

Hur mycket energi kan vi spara i våra flerbostadshus?

Byggnadsbeståndsmodellering för anpassade renoveringar av flerbostadshus.

Vad är den faktiska energisparpotentialen i vårt byggnadsbestånd? Hur kan den beskrivas och vilka faktorer bör beaktas? Genom modellering av större byggnadsbestånd i olika skalor, från byggnadsnivå över basområde till hela staden, och med geografisk anknytning undersöks renoveringsbehovet och relaterade energisparpotentialer i flerbostadshusbestånd i allmänhet och Göteborg i synnerhet.

Även om det råder en bostadsbrist och nyproduktionen åter är i fokus, är det viktigt att inte glömma bort det som redan är byggt. Den tekniska och teoretiska potentialen för att minska energianvändningen i byggnadsbeståndet är stor. Däremot är den faktiska potentialen mindre känd och renoveringstakten är i praktiken långsam.

Beslutsunderlag för att minska suboptimering

För enskilda projekt och enstaka byggnader har man kunnat visa stora minskningspotentialer ur ett energi- och klimatpåverkansperspektiv, men dessa lösningar är inte alltid skalbara till ett större bestånd då förutsättningar skiljer sig åt. Tidigare projekt hanterar delvis dessa faktorer men ingen har tagit ett helhetsgrepp för ett större bestånd. Det finns även andra faktorer än den tekniska energisparpotentialen som det behöver tas hänsyn till. Exempel på sådana faktorer är livscykelanalys, sociala aspekter, arkitektur, kulturmiljövärden, och kostnader.

Spetsprojekt marknadsförs kraftigt och även om de visar på vad som är tekniskt möjligt och fungerar som inspirationskälla så är de få. Och sett till hela beståndet, utgör de en liten del. Det som saknas är ett helhetsgrepp som kan få ett kraftigare genomslag än vad enskilda spetsprojekt kan uppnå. Vilken renoveringsgrad som är lämplig skiljer sig åt. Istället för att se renovering som en enskild företeelse behöver vi sätta den i relation till andra alternativ såsom till- och nybyggnation.



Magnus Österbring,
Bygg- och miljöteknik, Chalmers



Liane Thuvander,
Arkitektur, Chalmers

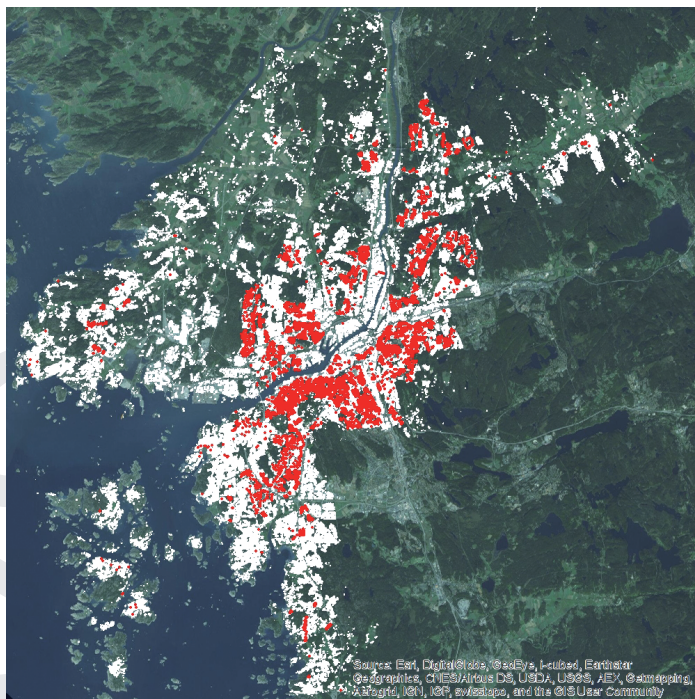


Érika Mata,
IVL



Holger Wallbaum,
Bygg- och miljöteknik, Chalmers

Figur 1: Geografiskt spridning av flerbostadsbeståndet i Göteborg markerad med röda punkter. De vita punkterna visar alla byggnader i Göteborgs kommun.



