslut om energieffektiviseringsåtgärder i en inte försumbar andel av byggnadsbeståndet.

Inom projektet har ett verktyg som riktar sig till privatpersoner, mindre fastighetsägare och bostadsrättsföreningar utvecklats baserat på resultat och erfarenheter från både den vetenskapliga litteraturen och från olika branschaktörer eftersom mycket praktisk erfarenhet och inte kunskap inte alltid återfinns i litteratur. Verktöget som är i form av en interaktiv PDF-fil ska vara ett stöd för tidigt i processen (motsvarande förstudie) kunna diskutera olika åtgärder utifrån ett tvärvetenskapligt underlag. Beslutsstödsdelen utgörs av att användaren för olika energieffektiviseringsåtgärder gör bedömningar av åtgärdernas påverkan på ett antal olika aspekter såsom energi, kulturvärden, fuktsäkerhet och ekonomi utifrån det egna husets förutsättningar.

Projektet har genomförts av en forskargrupp från Lunds universitet (huvudman), Uppsala universitet Campus Gotland och Sustainable Innovation. Projektet har haft en expertgrupp med cirka 20 personer som representerar flera olika förvaltare av kulturhistoriskt intressanta byggnader både gällande bostäder och lokaler, Riksantikvarieämbetet, Boverket, Bebo – bostad, expertkonsulter, branschorganisationer och akademi. Under projektet har exempelvis workshoppar använts för att samla in kunskap och erfarenheter samt utveckla och definiera verktygets utformning. Projektet som har finansierats inom Energimyndighetens program Spara och Bevara har pågått mellan 2020-01-01 till 2022-03-31.

Projektet adresserar flera forskningsområden i programmet Spara och bevara. ”Byggnaden som system”, ”Förvaltning, drift och användning”, ”Bygg- och renoveringssystem, gestaltning och arkitektur” och ”Tekniska installationer”. Speciellt bidrar projektet genom sin bredd till programmets mål 1, 3-8 samt 10-12 och att samhället kommer att få bättre förutsättningar att nå uppsatta energimål.

Genomförande

Forskargrupp

Projektets arbete har utförts av en forskargrupp som representerar en bredd vad gäller byggnaders tekniska funktion och kulturhistoriska aspekter.

Jan Kristoffersson, Sustainable Innovation, projektstyrning och koordinering, projektledare

Hans Bagge, Lunds universitet, Byggnadsfysik LTH, universitetslektor, brukares variationer, byggnaders skal och byggteknik, biträdande projektledare

Petra Eriksson, universitetsadjunkt, Uppsala universitet, Campus Gotland, byggnadsantikvarie

Dennis Johansson, Lunds universitet, Installationsteknik LTH, docent, tvärvetenskapliga renovering, installationstekniska system, LCC, inomhusmiljö, biträdande projektledare

Akram Abdul Hamid, Lunds universitet, Byggnadsfysik LTH, biträdande universitetslektor, fuktberäkningar och fuktsäkerhetsrisker

Victor Fransson Lunds universitet, Installationsteknik LTH, energiberäkningar och stokastiska variationer hos brukare och byggnader

Karin Farsäter, Lunds universitet, Installationsteknik LTH, doktorand, Livscykelanalys i renoveringssammanhang

Expertgrupp

Vid projektets start bildades en expertgrupp med syftet att under projektets gång komma med synpunkter både på utformningen (användbarheten) och innehållet (t.ex. avgränsningar) när det gäller metod som projektet utvecklar. Expertgruppen är även en viktig del i att sprida projektets resultat genom det breda nätverk som deltagarna har. Expertgruppen har varit viktig för att förse projektet med erfarenheter om genomförda åtgärder och hur dessa har fungerat över tid.

Gruppen består av drygt 20 personer som representerar flera olika förvaltare av kulturhistoriskt intressanta byggnader både gällande bostäder och lokaler, Riksantikvarieämbetet, Boverket, Bebo – bostad, expertkonsulter, branschorganisationer och akademi.

Bredden på expertgruppen och forskargruppen säkrar att många olika perspektiv och erfarenheter kan säkras/inhämtas så att resultatet är tillämpbart och baseras på en total kunskapsmängd från många olika aktörer i samhället.

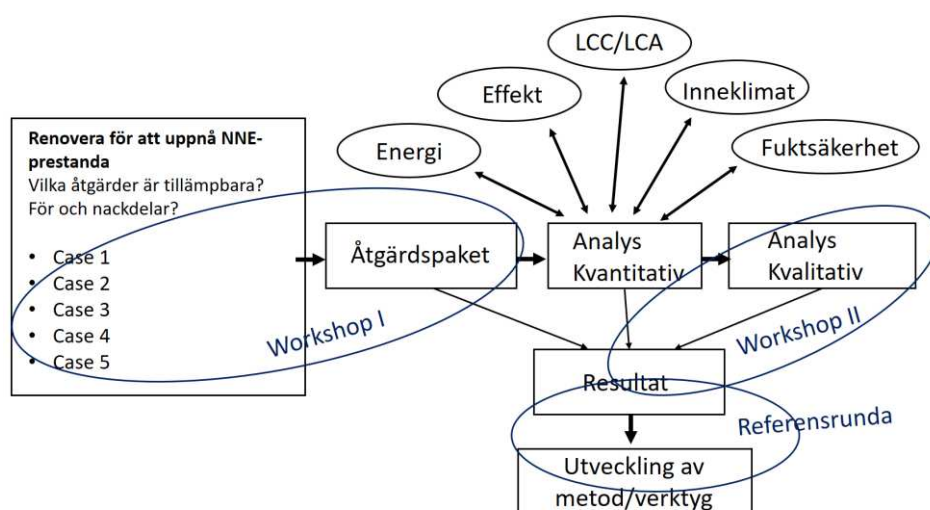
Metod

Projektet har genomförts genom samverkan mellan forskargruppens olika specialistkompetenser och expertgruppens medlemmar som representerar olika nyckelkompetenser utifrån projektets frågeställning. Arbetet har utgått från tidigare genomförda projekt och hur dess olika resultat kan kombineras för att hitta optimala lösningar. I det arbetet är det angeläget att ha en bred forskar- och expertgrupp som kan analysera olika kombinationer av resultat ur tillräckligt många synvinklar samtidigt som det finns en förståelse för helheten och tillämpningen.

