

Kunskapsinventering
avseende
resurseffektiviserande
åtgärder inom befintlig
bebyggelse

Anna Jarnehammar Ivana Kildsgaard Erik Prejer
B1960
Januari 2011

Rapporten godkänd
2011-06-16



John Munthe
Forskningschef

En investering för framtiden



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden

IVL Svenska
Miljöinstitutet

<p>Organisation IVL Svenska Miljöinstitutet AB</p>	<p>Rapportsammanfattning</p>
<p>Adress Box 21060 100 31 Stockholm</p>	<p>Projekttitel Kunskapsinventering avseende resurseffektiviserande åtgärder inom befintlig bebyggelse</p>
<p>Telefonnr 08-598 563 00</p>	<p>Anslagsgivare för projektet VINNOVA och EU inom ramen för Eruf Eko-projektet</p>
<p>Rapportförfattare Anna Jarnehammar Ivana Kildsgaard Erik Prejer</p>	
<p>Rapporttitel och undertitel Kunskapsinventering avseende resurseffektiviserande åtgärder inom befintlig bebyggelse.</p>	
<p>Sammanfattning Rapporten sammanfattar kunskapsläget för olika renoveringsåtgärder i flerbostadshus byggda mellan 1941-1980. Potentialen för renovering har beräknats ge en halverad energianvändning för uppvärmning och varmvatten. Denna effektivisering är dock ansedd som möjlig, men inte trolig. Det finns många fallstudier av enskilda projekt med teoretiska beräkningar av renoveringspotentialen för olika åtgärder. Det finns relativt många generella studier för bostadsbeståndet i stort där potentialen för olika åtgärder har beräknats för hela Sverige men få studier av verkliga genomförda projekt. Bindande minimikrav kopplat till energiprestandadirektivet för byggnader för renovering har införts i ett flertal andra länder inom EU vilket också konstateras bidra till att mer energieffektiva åtgärder införs i större renoveringsprojekt. De viktigaste åtgärderna som vi har funnit är införande av FTX-system, renovering av klimatskalet samt individuell mätning och debitering av värme och varmvatten</p>	
<p>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren Residential buildings, renovation, energy efficiency, existing buildings, Sweden</p>	
<p>Bibliografiska uppgifter IVL Rapport B1960</p>	
<p>Rapporten beställs via Hemsida: www.ivl.se, e-post: publicationservice@ivl.se, fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm</p>	

Förord

Rapporten presenterar den kunskapsöversikt som har genomförts inom ramen för Vinnovaprojektet ”Kunskapsinventering avseende resurseffektiviserande åtgärder inom befintlig bebyggelse” samt inom EU-projektet ”Ekologisk omställning av efterkrigstidens bebyggelse”. Kunskapsinventeringen har gjorts av Anna Jarnehammar, Ivana Kildsgaard och Erik Prejer, IVL Svenska Miljöinstitutet. Jonas Höglund har hjälpt till med språklig granskning samt redigering och Kaisa Svennberg har varit IVL:s interna granskare. Handläggare för projektet hos Vinnova har varit Rebecka Engström.

Stockholm den 4 oktober 2010
Anna Jarnehammar, projektledare

Sammanfattning

Rapporten sammanfattar kunskapsläget för olika renoveringsåtgärder i flerbostadshus byggda mellan 1941-1980. Potentialen för renovering har beräknats ge en halverad energianvändning för uppvärmning och varmvatten. Denna effektivisering är dock ansedd som möjlig, men inte trolig. Det troliga är snarare att effektiviseringen hamnar kring drygt 10 % till 2016 utan införande av styrmedel. Effektiviseringen kommer dock att fortsätta efter 2016 och potentialen stiger då år från år. Den totala inverkan på energianvändningen är ändå omfattande på grund av mängden bostäder som berörs. Totalt finns det uppskattningsvis 1 350 000 lägenheter uppförda mellan 1941 och 1980.

Litteraturgenomgången har visat att det finns få vetenskapliga publikationer inom området. Det finns många fallstudier av enskilda projekt med teoretiska beräkningar av renoveringspotentialen för olika åtgärder. Det finns relativt många generella studier för bostadsbeståndet i stort där potentialen för olika åtgärder har beräknats för hela Sverige men få studier av verkliga genomförda projekt. Oftast har energieffektiviseringspotentialen beräknats för olika åtgärder men t.ex. kostnad, miljöpåverkan eller påverkan på bevarandevärden har inte belysts. Kostnadsberäkningarna är gjorda för det enskilda fallet vilket gör att det är svårt att dra generella slutsatser för beståndet i stort. Några få studier har specialstuderat bevarandevärdena och gått igenom olika åtgärders påverkan på detta. Beteende hos de boende nämns ofta som en viktig aspekt men har inte analyserats mer än i några fall.

Sverige har inte infört bindande minimikrav kopplat till energiprestandadirektivet för byggnader för renovering vilket flera andra länder har gjort antingen genom krav på byggnaden som helhet eller på de ingående komponenterna. Minimikrav nämns som en viktig åtgärd för att energieffektiviseringen ska komma till stånd. Andra viktiga direktiv som kan komma att påverka renoveringsåtgärderna på komponentnivå är ekodesigndirektivet och byggprodukt direktivet som båda är under utveckling.

De viktigaste åtgärderna som vi har funnit med stor energibesparingspotential är installation av värmeåtervinning ur frånluft med värmeväxlare (FTX) i befintliga bostäder där energibesparingspotentialen bedöms vara 4,16 TWh och renovering av klimatskalet där energibesparingen antas vara upp till 16,6 TWh. Även införande av individuell mätning och debitering (IMD) av värme och varmvatten kan i flerbostadshus ge en total besparing på 3-6 TWh. Alla siffror refererar till bostadsbeståndet i stort och inte bara flerbostadshusen mellan 1941-1980.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	4
1.1. Bakgrund och syfte	4
1.2. Genomförande och avgränsningar.....	5
2. Krav på resurseffektiviserande åtgärder	6
2.1. Energiprestandadirektivets tillämpning i Sverige.....	6
2.2. Energiprestandadirektivets tillämpning i andra EU-länder.....	7
2.3. Andra direktiv som rör energiprestanda för byggnader.....	9
2.4. Krav på kemikalier i byggnader	10
2.5. Byggproduktdirektivet.....	11
3. Marknadspotential.....	12
3.1. Bestånd, flerbostadshus byggda mellan 1941 och 1980.....	12
3.2. Renoveringspotentialen i flerbostadshus byggda 1940-1980	13
4. Resurseffektiviserande åtgärder	17
4.1. Strategier för ombyggnation.....	18
4.2. Åtgärder baserade på studier för hela beståndet.....	19
4.3. Redovisning av åtgärder för enskilda bostadsexempel – teoretiska studier.....	24
4.4. Redovisning av åtgärder i verkliga genomförda projekt	26
5. Diskussion och slutsatser.....	30
5.1. Rekommenderat fortsatt arbete	35
6. Referenser.....	36