Metod med ett helhetsperspektiv

I artikeln presenterar vi ett pågående projekt i vilket vi utvecklar en metod för att kunna visa vilka renoverings-, tillbyggnads- och nybyggnadsalternativ som är miljömässigt och ekonomiskt gynnsamma för städernas byggnadsbestånd. Projektet är ett samarbetsprojekt mellan Chalmers, IVL och NCC. Med metoden kan rätt beslut tas från ett helhetsperspektiv och för att undvika den suboptimering det innebär att försöka lösa problem byggnad för byggnad. Projektet skapar möjlighet för fastighetsägare och förvaltare att tillvarata

potentialen i sin långsiktiga underhålls- och utvecklingsplanering av sina bostadsbestånd. Även planerare hos kommuner är tilltänkta målgrupper. Dessa aktörer behöver känna till vilka restriktioner utom de rent tekniska som finns i beståndet för att kunna ställa krav och sätta relevanta mål. Resultaten kan exempelvis tillämpas för att ta fram olika utvecklingsscenarier av kommunens bebyggelse och för att få bättre underlag för utvecklingen av olika energi- och klimatanpassningsstrategier. Projektet fokuserar på renoveringsbehov och relaterade energisparpotentialer i flerbostadshusbeståndet i allmänhet och Göteborg i synnerhet.

Flerbostadshusbeståndet i Göteborg

För att beskriva beståndet i Göteborg har vi delat upp det i sex stycken ålderskategorier baserat på byggår. Dessa perioder är före 1931, 1931–1945, 1946–1960, 1961–1975, 1976–1990 samt 1991–2005. Dessa perioder motsvarar typiska epoker i

svensk bygghistoria från ett arkitektoniskt och tekniskt perspektiv. Ett exempel är perioden 1946–1960, Folkhemmet, som är ett resultat av politiskt vilja i kombination med funktionalism och modernism som ideal inom arkitekturen. Den här perioden är också ansedd som den gyllene eran av svensk 1900-tals arkitektur där byggnader är placerade för att skapa sammanhängande områden och kännetecknas av höga kvalitetskrav, byggda med hög yrkesskicklighet. Även perioden 1961–1975 är ett typiskt exempel som kännetecknas av ekonomisk tillväxt med en kraftig nybyggnadsproduktion med Miljonprogrammet som utmärkande exempel. Här går man från ett traditionellt hantverk med hög yrkesskicklighet till ett mer industrialiserat byggande.

I Göteborg finns det totalt ungefär 150 000 byggnader enligt byggnadsregistret. Av dessa är 7527 flerbostadshus (2014) och 7172 är byggda före 2006. I figur 1 visas den geografiska spridningen av dessa.

Betraktar man istället fördelningen mellan de olika ålderskategorierna som visas i tabell 1 så ser man att till antalet byggnader är 80 procent byggda före 1976 med cirka 20 procent per kategori. Notera att detta handlar om antalet byggnader och att totalt antal kvadratmeter kan skilja sig åt. Betraktas istället antal $m^2 A_{temp}$ utgör byggnader från perioden 1961–1975 hela 42 procent

Figur 2 visar hur flerbostadshusbeståndet i Göteborg har växt fram. Det är tydligt att staden har växt utåt fram till 1975 medan senare perioder har en större spridning och visst fokus på förtätning.

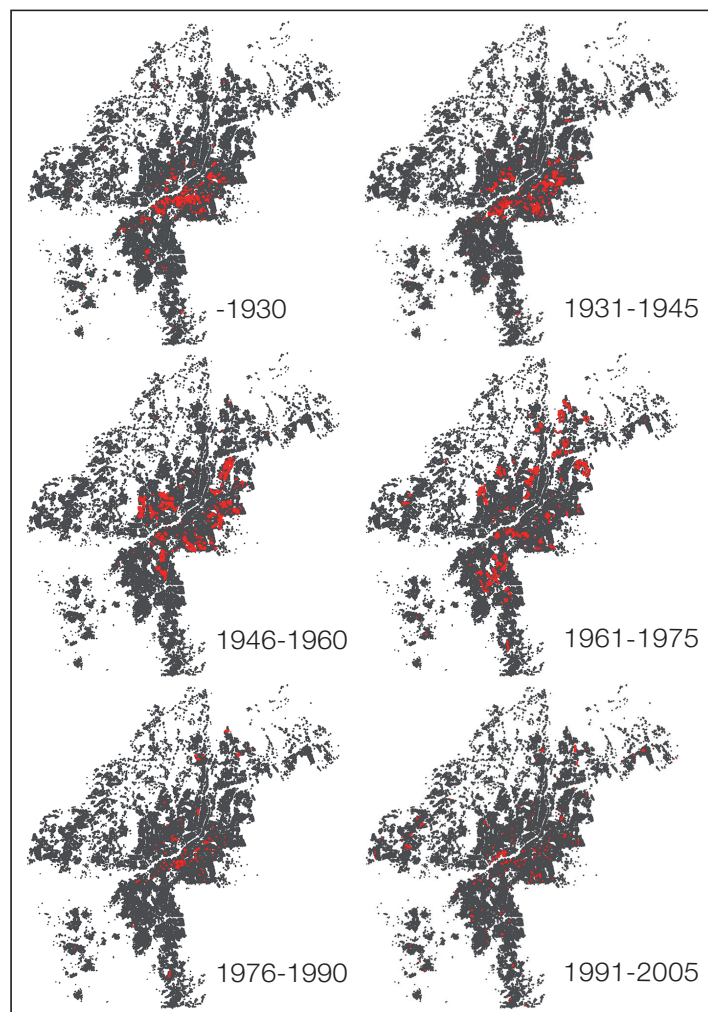
Byggnads- och platsspecifik information behövs