Arbetet har inkluderat en litteraturstudie av tidigare projektresultat samt andra källor inom renovering, nationellt och internationellt samt kvalitativ genomgång av fastighetsägares erfarenheter av tänkbara åtgärder. Ett antal möjliga kombinationsscenarion som tillämpats på olika typbyggnader har analyserats både

kvantitativt och kvalitativt. Utifrån dessa resultat har ett verktyg som ska kunna användas som ett beslutsstöd tagits fram.

Arbetet och interaktionen mellan forskargruppen och expertgruppen sammanfattas i Figur 1. Under Workshop I studerades fem olika case med byggnader av olika ålder och användning. För varje case togs relevanta och vad som av gruppen bedömdes som genomförbara förslag på olika åtgärder fram för olika nivåer av energieffektivisering. Inför Workshop II analyserade forskargruppen de olika föreslagna åtgärderna för respektive case. Under Workshop II vägdes kulturhistoriska aspekter in och till analyserna lades kvalitativa aspekter till för att bedöma åtgärderna i ett helhetsperspektiv. Baserat på resultaten från Workshop I och II utvecklades verktyget. Under utvecklingen av verktyget har synpunkter från expertgruppen tagits in genom att material skickats på remiss.



Figur 1 Aktiviteter med expertgruppen

Det har varit centralt att verktyget ska utgå från att bevara kulturmiljöer i byggnader där energieffektiviserande åtgärder genomförs. Samtidigt ska det visa på möjligheterna att faktiskt genomföra energieffektiviseringsåtgärder i äldre byggnader men också skapa en medvetenhet om andra aspekter såsom fuktsäkerhet, inomhusmiljö och ekonomi. Informationen är på en nivå där det ska gå att relatera till den utan att ha expertkunnskap inom varje delområde. Målet är att fastighetsägare i tidiga skeden, motsvarande förstudie, ska få upp ögonen för den totala problematiken och få både inspiration för vad som går att göra och en förståelse för att allt inte går att göra eller inte bör göras av olika skäl.

Resultat

Litteraturstudie

Målet med litteraturstudien har varit att sammanställa resultatet från litteraturen, samt analysera vilka aspekter som har tagits i hänsyn som är relevanta för

byggnader i Sverige. Sökningar i olika databaser har gjorts för att finna publikationer som antingen behandlar renoveringsåtgärder eller metodik för renovering av historiska byggnader. Litteraturstudien har sammanfattats i en konferensartikel som har skickats till konferensen 5th Central European Symposium on Building Physics som äger rum 5-7 september 2022.

När det gäller litteratur som behandlar renoveringsåtgärder har följande frågeställningar undersökts:

- Vilka åtgärder övervägdes?
- Är åtgärderna relevanta för renoveringar av svenska kulturminnesbyggnader?
- Har de ingående byggnadernas kulturvärden beaktats?
- Vad blev resultatet av den granskade studien?
- Vilka är de vanligaste kombinationerna?

När det gäller litteratur som behandlar metodik har följande frågeställningar undersökts:

- Vilka parametrar tar metoden hänsyn till? T.ex. tar det hänsyn till kulturella värden?
- Är metodiken en djupgående strategi med fokus på specifika detaljer eller en övergripande metod som försöker vara holistisk?
- Är metodiken relevant för renovering av svenska kulturminnesbyggnader?
- Kan metoden tillämpas av icke-expert (lekmän)?

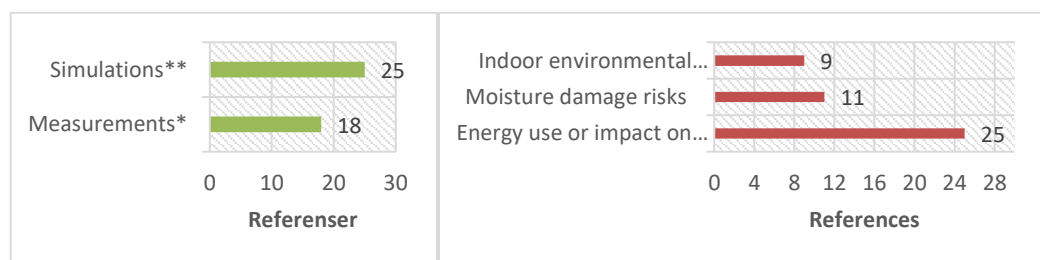
Tabell 1 presenterar de sökmotorer som använts tillsammans med sökord och kommentarer. Sökningarna har utförts på titel, abstract och nyckelord, då det antagits att det som är viktigt nämns inom dessa tre. Alla funna artiklar har sedan gåtts igenom manuellt genom att:

1. Genomläst abstract i funna träffar för att hämta hem de publikationer som är relevanta för studien. För trots använda sökord finns flertalet publikationer som inte alls är relevanta för studien.
2. Granskat hämtade publikationer med hänsyn till studiens mål och kategoriserat dem.
3. Läst igenom publikationer som specifikt behandlar strategier för renoveringsåtgärder på kulturhistoriska byggnader, och publikationer som studerat inverkan av olika kombinationsåtgärder (ej specifikt på byggnader av kulturhistoriskt värde).

Tabell 1: Sökmotorer, sökord, och kommentar om relevanta resultat.