Bilaga. Översikt – kunskapssammanställning VINNOVA

1. Inledning

Byggnader står för en betydande andel av samhällets resursanvändning. De påverkar miljön från uttag av råvaror via materialtillverkning, transporter i olika skeden, uppförande av byggnaden, användning (inklusive underhåll och ombyggnad) till rivning och slutligt omhändertagande. Kretsloppsrådets miljöutredning (2001) pekar på att energi- och materialanvändning, farliga ämnen, luft- och ljudkvalitet är betydande miljöaspekter för bygg- och fastighetssektorn. Energianvändningen inom bostäder och service uppgår till 141 TWh årligen vilket motsvarar 36 % av Sveriges totala energianvändning. Uppvärmning och varmvatten står för ca 60 % av denna energianvändning. Hushållens elanvändning har ökat sedan 1970-talet till 2008 från 9,2 till 19,5 TWh, vilket kan jämföras med värme och varmvatten i småhus och flerbostadshus som ligger på 57 TWh. Ökningen var störst under 1970- och 1980-talet för att sedan 2000-talet vara mer konstant (Energimyndigheten 2009). I Sverige står byggsektorn för nära 22 % av de totala koldioxidutsläppen (Naturvårdsverket 2007).

Stora ansträngningar görs nu både bland lagstiftande organ och från näringslivet att nå upp till visionen om en mer hållbar bygg- och fastighetssektor. Ledstjärnan i arbetet är de miljö kvalitetsmål som regeringen har antagit och som visar vilken miljö vi ska lämna över till kommande generationer (Regeringen 2009). I Sverige har vi fått striktare nybyggnadsregler (Boverket 2008 och 2009) som skärper kraven på en sund inomhusmiljö liksom en bättre energihushållning. EU-direktivet om byggnaders energiprestanda (2002/91/EC) föreskriver att alla byggnader som ska hyras ut eller säljas måste energideklarerars och förslag till kostnadseffektiva åtgärder redovisas för hur byggnaden kan göras mer energieffektiv utan att äventyra inomhusmiljön. Boverket ser också över plan- och bygglagen samt tillhörande ändringsregler för ombyggnad och renovering (Boverket 2010)

En positiv trend kan ses i Sverige för flerbostadshus där uppvärmningsbehovet per kvadratmeter har minskat stadigt sedan 1970-talet. Däremot har hushållens elanvändning ökat kraftigt genom vår användning av framförallt elektronik. Även antalet kvadratmeter per person har ökat. Sammantaget har bostadssektorn lika stor andel av energianvändningen i samhället även om byggnaderna per kvadratmeter har blivit mer effektiva.

1.1. Bakgrund och syfte

Regeringen avsatte 530 miljoner kronor för särskilda satsningar på miljöteknik under 2007-2010 (Regeringen 2010). Vinnova fick därmed ett särskilt uppdrag att genomföra en satsning på miljöteknik där en kunskapsinventering avseende resurseffektiverande åtgärder inom befintliga byggnader samt bedömning av effekt och marknadspotential för olika sådana åtgärder ingår. IVL Svenska Miljöinstitutet har ansökt och fått beviljat en studie som ska resultera i en kunskapsinventering av olika renoveringsåtgärder i befintliga flerbostadshus. IVL bedriver även EU-projektet "Ekologisk omställning av efterkrigstidens bebyggelse" med Malmö Stad som koordinator. IVL samarbetar då med LTH och avdelningen för Energi och ByggnadsDesign om att ta fram olika renoveringsåtgärder för efterkrigstidens bebyggelse samt beräkna potentialen för de olika åtgärderna.

Denna rapport redovisar en kunskapsinventering avseende resurseffektiva åtgärder inom den befintliga bostadsbebyggelsen samt en bedömning av åtgärdernas effekter och deras marknadspotential. Syftet är att ge en kunskapsöversikt i linje med Vinnovas satsning för forskning

och kompetensutveckling inom miljöteknikområdet och det speciella regeringsuppdraget för resurseffektivisering inom den befintliga bebyggelsen. Syftet är också att redovisa en kunskapssammanställning inom ramen för EU-projektet Efterkrigstidens bebyggelse, med syftet att bygga upp kunskap för små- och medelstora företag kring olika renoveringsåtgärder och deras potentialer.

1.2. Genomförande och avgränsningar

Studien är en kunskapssammanställning om olika resurseffektiviserande åtgärder och deras potential för befintliga flerbostadshus i Sverige. Litteraturgenomgången är tydligt begränsad till efterkrigstidens bebyggelse eftersom dessa utgör den största delen av det befintliga beståndet. Dessa byggnader är också de som står inför ett omfattande renoveringsbehov. Resurseffektiviserande åtgärder avser energi, avfall, vatten och kemikalier avgränsat till byggnaden som system. Därmed ingår inte energitillförsel eller annan infrastruktur såsom t.ex. reningsverk eller V/A-nät. Kunskapssammanställningen baseras främst på en sammanställning av olika författares resultat. Därutöver har en analys gjorts av den samlade bilden från olika källor och funna renoveringsåtgärder har kompletterats med bedömning av resurseffektiviserande effekter för områdena material, vatten och kemikalier utifrån författarnas erfarenheter. Marknadspotentialen för olika resurseffektiviserande åtgärder har också samlats in genom litteraturen men även beräknats med hjälp av nationell statistik.

Kunskapssammanställningen utgår ifrån vetenskapliga publikationer samt andra kända källor såsom olika program inom Energimyndigheten (CERBOF, BEBO, BELOK) Formas (Formas-BIC), branschen (SBUF) och enskilda organisationers rapporter (SABO, HSB, m.fl.). Även resultat från Naturvårdsverkets LIP-program har använts liksom rapporter från officiella regeringsuppdrag och myndigheters rapportering.

2. Krav på resurseffektiviserande åtgärder

Byggnaders utformning styrs utifrån nationell lagstiftning och olika EU-direktiv och förordningar. Tillämpningen av lagarna beslutas av olika myndigheter som tar fram föreskrifter och allmänna råd om hur lagarna ska tillämpas. Föreskrifterna är direkt bindande att följa medan de allmänna råden är riktlinjer för hur föreskrifterna eller lagarna kan tillämpas. De allmänna råden är ofta direkt kopplade till en viss föreskrift och lag. En nulägesbeskrivning av olika lagkrav och riktlinjer för renovering av befintlig bebyggelse följer nedan. Utgångspunkten är EU-förordningar och direktiv och deras tillämpningar i Sverige genom nationell lagstiftning. En utblick görs också i några andra europeiska länder om hur deras tillämpning av EU-lagstiftningen ser ut.