För att utvärdera renoveringspotentialen i det befintliga beståndet på en urban skala måste lokala och platsspecifika förutsättningar tas hänsyn till. På så sätt kan vi gå från att utvärdera den teoretiska potentialen för energieffektivisering vid renovering till att se på den faktiska potentialen. Genom att utnyttja byggnadsspecifik information och hantera byggnader i sitt lokala sammanhang ges en mer rättvisande bild av statusen i det befintliga beståndet.

För detta ändamål har byggnadsspecifik data inhämtats, sammanställts och länkats samman via geografiska informationssystem, dvs. via kartbaserade system. Data kommer från det nationella Byggnads- och fastighetsregistret, energideklarationer samt kartmaterial för Göteborgs stad. I tabell 2 nedan framgår vilken typ av information som databaserna innehåller och för vilken aggregeringsnivå den är tillgänglig.

Tabell 1: Antal byggnader i Göteborg per ålderskategori (byggår).

Byggår	Antal byggnader	Andel [%]
-1930	1 313	18
1931-1945	1 453	20
1946-1960	1 559	22
1961-1975	1 596	22
1976-1990	330	5
1991-2005	511	7
Saknar byggår	410	6
Totalt	7172	100



Figur 2: Framväxten av flerbostadshusbeståndet i Göteborg över tid (röda punkter), befintliga hus efter byggår.

Tabell 2: Datakällor för beskrivningar av byggnader.

Nivå	Databas	Typ av information
Flera*	Kartmaterial Göteborg (Stadsbyggnadskontoret)	Kartbaserade data för byggnader, fastigheter och statistiska områden.
Fastighet	Fastighetsregistret (Lantmäteriet)	Fastighetsägare.
Byggnad	Byggnadsregistret (Lantmäteriet) Gripen (Boverket)	Byggår, värdeår och ombyggnadsår. Energiprestanda.

*Byggnad/fastighet/basområde

* Värdeår är en vid fastighetstaxering framräknad ålder på huset, där nybyggnads-, ombyggnads- och tillbyggnadsår har vägts samman till ett enda årtal. Värdeåret kan inte vara tidigare än 1929.

Energiprestandan är förhållandevis jämn fram till 1980-talet

I figur 3 finns en sammanställning av energiprestanda i Göteborgs flerbostadshusbestånd, indelat i ålderskategorier efter byggår (i 10 årsperioder för en förfinad bild, jämför tabell 1 och figur 2) där bredden på staplarna representerar andelen av det totala beståndet. Där framgår att energiprestandan i beståndet är förhållandevis jämnt fram till 1980. Den tydliga förändringen från 1980-talet och framåt kan förklaras med skärpning av lagkrav gällande U-värden som kom i SBN 75. Det blir också väldigt tydligt att det är i beståndet som är byggt innan 1980 energieffektiviseringspotentialen finns samt att nybyggnadstakten de senaste 35 åren har varit väldigt låg sett till ett historiskt perspektiv. Även om skillnaden är förhållandevis liten kan det vara värt att notera att den äldsta delen av beståndet

har en något högre energiprestanda än den från 1940-talet fram till och med miljonprogrammet.