Sökmotor	Sökord	Relevant? (Ja/Nej, kommentar)
Engineering Village	(heritage OR historic OR cultur*) AND (singlefamily OR detached OR multifamily) AND building AND (renovation OR refurbishment OR retrofitting)	Ja.
Scopus	(heritage OR historic OR cultur*) AND (singlefamily OR detached OR multifamily) AND building AND (renovation OR refurbishment OR retrofitting)	Sortering på olika relevanta kategorier före hämtning av litteratur.
ScienceDirect	(heritage OR historic OR culturally) AND (singlefamily OR detached OR multifamily) AND (renovation OR refurbishment OR retrofitting)	Nej.
Taylor & Francis	(heritage OR historic OR culturally) AND (singlefamily OR detached OR multifamily) AND (renovation OR refurbishment OR retrofitting)	Sortering på olika relevanta journaler före hämtning av litteratur.
SwePub	Motsvararande ovan, men på svenska, och även andra variationer.	Ja

Efter att ha läst sammanfattningar av hundratals publikationer som hittats genom sökningen kvarstod 72 publikationer som relevanta med tanke på syftet med denna studie. Många av dessa publikationer behandlar minst en renoveringsåtgärd som är relevant för historiska byggnader i Sverige. Kategoriseringen av dessa publikationer sammanfattas i .



Figur 2 Kategorisering av publikationer som behandlar renoveringsåtgärder.

*Mätningar eller andra praktiska undersökningar, såsom labbexperiment.

**Simuleringar, beräkningar eller hypotetiska analyser.

Det finns flera publikationer som har studerat inverkan av olika kombinationer av renoveringsåtgärder på äldre byggnader, men bland de som bedömts relevanta för

denna studie är det få som faktiskt tar hänsyn till kulturhistoriska värden vid val av kombinationspaket. Sammanfattningsvis, mest undersökta paket är:

1. Förbättring av klimatskal
 - a. Fasadisolering
 - b. Takisolering
 - c. Fönsterbyte
2. Byte av värmesystem
 - a. Byte av panna från olja eller gas till annat bränsle
 - b. Byte till mer effektiv panna
3. Värmeåtervinning i ventilation (FTX)

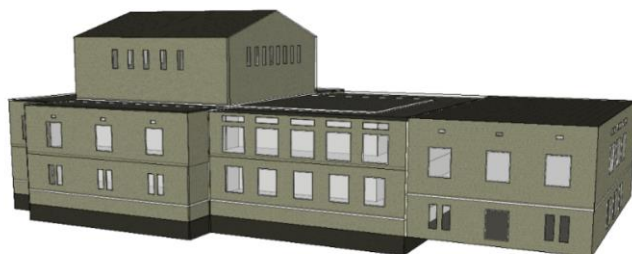
Det finns strategier/ metodologier för val av renoveringsåtgärder som inkluderar olika aspekter; energi, koldioxidutsläpp (LCA), inneklimat, fuktsäkerhet, teknisk funktion, kulturvärden, m.m. Vissa går djupare in på en eller flera av dessa aspekter, medan andra ger en övergripande metodologi som inkluderar hänsynstagande till eller avvägning mellan flera olika aspekter. De mer övergripande metodologierna är nära till att vara holistiska men går inte in på detaljer om hur alla inkluderade aspekter ska bedömas. Några av metoderna är riktade direkt till experter medan några inte direkt är det men bedöms ändå behöva inblandning, rådgivning eller konsultation med experter för korrekt tillämpning. Därmed är ingen metod direkt riktad till icke-experter såsom småhusägare och "mindre" förvaltare såsom bostadsrättsföreningar.

Workshop I

Som underlag för diskussioner på workshops togs fem case fram. Casen exemplifierar olika relevanta byggnadstyper. Byggnaderna beskrivs med mycket begränsad information med syftet att vara generiska beskrivningar som kan utgöra bakgrund till diskussion om tillämpliga åtgärder i samband med renovering. Olika typer av byggnader och olika ålder valdes för att få fram en bredd av åtgärder och begränsningar etc. De olika casen beskrivs i Figur 3 till och med Figur 7.

En teater i en medelstor svensk stad. Teatern är byggd på 1890-talet i stilen nyrenässans

Ventilationen bedöms behöva åtgärdas och detta initierar att en renovering behövs.

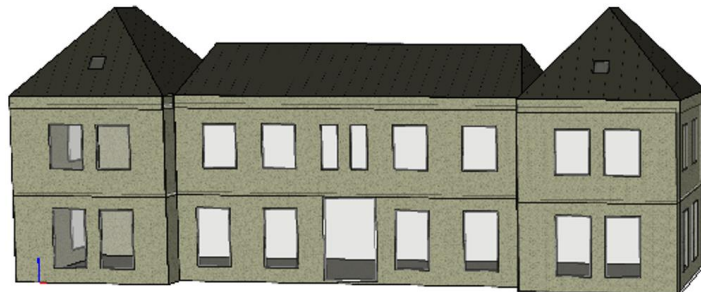


$A_{temp}=2729 \text{ m}^2$
 $A_{oms}=3234 \text{ m}^2$
 $U_{medel}=1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $q_{vent}= 1,19 \text{ l}/(\text{sm}^2)$
 $q_{läck}=1,6 \text{ l}/\text{sm}^2 \text{ ext area}$

Figur 3 Case 1

En järnvägsstation byggd kring 1860 i herrgårdsstil

En järnvägsstation byggd kring 1860 i herrgårdsstil. Byggnaden ska nu renoveras för att inrymma en ny kontorsverksamhet.