2.1. Energiförbrukningsdirektivets tillämpning i Sverige

Det EU-direktiv som har störst inverkan på byggnaders energiprestanda är Europaparlamentets och rådets direktiv om byggnaders energiprestanda (2010/31/EU). Direktivet syftar till att stödja en förbättrad energiprestanda för byggnader inom EU där hänsyn tas till klimatförhållanden, lokala förhållanden, inomhusmiljö och vad som är kostnadseffektivt. Det övergripande syftet är att säkerställa energitillgångarna samt att minska klimatutsläppen. EU Direktivet trädde ikraft första gången 2002 (2002/91/EU) men har nu omformulerats och skärpts (2010/31/EU). De nya skärpta reglerna kommer att börja gälla i juni 2012. Det omarbetade direktivet omfattar följande delar:

- metodik för att beräkna en byggnads energiprestanda
- minimikrav för nya byggnader
- minimikrav för existerande byggnader som genomgår omfattande renoveringsåtgärder
- minimikrav för byggnadselement som byts ut vid en renovering och som påverkar energiprestandan signifikant
- minimikrav för tekniska system som installeras, byts ut eller uppgraderas
- nationell plan för att öka antalet nära-nollenergi byggnader
- energicertifikat för byggnader
- oberoende kontrollsystem för energicertifikaten och tillsynsrapporter

Den intressanta delen i direktivet är kravet på minimistandard för existerande byggnader som genomgår omfattande renovering. Medlemsstaterna ska säkerställa att minimikrav tas fram och att dessa tillämpas, förutsatt att det är tekniskt, funktionsmässigt och ekonomiskt möjligt. Minimikraven kan ställas på hela byggnadens energiprestanda, likt våra krav för nybyggnad, eller på enskilda byggnadselement som påverkar energiprestandan betydligt, såsom t.ex. olika U-värden, samt på de tekniska installationernas energieffektivitet. Den springande punkten i dessa krav är definitionen på vad som är ekonomiskt möjligt och vad som är en omfattande renovering. EU-kommissionen kommer att ta fram en omfattande metodik för beräkning av vad som är ekonomiskt möjligt senast 30 juni 2011.

Boverket har redovisat vilka konsekvenser som det nya mer skärpta direktivet skulle få på svensk lagstiftning för byggnaders energiprestanda (Boverket 2010). Bland annat påpekar Boverket att det redan idag finns möjlighet för kommunerna att ställa mer långtgående krav på energieffektivisering vid renovering än vad det omarbetade direktivet föreskriver genom den nu gällande plan- och bygglagen (PBL 1994:847). Boverket har även tagit fram allmänna råd för hur kraven skulle kunna ställas genom Boverkets ändringsregler (BÄR). Där finns rekommendationer om att allt som innebär en förändring, d.v.s. som inte är nybyggnad eller underhåll, ska utformas så att

energianvändningen begränsas genom låga värmeförluster, lågt kylbehov, effektiv värme- och kylanvändning och effektiv elanvändning. Om byggnaden inte uppfyller nybyggnadskraven i BBR rekommenderas att en genomgång görs för vilka åtgärder som är lämpliga ur teknisk-, ekonomisk-, kulturhistorisk-, miljömässig och konstnärlig synvinkel. Det finns också mer specifika råd om vad som kan göras för klimatskal, ventilation och installationer och för elanvändningen (Boverket 2006). Boverket konstaterar dock att kommunerna i praktiken inte använder denna möjlighet till att ställa mer långtgående krav och anger som en orsak att det inte finns tydliga tillämpningsföreskrifter liknande dem som finns för nybyggnad. Boverket föreslår därför att sådana tillämpningsföreskrifter ska tas fram som ska träda ikraft 2011. Lagen (PBL 1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk m.m. kommer att ersättas med en ny plan- och bygglag (2010:900) från och med maj 2011. I denna framgår i 8:e kapitlet i nya PBL att nybyggnadskraven ska uppnås vid ändring (8 kap. 5§ nya PBL).

2.2. Energiprestandadirektivets tillämpning i andra EU-länder

Även i övriga Europa har man sett problem med att ställa minimikrav på energiprestanda vid renovering och ser framförallt att nybyggnadsreglerna kan vara svåra att tillämpa rakt av eftersom dessa inte är utformade för befintliga byggnader. Nybyggnadsreglerna är nödvändigtvis inte heller anpassade till att vara kostnadseffektiva och detta gäller särskilt i de länder som har mer strikta byggregler för energihushållning. Några länder har dock gått före och infört minimikrav vid ombyggnad redan vid första tillämpningen av energiprestandadirektivet (Thomsen et. al. 2009). I Thomsens studie har en undersökning gjorts i 27 olika länder genom att enkäter har skickats ut för att undersöka vilka konsekvenser ett eventuellt ändrat direktiv skulle få. Rapporten ger därför en bra bild över hur direktivet tillämpas i nuläget. Studien genomfördes 2008 vilket kan innebära att det kan ha skett skärpningar i några av medlemsländerna efter studiens genomförande.

Portugal, Spanien och Polen ställer krav på att renoverade byggnader ska uppnå kraven för nybyggnad oavsett kostnadsaspekten. Det kan tyckas vara stränga krav men konsekvenserna av detta är inte så stora eftersom nybyggnadsreglerna inte är särskilt strikta. En sådan regel i länder med mer strikta nybyggnadsregler kan vara mycket svåra och kostsamma att uppfylla, varför de länder som har strikta nybyggnadsregler valt att hantera frågan på olika sätt.

Danmark ställer krav på att de kostnadseffektiva åtgärderna ska införas om besparingen i pengar multiplicerat med livslängden i år dividerat med investeringen i pengar är högre än faktorn 1.33. En åtgärd måste också fungera tekniskt och funktionsmässigt och hänsyn måste tas till arkitektoniska värden. Det finns inget övergripande krav på hela byggnadens energiprestanda men däremot minimikrav för individuella delar som ska renoveras, om dessa är kostnadseffektiva. Dessa baseras ofta på U-värden om det gäller klimatskalet. Vid renovering av fasader ska ytterväggarna tilläggsisoleras, isolering av vindsbjälklag ska ske vid renovering av yttertak. Byte av värmepannor och tillförsel av värme ingår också vid renovering. Dessutom finns det särskilda krav på uppvärmnings- och ventilationssystemet som ska vara uppfyllt. Om regeln på att mer än 25 % av byggnaden omfattas av renovering måste alla kostnadseffektiva åtgärder genomföras även för de delar av byggnaden som inte omfattas av renoveringen.

Tyskland har valt att ställa krav på maximala U-värden för olika delar i klimatskalet som ligger 40 % högre än nybyggnadskraven, alternativt att den totala primärenergianvändningen maximalt får vara 140 % jämfört med nybyggnadskraven. Dessutom finns ett tillägg för renoverade byggnadssystem som har installerats före 1 oktober 1978. Exempelvis ska vindsbjälklag som inte har renoverats tidigare nu isoleras och nå ett U-värde på 0,30 W/m²K, förutsatt att det finns utrymme. Tyskland

har valt att ställa dessa krav på alla ombyggnader oavsett om de är lönsamma eller inte (troligen är 140 % nivån lönsam, författarens anmärkning). De har heller ingen gräns för hur stor ombyggnaden ska vara för att åtgärderna ska genomföras, däremot finns det en gräns för tillbyggnader på 15 m².