En intressant aspekt att undersöka är eventuella samband mellan ägandeform och renoveringsbehov. Figur 4 visar på fördelningen av den uppvärmda arena, A_{temp} i flerbostadshusbeståndet i Göteborg fördelat på fastighetsägare, fastighetsförvaltare och alternativt typ av ägare. Den kommunala koncernen Framtiden äger drygt en tredjedel av beståndet medan bostadsrättsföreningar utgör ytterligare en tredjedel. Den sista tredjedelen utgörs av fastighetsbolag, privata ägare, och stiftelser.

Figur 5 visar genomsnittligt byggår samt värdeår för de olika ägarkategorierna. Skillnaden mellan byggår och värdeår ger en indikation på i vilken omfattning större renoveringar har genomförts i beståndet samt ger en fingervisning om kommande renoveringsbehov. För definition av tidi-

gare renoveringar omfattningar se artikel ”Renoveringsbehov i äldre hus – möjligheter för energieffektivisering och bevarande av kulturmiljö i den här utgåvan av Bygg & teknik”.

Både miljonprogramhus och äldre hus har ett stort renoveringsbehov

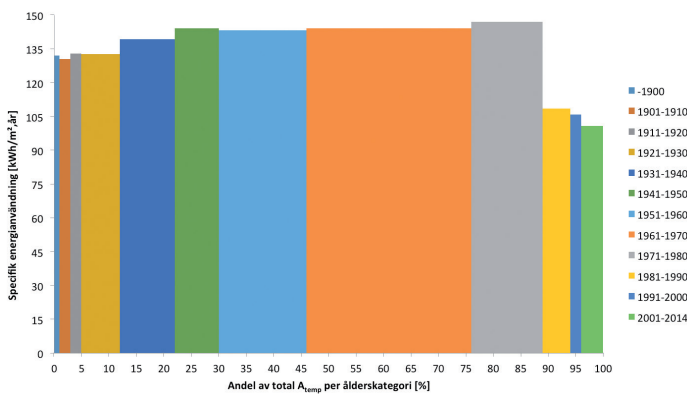
Även om genomsnittligt byggår och värdeår bara ger en fingervisning om renoveringsbehovet framgår fortfarande skillnaden mellan de olika ägarkategorierna. Att den äldsta delen av beståndet finns hos bostadsrättsföreningar och privata fastighetsbolag förklarar delvis varför dessa ägarkategorier har renoverat sina bestånd i större utsträckning. Mycket av debatten om renovering handlar om hus byggda under 1960- och 1970-tal med särskilt fokus på byggnader från miljonprogramsåren men man måste också komma ihåg att äldre delar av beståndet som redan är renoverade är i behov av en andra eller tredje renovering.

Figur 6 visar kvadratmeter A_{temp} per primärområde för byggnader från perioden 1960-1975. Ett primärområde är ett underområde till stadsdelsnämndsområde i Göteborg och idag finns det 96 sådana. Dessa byggnader är av särskilt intresse då de utgör den största delen av beståndet (42 procent av total A_{temp}) och har lägst energiprestanda. Till skillnad från äldre delar av beståndet har de till stor del aldrig genomgått någon större renovering. Många av dessa byggnader närmar sig slutet på sin tänkta livslängd och behöver renoveras det kommande decenniet.

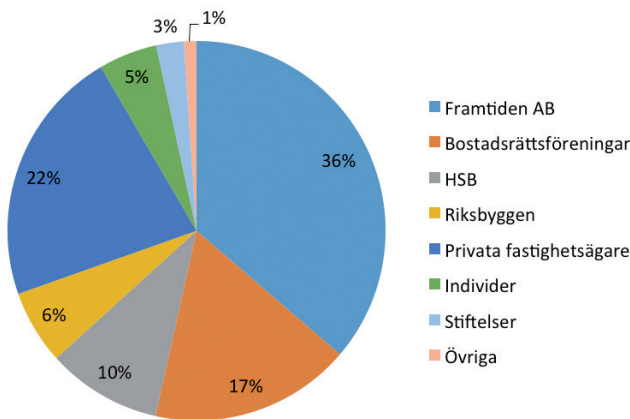
Renoveringsbehovet skiljer sig för olika ägarkategorier

Figur 7 visar på andelen av respektive ägarkategoriens bestånd som kommer att nå en teknisk livslängd på 50 år, räknat från byggnadens värdeår, fram till 2025. Det framgår tydligt att renoveringsbehovet kommer att vara omfattande inom de flesta ägarkategorierna, över hälften av det bestånd de förvaltar behöver renoveras. Totalt för Göteborg utgör detta nästan 10 miljoner m^2 A_{temp} som behöver renoveras utifrån ett antagande om en teknisk livslängd på 50 år. Det finns dock tydliga begränsningar med att utgå från en teknisk livslängd för hela byggnaden eftersom det på komponentnivå, till exempel väggar eller tak, förekommer stora variationer. Dessutom tas ingen hänsyn till hur väl underhållen byggnaden är utan enbart tidigare större renoveringar ingår i bedömningen.