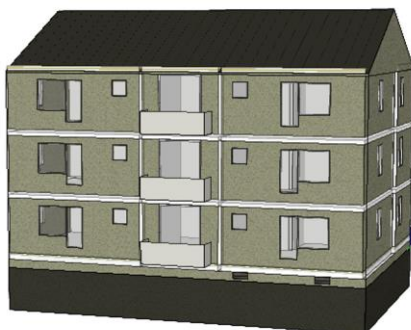


$A_{temp}=655 \text{ m}^2$
 $A_{oms}=1376 \text{ m}^2$
 $U_{medel}=1,55 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $q_{vent}= 0,25 \text{ l}/(\text{sm}^2)$
 $q_{läck}=1,6 \text{ l}/\text{sm}^2 \text{ ext area}$

Figur 4 Case 2

3-våningshus i folkhemsstil ca 1950

Statusen på fönster och fasad gör att huset nu behöver renoveras.

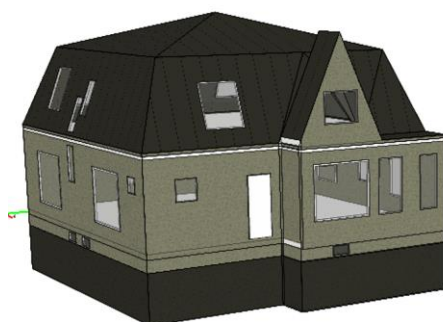


Atemp=793m²
Aoms=1050 m²
Umedel=1,34 W/(m²K)
qvent= 0,33 l/(sm²)
qläck=1,6 l/sm² ext area

Figur 5 Case 3

En villa i jugendstil som är byggd på 1920-talet

Villan behöver renoveras på grund av statusen på både tak och fönster.

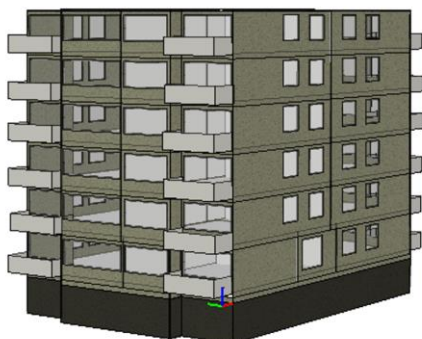


Atemp=324 m²
Aoms=637 m²
Umedel=1,25 W/(m²K)
qvent= 0,25 l/(sm²)
qläck=1,6 l/sm² ext area

Figur 6 Case 4

Ett höghus byggt under miljonprogrammet

Stammar och ytskikt bedöms vara uttjänta och en renovering behövs.



Atemp=2201 m²
Aoms=1965 m²
Umedel=1,32 W/(m²K)
qvent= 0,24 l/(sm²)
qläck= 2,6 l/sm² ext area

Figur 7 Case 5

Workshop I inleddes med en gemensam genomgång av projektets mål och syfte. De olika casen presenterades och nedanstående diskussionspunkter gick igenom innan gruppdiskussioner tog vid.

Följande utgångspunkter låg till grund för diskussionerna om respektive case:

- Vilka grundförutsättningar finns
- Diskutera två ambitionsnivåer:
 - Bara åtgärda det nödvändiga
 - Uppnå NNE-nivå
- Vilka konkreta åtgärder bedöms tillämpbara och vilka för/nackdelar har de med tanke på:
 - Genomförbarhet
 - Bevarandevärde
 - Energi och LCA
 - Inneklimat
 - Hållbarhet (fukt, underhåll)

Grupper om 4-5 personer tilldelades var sitt case och diskuterade enskilt med målet att komma fram till konkreta åtgärder som sågs som tillämpbara. Som avslutning diskuterades alla casen och de åtgärder som setts som tillämpbara i flera av casen i plenum. Efter workshoppen sammanställdes de olika gruppernas resultat och skickades på remiss till expertgruppen för att säkerställa att allt kommit med.

Förslag på åtgärder från Workshop I

Gruppdiskussionerna under Workshop I ledde fram till ett antal olika förslag på energibesparande åtgärder. En slutsats från den totala diskussionen var att det för varje byggnad finns flera möjliga åtgärder men att det för samtliga byggnader kan vara svårt att nå en nära-nollenerginivå utan att påverka byggnadernas

karaktärsdrag. Samtidigt lyftes att det går att nå långt vad gäller energieffektivisering men att de kan vara ekonomiskt kostsamt om inte byggnadens karaktärsdrag ska påverkas negativt. Flera av åtgärderna föreslogs för samtliga byggnader. Allmänna kommentarer för några av de föreslagna åtgärderna var att ventilationsåtgärder såväl som isoleringsåtgärder är mycket beroende av möjlighet i det faktiska fallet. Underhåll och tekniska förvaltningsåtgärder lyftes som åtgärder som kan genomföras utan att påverka byggnaden. Deltagarna lyfte även att det kan finnas fall när en sänkning av ventilationens luftflöde och undvikande av värmeåtervinningssystem kan användas även om det kan påverka inomhusmiljöns kvalitet. Det fanns en samstämmighet gällande att inte ändra användningen av en äldre byggnad på ett orimligt sätt.

Nedan presenteras de vanligaste och mest generella föreslagna åtgärderna uppdelat på olika installationer, klimatskal etc.:

Installationer – ventilation:

- FVP alt FTX
- Årstidsanpassning
- Behovsstyrning
- Termitventilation

Installationer – värmesystem:

- Byte 1-rör till 2-rör
- Driftoptimering
- Avancerad värmestyrning
- Avloppsvärmeväxlare

Klimatskal:

- Tilläggsisolering fasad insida/utsida
- Impregnera fasad
- Fönsterbyte
- Renovering och uppgradering av fönster
- Täta fasad
- Vindsisolering

Primärenergisystem:

- Värmepumpar, FVP, Bergvärmepump
- Solceller på tak

Drift:

- Utbildning av personal boende

Resultatet från Workshop I sammanfattades i en konferensartikel som presenterades på konferensen SBE21 Sustainable Built Heritage: renovating historic buildings towards a low-carbon built heritage.