I Holland är det samma krav på ombyggnad som för nybyggnad där en energiprestandakoefficient ska uppfyllas för byggnaden som helhet. Det är upp till den som designar att välja åtgärder som sammantaget klarar det övergripande energikravet för byggnaden. Här nämns att åtgärds paket som har en återbetalningstid på 5 år ska användas för att uppnå det övergripande kravet.

Frankrike skiljer på större renoveringar där det finns det krav som begränsas av byggnadens totala primärenergianvändning. Dessutom finns det kompletterande krav på vissa byggnadskomponenter, främst U-värden. För mindre renoveringar eller delrenoveringar av ett hus ställs inga krav på den totala energiprestandan, däremot ställs specifika krav på isoleringsgrad (U-värden), värme-, kyl- och varmvattenproduktion samt ventilation och belysningseffektivitet.

I Schweiz ligger energibesparingskraven vid renovering 50 % lägre jämfört med nybyggnad (d.v.s. maximalt tillåten energianvändning är 150 % jämfört med nybyggnad). Det finns två sätt att uppnå kraven, antingen ska minimikrav vad gäller U-värden för komponenter till klimatskalet väljas, inkluderat köldbryggor, eller så ska hela byggnaden klara ett specifikt energikrav beräknat enligt EN13790. Gränserna för enskilda komponenter är mer strikta än för byggnaden som helhet.

Finland har precis som Sverige inga specifika gränser för renovering. De har mer allmänna krav i sin plan- och bygglag men arbetar med att ta fram energikrav för renovering. Norge har krav på att renovering ska följa samma krav som vid nybyggnad men undantag ges om det finns tekniska svårigheter.

Sammanfattningsvis konstateras i Thomsonrapporten att rekommendationer som bara är frivilliga har mindre marknadspenetration än bindande regler. Det verkar också vara så att många länder tycker att det är enklare att ställa upp krav på enskild komponentnivå än för byggnaden som helhet, dock kan man konstatera att flera föregångsländer har krav på byggnaden som helhet men med kompletterande krav på byggnadskomponenter. Det kan vara både till fördel och nackdel att ställa krav på enskilda komponenter, t.ex. kan utvecklingen på komponentsidan gå snabbare men innovationer som rör systemnivån kan hindras, vilket också Boverket påpekar i sin rapport (Boverket 2010). Sverige förknippas ofta med en bra systemsyn vad gäller hållbart byggande varför det för Sveriges del kan vara mer intressant och gå på krav som rör byggnaden som helhet. Det påpekas också i Thomsonrapporten att mycket av kraven rör uppvärmningsbehov (eller kylbehov i sydliga länder) och att om vi ska få en bättre helhetseffekt även bör inkludera användarperspektivet med effektivare elanvändning som en del.

Nära-nollenergibygnader

I det omarbetade direktivet är kraven för energiprestanda hos nya byggnader skärpta, och vid övergången till 2021 ska alla nya byggnader, inklusive befintliga byggnader som genomgår en omfattande renovering, hålla ”mycket hög” energiprestanda. Detta innebär praktiskt att alla byggnader måste se till att få en stor del av energiförsörjning från förnybar energi antingen på plats eller hos en leverantör i närområdet. Enligt omarbetning av energiprestandadirektivet ska de offentliga myndigheterna föregå med gott exempel och från och med den 1 januari 2019 finns krav på att alla nya byggnader som används och ägs av dem vara nära-nollenergibygnader. Vidare ska den offentliga sektorn även föregå med gott exempel och stimulera åtgärder som gör att befintliga byggnader renoveras och når nära-nolltröskeln. Sverige måste därmed ta fram policys och finansiella instrument eller andra komponenter tillsammans med detaljerade nationella krav och åtgärder i denna riktning (European Parliament and of the Council 2010).

2.3. Andra direktiv som rör energiprestanda för byggnader

Förutom direktivet om byggnaders energiprestanda så har ytterligare några direktiv betydelse för ombyggnadsstrategier när det gäller minskning av energianvändning i byggnader:

Ekodesign-direktivet (2005/32/EG) syftar till att främja en effektiv energianvändning och en låg miljöpåverkan av energianvändande produkter och energianvändande delar av sådana produkter genom att miljöaspekter integreras i produktdesignen för att förbättra produktens eller delens miljöprestanda under hela dess livscykel (SFS 2008:112). I Sverige tillämpas direktivet genom lagen om ekodesign. Direktivet och tillämpningslagen i Sverige inkluderar även de direktiv som rör kyl- och frysskåp samt förkopplingsdon till lysrör. Det som skiljer detta direktiv jämfört med det för byggnader är att alla betydande miljöaspekter ingår i bedömningen av produkterna. I tabell 1 nedan anges status för de olika produktgrupperna. De som rör byggnaden som system har fetmarkerats. Det nämns också att fönster diskuteras som en produktkategori som kan inkluderas i framtiden. Här är kraven betydligt enklare att administrera eftersom kraven är homogena i hela EU och eftersom att det finns ett märkningsförfarande som gör att köparen har enkelt att utvärdera olika leverantörers produkter gentemot varandra.

Tabell 1. Tabell med status rörande olika produktgrupper i ekodesigndirektivet. Produktgrupper som rör byggnaden som system har fetmarkerats.

Gällande ekodesignkrav	Antagen ekodesignförfordning
Hembelysning Standby och offmode-förluster för energi-användande produkter TV-apparater	Elmotorer 0,75-375kW Enkla digitalboxar Externa nättaggregat Cirkulationspumpar Gatu- och kontorsbelysning Kylar och frysar för hushållsbruk
Inför beslut	Förslag
Tvättmaskiner för hushållsbruk Diskmaskiner för hushållsbruk	Elektriska pumpar Luftkonditionering för hushåll Pannor för gas/olja/el Varmvattenberedare för gas/olja/el Fläktar Datorer och dataskärmar Bildbehandlingsutrustning: kopiatorer, faxar, skrivare, skannrar, m.fl. Avancerade digitalboxar Verktygsmaskiner Medicinsk bildutrustning
Förstudie finns	forts. förstudie finns
Kylar och frysar för kommersiellt bruk Fastbränsleutrustning Torktumlare för hushållsbruk Dammsugare Hembelysning II Ljud och bild: dvd, blueray, projektorer, digitala fotoramar, spel Element och värmeflätar	Uppvärmningsprodukter som använder varmluft Ugnar för hushållsbruk och kommersiellt bruk Spisar och grillar för hushållsbruk och kommersiellt bruk Tvättmaskiner, torktumlare och diskmaskiner för kommersiellt bruk Kaffemaskiner Nätverks-standby UPS för hushållsbruk Transformatorer