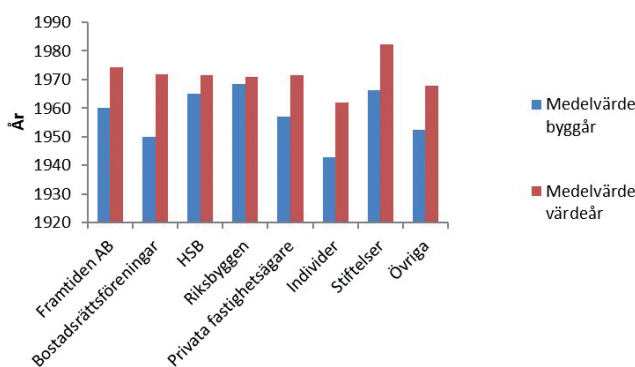
Trots detta framgår vissa skillnader mellan de olika ägarkategorierna. Det största renoveringsbehovet finns i beståndet som är ägt av privatpersoner. Det kommunala bostadsbeståndet har ett något



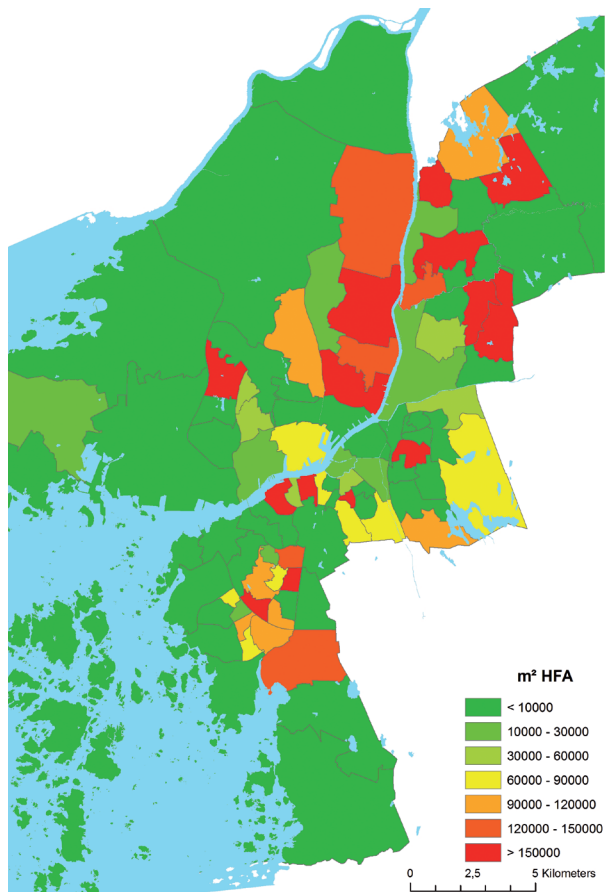
Figur 3: Uppmått energianvändning i flerbostadshus i Göteborg uppdelad i åldersklasser uppmått per $m^2 A_{temp}$.



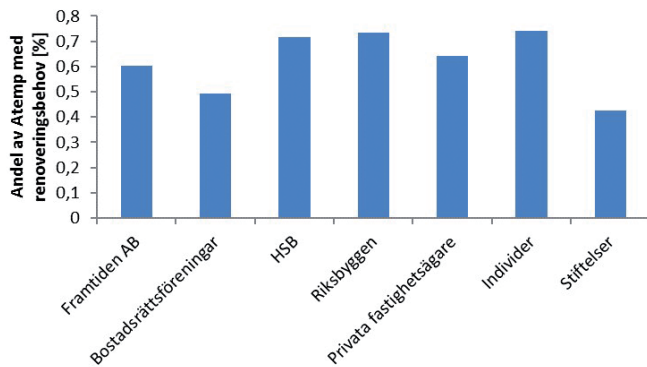
Figur 4: Fördelning av den uppvärmda arena, A_{temp} i flerbostadshusbeståndet i Göteborg.