Analys av föreslagna åtgärder

Inför Workshop II analyserades energianvändning, maxeffekt, fuktsäkerhet och inneklimat.

Beräkningar av energibesparing samt minskning av maxeffekt utfördes med IDA-ICE. I Figur 3 till och med Figur 7 presenteras exempel på de geometriska modellerna i IDA-ICE för de fem casen. För varje case har IDA-ICE beräkningar genomförts för följande energieffektiviseringsåtgärder:

- Tilläggsisolering 1: yttervägg med 10 cm cellplast/mineralull
- Tilläggsisolering 2: Tak 20 cm mineralull
- FTX med 80 % verkningsgrad begränsning avluft 1°C
- Fönster -> Till U-värde 1 W/(m²·K)
- Lufttätning -> Till 0,3 l/(s·m²) (vid 50 Pa)

Exempel på hantering av indata för energiberäkningar samt bedömning av fuktsäkerhet och inneklimat:

Klimatskal:

- K-ritningar
- Så byggdes husen/Villan

Uteklimate:

- Sthlm - Meteronorm

Ventilationsflöde:

- Medelflöde ELIB
- Medelflöde BETSI
- Uppmätta värden tidigare projekt

Internlaster:

- BEN 2
- Teaterprofiler från WUFI
- Antal tillställningar och besökare medeltal teaterns hemsida

Geometri/Förenklingar:

- Från K-ritningar
- Så byggdes husen
- Flerbostadshus en zon/lgh och separata trapphus
- Villa & järnvägsstation en zon/plan
- Teater uppdelat på användning
- Källare 1 zon i alla case

Resultatet från IDA-ICE beräkningarna, årlig energianvändning samt maxeffektbehov, presenteras i Tabell 2.

Tabell 2: Resultat från IDA för de fem casen och föreslagna åtgärder

	Beräknad årlig energianvändning för grundfall och för respektive åtgärd					Beräknad maxeffekt för uppvärmning för grundfall och för respektive åtgärd				
	Folkhemsstil 1950	Teater 1890	Järnvägsstation 1870	Jugendvilla 1920	Miljonprogram 1960	Folkhemsstil 1950	Teater 1890	Järnvägsstation 1870	Jugendvilla 1920	Miljonprogram 1960
Grundfall [kWh/(m ² ·år)]	130	268	190	195	109	130	268	190	195	109
Åtgärd						Besparing				
Tilläggsisolering vägg [kWh/(m ² ·år)]	109	239	142	169	88	16%	11%	25%	13%	19%
Tilläggsisolering tak [kWh/(m ² ·år)]	126	239	167	191	104	3%	11%	12%	2%	5%
FTX [kWh/(m ² ·år)]	104	164	160	176	88	20%	39%	16%	10%	19%
Byte fönster [kWh/(m ² ·år)]	118	262	163	178	88	9%	2%	14%	9%	19%
Lufttätning [kWh/(m ² ·år)]	124	263	182	183	96	5%	2%	4%	6%	12%

Fuktsäkerhet och inneklimat har analyserats för respektive case och ett bedömt relevant urval av åtgärder som föreslagits för det specifika caset och i förekommande fall även andra bedömt tillämpbara åtgärder föreslagna för andra case. Underlaget och bedömningarna presenteras i bilagan Kvalitativ fuktsäkerhetsbedömning av Case 1-5. För att sammanfatta bedömningarna har tre nivåer använts som representeras av ”smileys” i tre steg 😊, 😐 och ☹.

Workshop II

Workshop II inleddes med att det för de olika casen identifierades för byggnadstyperna olika typiska karaktärsbärande element. Grupper om 4-5 personer tittade på minst tre olika case. Detta var dels som en inledning till den kommande diskussionen om olika energieffektiviseringsåtgärder för de olika casen men även som en del i att utveckla den del av verktyget som hanterar karaktärsbärande element. Nedan presenteras några exempel vad som lyftes för respektive case:

Case 1:

- Rikt dekorerad putsfasad, fasadkulörer, symmetri
- Dekorationer vidnock och takfot
- Synliga äldre installationer i salongen
- Kvadratiskhet, gavelmotiv, proportioner
- Fönsterordning, originalfönster

Case 2:

- Fönstersättning, ljusinsläpp
- Tydlighet, exempelvis entré
- Detaljrikt tak och takfot
- Funktionen, ursprungligt ändamål bidrar till värdet

Case 3:

- Sparsmakad arkitektur, få detaljer
- Tydliga socklar och entréer
- Material i fönster
- Kulör på fasad
- Helhetsintrycket skapar karaktärskänslan

Case 4:

- Plåtarbeten
- Material som hör ihop
- Fasadkulör

Case 5:

- Kontrast mellan fasadskiva och balkonger
- Avsaknad av detaljer
- Repetitiv fönstersättning
- Puts, detaljer såsom ”glittrig” puts
- Flackt tak
- Stor byggnadskropp, skulpturalt

Med underlaget från identifieringen av karaktärbärande element och ett material där det i en tabell sammanställts resultat från Workshop I samt resultatet av arbetet inför Workshop II, diskuterades i grupper och gjordes sammanvägda bedömningar av olika åtgärder för de olika casen. Varje grupp diskuterade flera olika case.