Energitjänstedirektivet (2006/32/EG) syftar till att uppnå en effektiv slutanvändning av energi. Målsättningen är att minska energianvändningen i medlemsstaterna med minst 9 % till år 2016 med 1995 som basår. Den offentliga sektorn åläggs ett särskilt ansvar att vidta åtgärder som förbättrar energieffektiviteten. Varje land ska lämna in en handlingsplan, en så kallad NEEAP (National Energy Efficiency Action plan) för 2007, 2011 och 2014. I Sverige har en offentlig utredning genomförts (SOU 2008:25) som är den första NEEAP-rapporteringen för Sverige. Där har ett antal möjliga styrmedel föreslagits för bostäder och service där bland annat energihushållningskrav vid ombyggnad nämns. Andra intressanta styrmedel är teknikupphandling och program för effektivare elanvändning. Energimyndigheten har beräknat effekterna av redan införda åtgärder. För flerbostadshus anges att redan genomförda effektiviseringar (mellan åren 1995 till 2004) beror på framförallt konvertering av uppvärmningssystemen och där fjärrvärmeanslutningar, minskad individuell oljeeldning och värmepumpar är de viktiga orsaker till minskning. I Sverige är koldioxidskatt ett viktigt styrmedel men effektiviseringarna för bostadssektorn bedöms framförallt bero på konverteringen. Under perioden har husens nettovärmebehov faktiskt ökat, framförallt genom ökade inomhustemperaturer och ökad varmvattenanvändning. Effektivisering av energianvändningen för uppvärmning har visserligen genomförts men har mindre betydelse än konverteringen (SOU 2008:25).

2.4. Krav på kemikalier i byggnader

Reachförordningen (1999/45/EG) är en övergripande lag inom EU som beskriver vad som gäller för kemiska ämnen behäftade med vissa farliga egenskaper. Tydliga krav ställs på kemikalieindustrin om registrering, utvärdering och tillstånd för hur de olika kemiska ämnena ska hanteras när de släpps ut på marknaden. De särskilt farliga ämnena, så kallade SVHC (Substances of Very High Concern) kräver särskilda tillstånd för att användas. Nedströmsanvändarna måste kontrollera att dessa ämnen inte finns i olika produkter och om det är fallet säkerställa att det finns tillstånd för den aktuella användningen. Byggsektorn är en typisk slutlig nedströmsanvändare av kemikalier där det finns en hel kedja med tillverkare mellan kemikalieleverantören och det som sedan hamnar i byggnaden. I Sverige har vi enats om att fasa ut de särskilt farliga ämnen som anges i Reachförordningen och kriterier och system för praktisk tillämpning av Reach inom byggsektorn har utvecklats (Basta 2010). Utfasning av särskilt farliga ämnen är en förutsättning för att renoveringsåtgärderna ska kunna vara resurseffektiva ur ett livscykelperspektiv, d.v.s. att materialen kan användas för återvinning då byggnaden rivs. Inom detta område ligger Sverige i framkanten vad gäller tillämpningen av Reach inom byggsektorn.

Vid renovering är det av särskild vikt att redan inbyggda särskilt farliga ämnen kan identifieras och saneras samt att efterföljande materialmassor kan tas om hand på ett adekvat sätt så att återvunna materialströmmar inte kontamineras med ämnen som är problematiska ur hälso- och miljösynpunkt. För detta ändamål finns det en rad olika förordningar och regler som ska tillämpas vid renovering av befintlig bebyggelse. I manualen för Miljöklassad Byggnad, utvecklat inom ramen för Bygga-bo-dialogen för att miljöklassificera byggnader i Sverige, finns sammanställt viktiga regler som behöver beaktas vid ombyggnad (Boverket 2010). För PCB gäller SFS 2007:19 och då framförallt byggnader från åren 1930-1973. Ozonedbrytande ämnen enligt KIFS 2005:7 för ämnen som klassificeras som miljöfarliga med riskfras R59, gäller främst byggnader från åren 1960-1998. Asbest i vissa halter från byggnader mellan åren 1930-1976. Övriga ämnen och produkter som också anges är kvicksilver, bly, radioaktiva isotoper samt impregnerat virke med krom, koppar eller kreosot.

2.5. Byggproduktdirektivet

Byggproduktdirektivet (89/106/EEG) är under omarbetning och de nya riktlinjerna är publicerade genom förslaget till nytt byggproduktdirektiv (Europeiska Kommissionen 2008) (KOM, 2008, 311 slutlig). Syftet med byggproduktdirektivet är att säkerställa fri rörlighet för och användning av byggprodukter inom den inre marknaden. De delar som berör denna studie är följande avsnitt:

- Hygien, hälsa och miljö som hanterar alla typer av farliga ämnen som kan avges från byggprodukter.
- Energiekonomi och värmeisolering ställer krav på att utrustning som hanterar uppvärmnings- och kylbehov ska minimera energianvändningen och klimatpåverkan.
- Hållbar användning av naturresurser handlar om att kunna återanvända produkter och material efter rivning, livslängdfrågor och att miljöanpassade råvaror och material ska användas som insatsvaror.

Hur den slutliga utformningen av byggproduktdirektivet kommer att se ut kommer att ha stor betydelse för alla enskilda komponenter som ska ingå vid en renovering.

3. Marknadspotential

3.1. Bestånd, flerbostadshus byggda mellan 1941 och 1980.

Antalet bostäder som uppfördes från fyrtioalet till och med åttiotalet varierar beroende på vilken statistisk källa som används. Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok (SCB 2010) är en årlig sammanställning över Sveriges byggnadsbestånd som anger ett värde baserat på äldre uppgifter. Skriften har utgivits årligen sedan 1980, och innefattar en stor mängd olika data gällande energianvändning, kostnader och byggnadstakt. Statistiken baseras på flera olika undersökningar från tidigt 1900-tal till nutid. Dessvärre förändrades rapporteringen av statistiken efter 1990 och data gällande exakt antal lägenheter från respektive uppförandeår är svårt att uttyda. Av de lägenheter i flerbostadshus som uppfördes 1941 till 1960 respektive 1961 till 1980 fanns 651 000 respektive 924 000 kvar år 1990 (SCB 2010).

Tabell 2 Data för uppförande år, yta och genomsnittlig energianvändning till värme och varmvatten för flerbostadshus i Sverige (SCB 2010).

Uppförd (år)	Total Area (BOA, m ²)	Energi till uppvärmning och varmvatten (kWh/m ²)
1941-1960	38 300 000	164
1961-1970	38 700 000	149
1971-1980	21 100 000	153

Istället för antal lägenheter i beståndet beskrivs den totala arean bostad, enligt tabell 2. Datan i tabell 2 ger en genomsnittlig årlig energianvändning för flerbostadshus inom perioden 1941-1980 som uppgår till 15,28 TWh. I Energistatistik för flerbostadshus 2007 (SCB 2007) fördjupas statistiken gällande flerbostadshusen och deras energiförbrukning, se tabell 3. Statistiken är framtagen av SCB på uppdrag av Energimyndigheten och har framräknats för det specifika ändamålet att bedöma bebyggelsens energianvändning. Data för flerbostadshusens uppförandeår och energianvändning är sammanställd för år 2007, men kan anses vara så nära dagens nivå att det är användbart. Rapporten visar att energianvändningen i det äldre byggnadsbeståndet dominerar, dock inte i så hög grad som man kunnat tro.