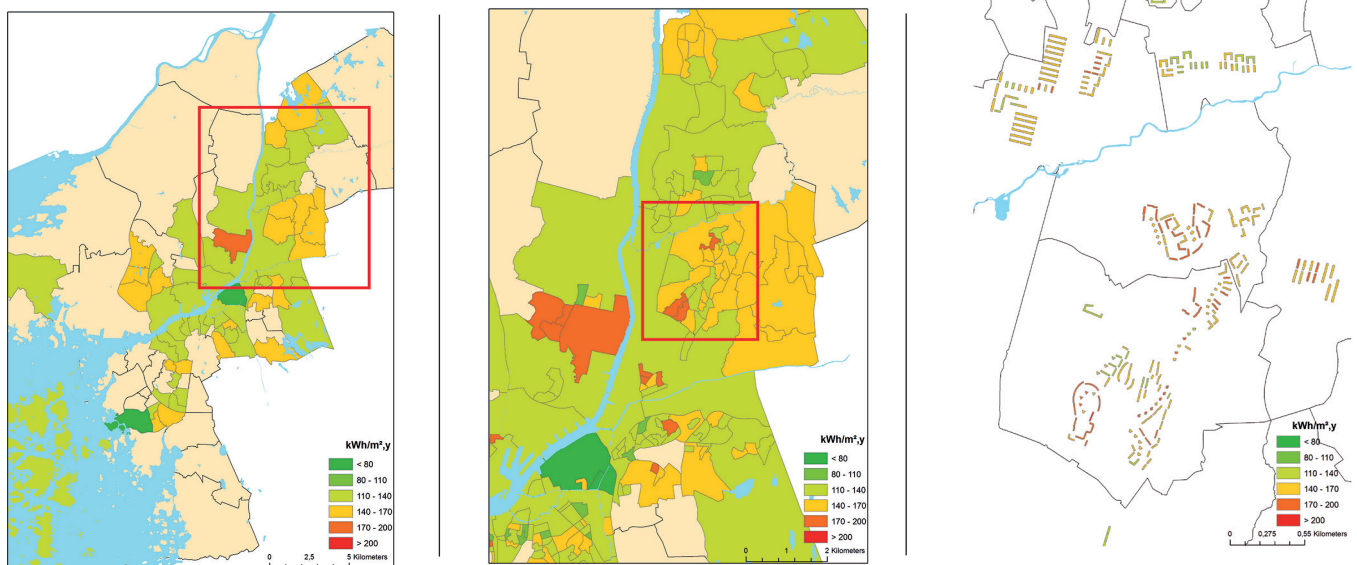
Figur 5: Genomsnittligt byggår och värdeår för olika typer av ägare i Göteborg.



Figur 6: Antal kvadratmeter A_{temp} per primär-område för byggnader från perioden 1960-1975.



Figur 7: Andel av flerbostadshusbeståndet med renoveringsbehov per ägarkategori.



Figur 8: Energiförbrukning för det kommunala flerbostadshusbeståndet i Göteborg vid olika aggregationsnivå. Det markerade området visar vad som är förstorst, energiförbrukning för (a) primär-område, (b) basområde och (c) enskilda byggnader.

lägre renoveringsbehov än det som ägs av privata fastighetsbolag. För bostadsrättsföreningarna kan man se ett större renoveringsbehov hos de föreningar som förvaltas av HSB och Riksbyggen kontra övriga. Det som är viktigt att ha i åtanke är att detta utgår från byggnadens värde. Det innebär att renoveringsåtgärder som understiger 20 procent av nybyggnadskostnad och löpande underhåll inte tas hänsyn till och detta kan signifikant förlänga en byggnads tekniska livslängd.

Skalar och aggregationsnivåer spelar roll

Figur 8 visar energiprestanda för det kommunala flerbostadshusbeståndet i Göteborg vid olika aggregationsnivå där det markerade området visar vad som är förstorst. Till vänster (a) ges energiprestanda aggregerat för primär-områden, i mitten (b) för basområden och till höger (c) för enskilda byggnader. Även om det i bild (a) ser ut som att stora besparingspotentialer finns i området förtydligar bild (b) och (c) att den individuella spridningen kan vara stor. Detta tydliggör vikten av skala och aggregationsnivå när man utvärderar energiprestandan i beståndet. Även om aggregerad information kan ge viss information om var energibesparingsåtgärder bör prioriteras så kan skillnaden inom dessa områden vara stor. Då renoveringsbehovet är stort är det därför viktigt att arbeta med differentierad information för att bättre kunna prioritera behovet av energibesparing i samband med renovering.