För varje åtgärd och för respektive case bedömdes om åtgärden:

- Bör genomföras
- Bör ej genomföras
- Kan eventuellt genomföras

och för varje åtgärd för respektive case bedömdes om insatser som krävs för att bevara kulturmiljön är:

- Små
- Medel
- Stora

En generell slutsats från Workshop II var att det finns ett stort behov av ett kvalitativt angreppssätt och att det i ett tidigt skede är svårt att vara exakt vad gäller siffror. Den personliga kunskapen och erfarenheten visade sig vara viktig och det var inte alltid som alla i en grupp var överens om vad som var de bästa lösningarna och kombinationerna av åtgärder. Det är svårt med generella rekommendationer i och med att det blir mycket individuellt utifrån den aktuella byggnaden och att det är mycket viktigt att det finns förståelse och kunskap om förutsättningarna i den aktuella byggnaden. Och, det är svårt att hitta ett objektivet sätt att vikta olika aspekter när det kan vara svårt att sätta ett exakt värde på bvarande av kulturmiljö, en bättre fuktsäkerhet eller en bättre inomhusmiljö.

Denna del av workshopen innebar även ett test av hur ett verktyg för att bedöma åtgärder skulle kunna utformas.

Verktyget

Verktyget har utvecklats under projektets gång och projektets olika aktiviteter har gett input till utvecklingen och återkoppling på olika delar. I bilagan ”Energiåtgärder i äldre hus_vad blir bäst för oss” finns den interaktiva PDF-fil som utgör verktyget, se Figur 8.

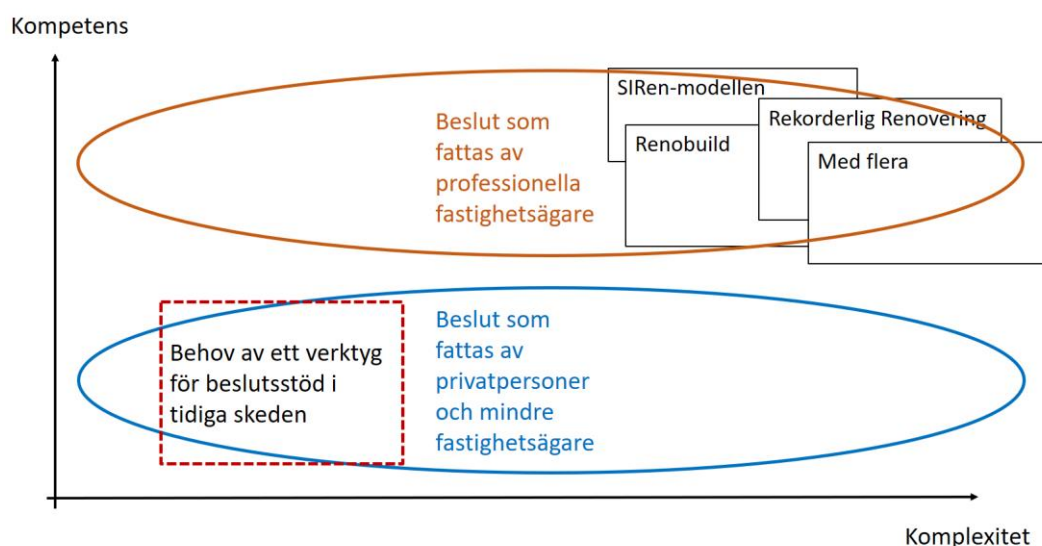


Figur 8 Försättsbladet på det interaktiva PDF-dokument som utgör verktyget

Målgrupp

Under Workshop II diskuterades målgruppen för verktyget och var i processen det behövs för att göra störst nytta. Diskussionen gav att det finns mycket kunskap i den vetenskapliga litteraturen och inom olika nätverk men att nätverken och forskningslitteraturen inte når mindre fastighetsägare och privatpersoner. Det finns en risk att mindre fastighetsägare och privatpersoner inte väljer åtgärder utifrån ett tillräckligt bra beslutsunderlag. Det finns många olika tillgängliga verktyg med hög ambitionsnivå för att välja mellan olika åtgärder utifrån olika aspekter men verktygen har ofta en hög tröskel. Medvetenheten om befintliga

verktyg bedöms som låg hos mindre förvaltare och privatpersoner och verktygen riktar sig inte till dessa aktörer. Det bedöms finnas ett behov av ett verktyg som riktar sig till privatpersoner och mindre fastighetsförvaltare och som kan användas tidigt i processen för att på ett medvetet sätt välja relevanta åtgärder. Ovanstående illustreras i Figur 9.



Figur 9 Illustration av målgrupp och funktion för verktyget.

Baserat på resultatet från diskussionen beslöts inom forskargruppen att verktyget ska utvecklas för att vara information och inspiration till mindre fastighetsägare och privatpersoner. Verktyget ska visa på den kunskap om olika åtgärder som finns inom den vetenskapliga litteraturen och inom olika nätverk. Verktyget ska vara ett stöd för att privatpersoner och mindre fastighetsägare tidigt i processen (motsvarande förstudie) ska kunna diskutera olika åtgärder utifrån ett tvärvetenskapligt underlag. Detta svarar på slutsatsen i projektets beslut ”Det bedöms finnas ett stort behov av tydliga och pedagogiska riktlinjer och principer för hur såväl privatpersoner och professionella fastighetsförvaltare ska tänka och agera för att både spara och bevara.”.

Innehåll

Projektets olika delar har alla bidragit till att samla in och ta fram det innehåll som finns i verktyget. Utformningen av verktyget har delvis varit en iterativ process under projektets gång.

Verktyget paketerar en syntes av kunskap från litteratur, fackkunskap och erfarenheter från en bredd av branschaktörer för en ny målgrupp. Det är unikt med bredden av områden som tillsammans hanteras i ett verktyg för de aktuella målgrupperna och som syftar till att vara pedagogiskt samtidigt som det ska

vägleda för att fatta beslut och ta nästa steg i processen. Nästa steg i processen kan handla om att ta olika kontakter och ställa relevanta frågor till olika aktörer såsom myndigheter, konsulter och entreprenörer.