Tabell 3 Data för uppförandeår, yta och genomsnittlig energianvändning till värme och varmvatten för flerbostadshus i Sverige (Energimyndigheten 2009)

Uppförd (år)	Total Area (BOA, m ²)	Energi till uppvärmning och varmvatten (kWh/m ² BOA)	Antal Lägenheter (1000-tal)
1941-1960	40 100 000 ± 2 000 000	164 ± 4	598 ± 29
1961-1970	37 100 000 ± 2 600 000	155 ± 5	492 ± 34
1971-1980	18 000 000 ± 2 300 000	158 ± 7	253 ± 35

Kort kan konstateras att arean i de båda undersökningarna är ungefär densamma, likaså energianvändningen. Dessutom innehåller statistiken från Energimyndigheten även antal lägenheter från respektive period, dock med en relativt stor spridning.

En förenkling av dessa uppgifter är att det nu finns 600 000 byggda lägenheter från perioden 1941 till 1960 och 750 000 lägenheter från 1961 till 1980 i byggnadsbeståndet idag. Dessa har en genomsnittlig yta på 67 respektive 73 m² som använder 164 respektive 156 kWh/m² och år till värme och varmvatten.

Tabell 4 Sammanställd ungefärlig status gällande yta, energianvändning för värme och varmvatten och antal lägenheter i flerbostadshus uppförda 1941 till 1980.

Uppförd (år)	Lägenheter (1000-tal)	Lägenhetsarea (BOA, m ² /lgh)	Energi till uppvärmning och varmvatten (kWh/m ² BOA)	Energi till uppvärmning och varmvatten, Totalt (TWh)
1941-1960	600 000	67	164	6,6
1961-1980	750 000	73	156	8,5

När dessa förenklade uppgifter sätts samman kan vi snabbt beräkna den ungefärliga energianvändningen för byggnader från respektive period, se tabell 4. Totalt använder dessa flerbostadshus omkring 15 TWh årligen. Dessa siffror kan jämföras med den totala energianvändningen för värme och varmvatten för alla flerbostadshus som är 25,2 TWh årligen och hushållens elanvändning som har beräknats till 40 kWh/m² och år vilket skulle motsvara 3,8 TWh för bostadshus uppförda mellan 1941 och 1980 (Energimyndigheten 2009).

3.2. Renoveringspotentialen i flerbostadshus byggda 1940-1980

Brister och behov

Undersökningar pekar på ett stort behov av renoveringsåtgärder i flerbostadshusen. Flera olika undersökningar har visat på att underhållet av byggnader i Sverige har tydliga brister inom vissa områden. För flerbostadshusen gäller att de dominerande renoveringsbehoven oftast är underhållsarbete på fasader och tak samt renovering av ventilationssystem. Dessa byggnadsdelar har direkt påverkan på energiförbrukningen och kan ge direkta fördelar ur energisynpunkt. Utöver dessa direkt energipåverkande åtgärder finns även ett stort behov för renovering av hissar och avloppsstammar (Boverket 2003).

Undersökningar visar också att vatten- och fuktrelaterade skador har ökat de senaste åren, vilket kan bero på nedsatt underhåll (Boverket 2009(a)). För att få en bättre översikt över det rådande problemet med vattenskadorna sammanfattades i "Vattenskadeundersökningen" förekomsten av vattenskadorna (VVS Företagen 2005). Undersökningen visar att den årliga kostnaden för vattenskadorna är drygt 5 miljarder kronor, varav 2,8 miljarder kronor kan kopplas till flerbostadshus. Av dessa sker omkring 3/4 i byggnader uppförda mellan 1940 och 1980. Vidare finns det också brister gällande inneklimatet och välmåendet hos hyresgäster (Stockholm stad 2009). Stora problem med drag och kallras finns i delar av beståndet. Detta är ofta av större prioritet för fastighetsägaren än energianvändningen..

Energibesparing

Målen med energibesparingen är höga. I och med gällande avtal om minskade koldioxidutsläpp måste energiförbrukningen sänkas. De hinder och möjligheter som finns för att uppnå de energimål som satts upp till 2020 och 2050 kan beskrivas på flera sätt. Begreppen samhällsekonomiskt lönsamt och tekniskt möjligt beskrivs som två olika mål i effektiviseringen. I princip är det tekniskt möjligt att renovera samtliga bostäder till passivhus, men frågan är om det är samhällsekonomiskt möjligt. Beräknat på ett längre perspektiv är de flesta energieffektiviserande åtgärder lönsamma i flerbostadshus vid nuvarande energipriser, men det är på ett långt tidsperspektiv och det innebär ett problem med finansiering (Boverket 2008(a)). Exempel visar också nyttan av att göra så kallade "passa på"-effektiviseringar, där en renoveringsåtgärd är den huvudsakliga åtgärden men då en effektiviseringsmöjlighet uppstår (Boverket 2008(a)). En bedömning av den totala potentialen till år 2016 är totalt 38,3 TWh där 11,3 TWh utgör besparing på uppvärmning i flerbostadshus. Detta är den tekniska potentialen, den genomsnittliga effektiviseringspotentialen som anses realistisk är omkring 8,2 TWh för uppvärmning i hela bostadsbeståndet och 2,1 TWh i flerbostadshus.

(Pettersson, B., Göransson, A. 2008). Då det totala beståndet till 70 % utgörs av flerbostadshus uppförda mellan 1941 och 1980 kan energieffektiviseringsgraden till uppvärmning av dessa antas vara 70 % av den totala potentialen för flerbostadshusen (Pettersson, B., Göransson, A. 2008). Detta är dock något lågt räknat eftersom användningen i dessa hus är högre. Det ger oss en möjlighet att effektivisera 1,5 till 8 TWh i perioden från 1941 till 1980. Potentialen bedöms kunna bli högre om det finns tydliga styrmedel för att genomföra effektiviseringar.

En annan undersökning gav resultatet att hela beståndet har en besparingspotential på mellan 24 till 34 TWh till år 2016 (Energieffektiviseringsutredningen 2008). I rapporten finns en sammanställning över Sveriges totala energiförbrukning inom alla sektorer, därmed också en sammanställning över bostäder och flerbostadshus. Utöver förbrukningen beskrivs också vilka styrmedel som kan användas för att sänka förbrukningen i bostadsbeståndet och vilka effekter de kan tänkas få, i första hand ska åtgärder som ger samhällsnytta men som inte är privatekonomiskt lockande stimuleras (Energieffektiviseringsutredningen 2008).