Byggnadstypologier som underlag för renoveringstypologier

För att undersöka effekten av olika renoveringsalternativ kan byggnadsbeståndet mo

delleras. Inom detta forskningsprojekt har en energiberäkningsmodell för hela Göteborgs flerbostadshusbestånd tagits fram där varje byggnad modelleras i detalj. För att åstadkomma detta har byggnadsspecifik information från energideklarationer och kartmaterial kompletterats med en byggnadstypologi baserad på byggnadstyp och byggår liknande som i *tabell 1*. Typologin baseras på arkitekturhistoria [1] samt tidigare byggnadsregler för att få en uppfattning om vilka U-värden olika komponenter har i det befintliga beståndet. Detta har sedan länkats till individuella byggnader baserat på information om typ av byggnad, till exempel punkthus, landshövdingehus, lamellhus, och byggår baserat på information från energideklarationen och byggnadsregistret. Att använda information från energideklarationer är bitvis problematiskt då de ofta har kvalitetsbrister. Bland annat framkom att Atemp generellt är underskattat i de fall den är beräknad utifrån BOA och LOA. Mer om detta finns att läsa i [2]. Ett stort antal byggnader hade dessutom fel antal våningar angivet i energideklaration. Majoriteten av dessa kvalitetsproblem har åtgärdats eller begränsats innan informationen har använts i modellering. Tidiga resultat visar på en beräknad energianvändning inom 3 procent av det

som i energideklarationen anges som uppmätt energianvändning för flerbostadshusbeståndet i Göteborg.

Utblick

Nu ska vi fortsätta med att ta fram och modellera åtgärds paket för renovering av olika typer av flerbostadshus. I detta ingår en beskrivning av åtgärderna utifrån både ett materialanvändnings- och kostnads perspektiv. Vi kommer också att samarbeta med de kommunala bostadsföretagen i Göteborg för att verifiera data, att undersöka huruvida underhållsplaner kan integreras i modellen, och att bidra till företagets utveckling av renoveringsstrategier. Projektet är också länkat till Spara och Bevara projektet som beskrivs i artikeln ”*Renoveringsbehov i äldre hus – möjligheter för energieffektivisering och bevarande av kulturmiljö*”. ■

Faktaruta för projektet

Forskningsprojektet pågår 2014-2017 med finansiering av E2B2, Climate-KIC och NCC. Arbetet leds av forskare på Chalmers Bygg- och miljöteknik, avdelningen för byggnadsfysik, genom Magnus Österbring och Holger Wallbaum, i samarbete med institutionen för arkitektur genom Liane Thuvander, Institutionen för Energiteknik genom Filip Johnsson och IVL Svenska Miljöinstitutet genom Érika Mata.

Läs mer om projektet:

[A] www.e2b2.se/aktuellt/nyheter/150520_intervju_metod_for_omstallning_av_urbana_byggnadsbestand

[B] Österbring, Magnus; Mata, Érika; Thuvander, Liane; Mangold, Mikael; Johnsson, Filip & Wallbaum, Holger (2016). *A differentiated description of building-stocks for a georeferenced urban bottom-up building-stock model*, *Energy and Buildings*, Volume 120, pp 78-84

[C] Thuvander, L; Österbring, M; Mangold, M; Mata, E; Wallbaum, H; Johnsson, F (2015). *Spatial exploration of the refurbishment dynamics of urban housing stocks*. *Proceedings of the Computers in Urban Planning and Urban Management conference, CUPUM*, 7th-10th July, MIT in Cambridge, Massachusetts USA.

[D] Österbring, Magnus (2016). *Spatial analysis of urban housing stocks*. Licentiate, Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of Technology, Gothenburg.

Referenser

[1] Björk, C., Kallstenius, P., och Reppen, L. (2003). *Så byggdes husen 1880-2000: arkitektur, konstruktion och material i våra flerbostadshus under 120 år*. Stockholm: Formas.

[2] Mangold, M., Österbring, M., & Wallbaum, H. (2015). *Handling data uncertainties when using Swedish energy performance certificate data to describe energy usage in the building stock*. *Energy and Buildings*, 102, 328-336.