Användning

Verktöget är en kombination av information och beslutsstöd. Beslutsstödsdelen utgörs av att användaren för en eller flera energieffektiviseringsåtgärder gör bedömningar av åtgärdens påverkan på ett antal olika aspekter såsom energi, fuktsäkerhet och ekonomi utifrån det egna husets förutsättningar. Bedömningen görs genom att verktöget systematiserar genomgången av olika aspekter och för varje aspekt och kopplat till en viss åtgärd finns exempel på fördelar och olika saker att vara uppmärksam på. Användaren får själv kommentera utifrån det egna huset.

Eftersom bevarande av kulturmiljö är centralt och eftersom det kan vara styrande i förhållande till vilka energieffektiviseringsåtgärder som kan vara aktuella inleds verktögets interaktiva del med en identifiering av det aktuella husets kulturvärden utifrån de mest centrala karaktärsdragen och de karaktärsbärande elementen. I verktöget bedöms för:

- Byggnadens fasas och väggar
- Byggnadens tak och takelement
- Fönster
- Dörrar
- Övrigt

om identifierade karaktärsbärande element är:

- Mycket viktigt för husets karaktär, får inte förvanskas eller förändras.
- Viktigt för husets karaktär, behåll och förändra så lite som möjligt.
- Viss betydelse och ska hanteras varsamt vid en förändring.

Som inledning till det egna arbetet med detta finns en illustrerad genomgång som exemplifierar hur olika karaktärsbärande element kan identifieras.

För varje energieffektiviseringsåtgärd finns en egen interaktiv sida/sidor. Överst på sidan kan kryssrutor markeras för att ange om åtgärden är intressant och om den är bedömt samt vilket år den skulle kunna vara aktuell att genomföra. Det som kryssas i här förs in i en lista där alla olika åtgärder finns för att skapa en överblick över vilka åtgärder som har bedömts som intressanta i det specifika fallet och om det har gjorts en bedömning av åtgärderna. Det ger en lista med ett åtgärds paket som kan vara tillämpligt i det aktuella huset. Figur 10 illustrerar en sida som beskriver hur den interaktiva delen av verktöget används. Den sidan följs av korta genomgångar av respektive aspekt som en introduktion till den egna genomgången av olika åtgärder uppdelat på:

- Status- och behovsbedömning
- Husets karaktärsdrag
- Energibesparing

- Fuktrisker
- Inneklimat, Innemiljö
- Ekonomi.

Innehållet för respektive aspekt bygger på en syntes av det totala resultatet från projektet vilket inkluderar input från forskargruppen, expertgruppen, workshops, litteraturstudie, etc.

Miljöpåverkan och LCA hanteras i ett längre kapitel som översiktligt introducerar hur miljöpåverkan kan hanteras med LCA. Bedömningen har gjorts att miljöpåverkan inte kan tas med som en interaktiv del i detta verktyg då komplexiteten att genomföra en LCA är för stor och en förenkling är inte tillämpbar utan skulle kunna leda till felbedömningar. Istället valdes att göra en utförligare beskrivning för att introducera möjligheten och att dessa typer av analyser kan efterfrågas i samband med förfrågningsunderlag eller upphandling. Generellt har det gjorts avvägningar mellan att ha med tillräckligt med text för med tillräckligt djup introducera problematiken av ett tvärvetenskapligt angreppssätt samtidigt som en för stor textmassa bedömts begränsa användarvänligheten och att texten faktiskt läses.



Figur 10 En av sidorna i det interaktiva PDF-dokumentet som beskriver hur verktyget används.

I verktyget hanteras följande åtgärder på separata sidor per åtgärd:

- Klimatskal
 - Tilläggsisolering vindsbjälklag
 - Tilläggsisolering under yttertaket
 - Åtgärder ytterväggar utvändigt (tilläggsisolering, impregnering och liknande)
 - Åtgärder ytterväggar invändigt (tilläggsisolering)
 - Tilläggsisolering källare utvändigt
 - Tilläggsisolering källare invändigt
 - Tilläggsisolering krypgrund (uteluftsventilerad)
 - Dränering
 - Tätning av klimatskal (kring öppningar och genomföringar)
- Fönster (del av klimatskalet)
 - Byte till nya fönster
 - Komplettering av två-glasfönster med invändig isolerruta/klimatruta (kassett)
 - Byte av glas i innerbågen till lågmissionsglas alternativt isolerruta (kassett)
 - Byte av tätning mellan båge och karm (lister)
- Ventilation
 - FTX-centralt
 - FTX rums/lägenhetsvis
 - Återvinning frånluftsvärmepump (FVP)
 - Styrning (förstärkt) självdrag
 - Rensning och översyn av ventilationskanaler (täthet, spjäll etc.)
 - Byte av äldre fläktar till nya med frekvensstyrning
- Värmesystem
 - Kontroll av styrning
 - Byte från 1-rörs till 2-rörssystem
 - Avloppsvärmeväxlare
 - Översyn av värmekulvert (tilläggsisolering, byte)
 - Injustering av värmesystem
 - Byte av cirkulationspump
 - Installation av solvärmefångare för tappvarmvatten
 - Övergång till fjärrvärme
 - Övergång till värmepump (berg, luft, vatten)
 - Installation/ byte av termostatventiler
- Driftel
 - Byte till LED-armaturer med styrning
 - Installation av solpaneler (PV)
- Användar- och driftrelaterat (flerbostadshus)
 - Utbildning av driftpersonal
 - Utbildning av boende
 - Individuell debitering av tappvarmvatten
 - Individuell debitering värme

- Annan åtgärd (egna förslag)

Diskussion

I det verktyg som utvecklats i projektet belyses ett antal olika aspekter som behöver tas hänsyn till kombinerat för att välja den mest lämpade kombinationen av energieffektiviseringsåtgärder. Verktøget kompletterar standarden Bevarande av kulturarv – Riktlinjer för förbättring av energiprestanda i historiska byggnader SS-EN 16883:2017 genom att exemplifiera vilka effekter olika åtgärder kan ha på byggnaden avseende kulturvärden men också andra aspekter såsom energibesparing, fuktrisker och inomhusklimat som en fastighetsägare måste förhålla sig till inför beslut om energieffektiviserande renovering.