Potentialen för totala energibesparingsåtgärder i byggnadsbeståndet från just perioden 1941 till 1980 bedöms även av andra vara mycket stort. Ett scenario i Boverkets rapport "Piska och morot" visar att enbart flerbostadshus inom perioden 1941 till 1980 har en total effektiviseringspotential som skulle ge en sänkning av 4,1 TWh fördelat på 1,9 samt 2,2 TWh på perioderna 1941-1960 respektive 1961-1980, i det fall då byggnaderna når dagens energiprestanda (Boverket 2005). I det fallet är fjärrvärme helt dominerande som energibärare med uppvärmning av 77 % av flerbostadshusens area.

Vid renovering i kombination med modernisering samt energieffektivisering av äldre bebyggelse är det nära till hands att jämföra med vilken energibesparing det skulle ge om samtliga flerbostadshus uppförda mellan 1941 och 1980 använde lika stor mängd energi som dagens byggnorm kräver (se Tabell 5). Vid antagandet att moderniseringen innebär en energiteknisk nivå som motsvarar nivån på flerbostadshus uppförda efter 2001 skulle den genomsnittliga förbrukningen vara 131 kWh/m² BOA årligen (Energimyndigheten 2009).

Tabell 5 Besparingsmöjligheter i flerbostadshus uppförda mellan 1941 och 1980

Besparingsnivå, Flerbostadshus 1941-1980	Besparing (TWh/år)	Förbrukning (TWh/år)	Förbrukning (kWh/m ² och år)	Besparing (kWh/m ² och år)
Nuvarande	0	15,1	159	0
Minimal	1,5	13,6	143	16
Maximal	8	7,1	75	84
Genomsnitt 2001-2009	2,7	12,4	131	28

Detta skulle i sin tur ge en besparing på omkring 18 procent eller motsvarande 2,7 TWh på enbart uppvärmningsenergi om husen håller dagens nivå. Bedömningen är att effektiviseringspotentialen ur energisynpunkt för hela Sveriges bostadsbestånd är mellan 24 och 38 TWh slutanvändning till 2016 (Boverket 2005). I flerbostadshusen tros samma besparing ligga mellan 2,1 och 11,3 TWh fram till samma år, där den huvudsakliga besparingen baseras på hus uppförda mellan 1941 och 1980 vilka utgör 70 % av energianvändningen till uppvärmning av flerbostadshusen (Pettersson, B., Göransson, A. 2008). Det ger oss en möjlighet att effektivisera 1,5 till 8 TWh i perioden från 1941 till 1980. Variationen är till stor del beroende av räntesatser och därmed ekonomisk lönsamhet.

Kostnader

Kostnader i det befintliga bostadsbeståndet kan grovt indelas i två delar; återställande eller uppgradering. För att åtgärda de fel och brister som finns i beståndet vid en uppgradering renoveras

byggnaderna till en högre standard och med bättre energiprestanda.

Kostnader som ursprungligen kommer från åtgärder av fel och brister beräknas kosta 60 miljarder kronor i flerbostadshus (Boverket 2009(a)). Enbart kostnader för skador kopplade till fukt- och vattenskador uppgår till omkring 2,8 miljarder kronor årligen för bostäder byggda mellan 1941 och 1980 (VVS Företagen 2005). Det finns olika siffror på hur mycket renovering av rekordårens bostäder till dagens standard kan komma att kosta. En vanlig siffra som ofta nämns i olika offentliga sammanhang är omkring en miljon kronor per normalstor lägenhet (SABO 2009). Där beräknas kostnaden uppgå till maximalt 12 000 kronor/kvm lägenhetsarea vilket på en normalstor trerumslägenhet innebär en kostnad på 925 000 kronor. Detta kallas ”Fullständig upprustning”, vilket innebär nästintill nybyggnadsstandard. Då antas utbyte av installationer, kök, badrum och en energimässig anpassning ingå i beräkningen. Utöver den fullständiga upprustningen visar SABO på två andra möjliga alternativ där de resurseffektiviserande åtgärderna inte sätts i fokus och ett alternativ som innebär rivning. Värt att nämna är att den uppskattade kostnaden för rivning är mellan 1 000 och 4 000 kronor/kvm lägenhetsyta, dvs. ungefärligt 10-30 % av kostnaden för en fullständig renovering.

Den ekonomiska potentialen kan vidare delas in i olika grupperingar såsom samhällsekonomisk potential, monetär potential och privatekonomisk potential (Boverket 2005). På så sätt bedöms potentialen ur olika synvinklar. Sammanfattningsvis är det i samhällets intresse att uppnå en energieffektivisering, men att det är svårt att få åtgärder inom energieffektivisering utförda på grund av bristande ekonomiska incitament och en osäkerhet om framtida energipriser. Även fastighetsbolagens ekonomiska status spelar en betydande roll för möjligheten att genomföra stora renoveringar.

Olika typer av fastighetsbolag har olika förmåga att använda sina resurser till att energieffektivisera bostadsområden. Genom ett stort intervjuunderlag har fyra ”typbolag” presenterats och vilka möjligheter dessa har att genomföra olika grader av energieffektivisering (Högberg 2010)

Enligt Högberg kan fastighetsbolagen delas in i fyra grupper:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Strikt vinstdrivande företag | - Gör enbart det nödvändiga |
| 2. ”Det lilla extra”-företag | - Gör lite utöver det som är ekonomiskt |
| 3. Policydrivna företag | - Åtgärder utförs på ägardirektiv |
| 4. Administrativt ledda företag | - Åtgärder utförs genom de anställdas vilja |

I denna gruppering anses de två förstnämnda minst troliga att kunna genomföra energieffektiviserande åtgärder och kräver subventioner för att genomföra större åtgärder (Högberg 2010).

Resurssnålhet i material

En diskussion som ofta uppkommer är nyttan med att renovera kontra möjligheten att riva och bygga nytt med högre standard och bättre energibesparande egenskaper. Att riva och bygga nytt sägs ibland vara en enkel och effektiv lösning på bostadsproblem i form av dålig standard och energiförbrukning. Vid jämförelse av genomsnittlig rivningstakt och bostadsbeståndet kan det uttydas att en byggnads livstid behöver förlängas.