Det är viktigt att varje åtgärd bedöms utifrån en helhetsbedömning. Åtgärder som initialt kan verka enkla att göra för att spara energi kan innebära risker med tanke på andra aspekter. En åtgärd som kan minska energianvändningen kan samtidigt försämra fuktsäkerheten som i sin tur kan påverka inomhusmiljön. Beroende på hur byggnadens ventilation fungerar kan olika lösningar eller ytterligare åtgärder behövs i samband med exempelvis uppdatering av fönster. Hur fungerar åtgärden tillsammans med husets arkitektur och konstruktion och hur påverkas kulturvärdena?

Det är alltså viktigt att det finns ett bra beslutsunderlag som grund för att bestämma vad som ska göras och för att identifiera vilka frågor eller problemställningar man behöver svar på innan man bestämmer sig för olika åtgärder. Om åtgärder väljs med endast energieffektivisering i beaktande finns dessutom en risk att man i slutändan hamnar i problem på andra områden med följden att mer energi måste användas för att åtgärda problemen.

Varje byggnad är unik med sin egen historia och stora avvikelser kan finnas mellan byggnader som vid en första anblick är mycket lika varandra. Därför kan samma åtgärd fungera bra i en byggnad medan den kan vara till mindre nytta eller till och med innebära en risk i en annan byggnad. Det är avgörande att ha en god förståelse för den egna unika byggnaden och det är många kvalitativa aspekter såväl som erfarenhet som kan vara utslagsgivande för vad som i ett givet fall bedöms vara den bästa kombinationen av åtgärder.

Verktøget har privatpersoner och mindre fastighetsägare som huvudsakliga målgrupper men är på inget sätt begränsat till dessa då utformningen är generell. Med tanke på att många olika aktörer och professioner är involverade i renoveringar och energieffektiviserande åtgärder bör verktøget kunna fungera som ett stöd i många organisationer där det är viktigt att skapa en förståelse för helheten i tidiga skeden.

Kunskapsfronten rör sig hela tiden framåt och det skulle om några år kunna vara lämpligt att i ett projekt uppdatera verktøget utifrån de senaste resultaten från den vetenskapliga litteraturen och de senaste erfarenheterna från olika aktörer inom Sverige. Med tanke på att andra länder på samma sätt som Sverige behöver

energieffektivisera det befintliga byggnadsbeståndet hade det kunnat vara spännande att undersöka hur verktyget skulle kunna anpassas för att användas i andra länder, kanske framförallt i Norden som har liknande uteklimat. Det hade varit intressant att kunna samla in erfarenheter från användare av verktyget för att framåt i ett projekt kunna uppdatera verktyget för att utveckla användandet av det. Verktygets format i form av en interaktiv PDF-fil har valts dels för att det ska vara tillgängligt för så många som möjligt via Acrobat Reader som är gratis och där det enkelt går att göra utskrift på papper om så önskas, dels för att det framåt ska finnas möjligheter att förhållandevis enkelt göra uppdateringar.

Publikationslista

D Johansson et al 2021, Prioritize the right energy measures in historic buildings – approach and measure selection, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 863 012042

Abstract: The overall energy goals mean that more and more extensive measures need to be applied on buildings with varying degrees of heritage value. Previous studies show that there are a number of measures that have a beneficial impact on different parts of the energy system in historic buildings. What is now needed is a holistic approach that provides an opportunity to prioritize which measures are most important and should be combined. An ongoing research project is working on a method that will enable the reduction of energy and power needs for historic buildings on a larger scale by allowing different actors to choose optimal combinations of measures out of a number of important parameters. This paper identifies such parameters, as well as five cases for a future case study on combined measures. The effect of the implementation of various measures regarding both energy and power will be reviewed and interviews will be conducted with owners and managers of buildings to gather their quantitative and qualitative experiences regarding such measures. Finally, the most relevant energy measures are listed for further analysis in future simulation studies.

A Abdul Hamid et al 2022, Strategies and combinations of measures for renovations of heritage buildings – a review, Submitted to 5th Central European Symposium on Building Physics

Abstract: In order to achieve environmental goals, the impact of the European building stock on the environment needs to be reduced through renovation measures. However, with regard to heritage buildings, the choice of measure(s) must simultaneously consider the preservation of the cultural and historical values. Besides the impact on such values, energy-efficiency measures can result in increased risks for moisture damage and the diminishment of the indoor environmental quality. Furthermore, a measure's impact on a building's environmental print is not self-evident, adding further to the difficulty of choice. This paper synthesizes and reviews existing literature on choosing renovation measures for heritage buildings, and literature dealing with choosing the

combination of renovation measures. The paper shows that several publications present strategies/ methodologies for the choice of renovation measures for heritage buildings, however, none are holistic, and none detail the choice out of a holistic perspective. Furthermore, there are several publications that have investigated the impact of different combinations of measures on older buildings, however, few that consider cultural values. Through this literature review, this paper states the need for a holistic approach for choosing renovation measures for heritage buildings.

Bilagor

- Administrativ bilaga
- KÄNSLIG INFORMATION: A Abdul Hamid et al 2022, Strategies and combinations of measures for renovations of heritage buildings – a review, Submitted to 5th Central European Symposium on Building Physics
- KÄNSLIG INFORMATION: D Johansson et al 2021, Prioritize the right energy measures in historic buildings – approach and measure selection, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 863 012042
- Kvalitativ fuktsäkerhetsbedömning av Case 1-5
- Energiåtgärder i äldre hus – vad blir bäst för oss?