Under 2008 påbörjades rivning av 893 lägenheter i flerbostadshus (SCB 2010). Det innebär en oerhört liten del av byggnadsbeståndet och för att effektivisera beståndet genom nybyggnad måste takten ökas dramatiskt upp till över 100 000 lägenheter om året för att hinna med utbyte till år 2020. Det innebär i längden att det inte är möjligt att riva och bygga nytt i den takt som skulle vara önskvärt. Några få undersökningar visare vilken miljöpåverkan det skulle innebära om flerbostadshusen rivs jämfört med om de renoveras. Detta har undersökts med hjälp av

livscykelanalys och resultatet som framkommit är att det finns en miljömässig nytta med att renovera. En analys av bostadsbeståndet i Norge och dess utveckling fram till år 2100 visar att Norges bostadsbyggande kommer att förändras från att riva och bygga nytt till att renovera det gamla beståndet för att bevara det en "livscykel till", men att det under vissa perioder kommer att rivras och byggas nytt. Det antas att en sådan period kommer att infalla omkring år 2050, då efterkrigstidens bestånd anses ha avslutat sin renoveringslivscykel. Studien visar också på nyttan av att göra prognoser över framtida byggnadsbestånd för att fatta politiska beslut angående renovering och nybyggnad. Det som byggs idag har en påverkan på marknaden om 50 år och bör därför analyseras och dokumenteras redan nu (Sartori et al 2008). Betydelsen av livscykelns längd har studerats mer ingående i Nederländerna och med aktuell statistik gällande rivningstakt och nyuppförande behöver en byggnads livscykel förlängas ordentligt. För närvarande varierar rivningstakten mellan 0,15 och 0,25 procent i Nederländerna, vilket innebär att det åtgår som minst 400 år innan hela beståndet rivits och ersatts med nytt. Den miljömässiga effekten av detta undersöks också och där visar studien på att den miljömässiga belastningen för att förlänga livscykeln för en byggnad är mer resurssnålt om man tittar på materialanvändningen. (Thomsen, van der Flier 2009)

Den resurssnålhet som en renovering innebär ur materialsynpunkt är uppenbar eftersom stora delar av byggnaden bevaras, men vad som inte är lika självklart är hur den totala miljöpåverkan med energiförbrukning under kommande år och dess miljöbelastningar påverkar helheten. Vid en undersökning av rivning och nybyggnad kontra renovering av befintliga flerbostadshus utförd i Nederländerna visades två olika renoveringsfall. Där jämfördes en eventuell rivning och nybyggnation och resultatet är entydigt; renovering är den minst miljöpåverkande åtgärden gällande materialåtgång, påverkan på ozonlagret, giftighet och försurning (Itard, Klunder 2007). Detta beror självklart på hur byggnaden är utformad. Bäst resultat fås då byggnaden har en flexibel stomme och de bärande väggarna inte påverkas. Undersökningen presenterar fyra olika scenarier; fortsatt drift med underhåll, drift och extra isolering, ombyggnad av planlösning och isolering samt rivning och nybyggnad. Utfallet beror på vilken typ av byggnad som renoveringen utförs på, men den övergripande slutsatsen är att det är den mängd material som går åt vid byggfasen som styr utsläppet av växthusgaser (Itard, Klunder 2007). Energiåtgången i driftsfasen för uppvärmning om man jämför att renovera energisnålt kontra att riva och bygga nytt är ungefär densamma under ett 90-års perspektiv, men materialåtgången för att bygga nytt är betydligt större (Itard, Klunder 2007). Att materialåtgången är så pass mycket större beror på att den materialintensiva bärande stommen sparas oförändrad i stor utsträckning.

4. Resurseffektiviserande åtgärder

I detta kapitel redovisas resultatet från den kunskapssammanställning som har gjorts genom litteratursökning i olika källor för flerbostadshus byggda under perioden 1940 – 1980. Åtgärderna har sorterats efter mer övergripande strategier för ombyggnad, generella åtgärder samt specifika åtgärder för enskilda byggnader och hus.

Nästan varje hus genomgår en mer omfattande renovering minst en gång under sin livslängd förutom det löpande underhåll som varje fastighetsägare genomför. Beslut om vilka åtgärder som kommer att genomföras beror på ett flertal faktorer såsom hur de olika byggelementen är uppbyggda, tidsåtgång för att genomföra renoveringar och kostnadsaspekterna.

Varje konstruktionsdel i en byggnad har en viss livslängd och bör därför undersökas, förbättras eller bytas ut efter en viss tid. Tabell 6 sammanfattar olika konstruktionsdelar och vilken betydelse dessa har beroende på under vilken period husen byggdes. Sammanfattningen hjälper oss att söka efter, gruppera, och identifiera de olika åtgärderna som finns i olika litteraturkällor.

Tabell 6 Relevans för kontroll av byggelement för olika tidsperioder (ju mer XX desto viktigare att göra kontrollen och utföra renoveringen)

BYGGPERIOD		Risk	Innan 1940	1940-1960	1960-1980	Efter 1980
RENOVERING						
KONSTRUKTION	Stomme	Bärförmåga, Fukt och mögel skador, Brandrisk, köldbryggor	XXX	XX	X	
	Tak och vindutrymme	Bärförmåga, Fukt och mögel skador, Brandrisk	XXX	XXX	XX	X
	Balkong	bärförmåga + köldbryggor	XXX	XX	XX	
BYGGNADSSKAL	Fasadmaterial	Skador i material	XX	XX	X	
	Isolering i väggar, tak och grundkonstruktion	Värmekapacitet, fukt- och mögel skador, köldbryggor	XXX	XXX	XX	X
	Fönster och dörrar	U-värde, tätningsförmåga	XXX	XXX	XX	X
INSTALLATIONER	Stam – vatten, varmvatten och avloppsvatten installation	Kvalitet, fukt- och mögelskador	XXX	XXX	X	
	Ventilation system	Funktion och kapacitet	X	X	XX	X
ENERGI	Uppvärmning	System och funktion	XXX	XXX	X	
	Belysning	Allmän belysningstyp och energieffektivitet	XXX	XXX	XX	X
INNEMILJÖ	Luft	Radon, drag	XXX	XX	X	X
	Material	Förening, fukt- och mögel skador	XXX	XX	X	X
FUNKTION	Planlösning	Fel planlösning och fel typ av lägenhetsstorlek	XX	XX	XX	
	Allmänt	Tillgänglighet	XXX	XXX	XX	X

4.1. Strategier för ombyggnation

Renovering av befintlig bebyggelse är ofta en komplex uppgift och medför stora investeringsbehov för fastighetsägaren. Arbetet kan effektiviseras och samordningseffekter kan uppnås om det finns en tydlig och bra strategi och planering för renoveringen. Särskilt viktigt blir det om ett helhetsgrepp ska tas över resursanvändning i stort och där många hållbarhetsaspekter ska vävas in samtidigt. De byggnader som nu står inför ett stort renoveringsbehov är tex. byggnader uppförda under miljonprogrammet. Dessa byggnader är byggda på ett likartat sätt och lämpar sig särskilt väl för att arbeta mer systematiskt för att inkludera hela ombyggnadsprocessen inklusive tekniska åtgärder. I litteraturen har vi hittat några exempel på strategier som är utvecklade för renovering av befintlig bebyggelse.

Den europeiska studien ”Achieving Energy Efficiency in the Housing – the Way Forward” (Edwards, 2010) gjorde en jämförelse mellan elva bostadsföretag i åtta europeiska länder om hur de arbetar med energieffektivisering och förnybar energi. Intervjuresultaten visade att 70 % av företagen har en strategi för minskning av energianvändningen i sina bostadsbestånd medan 60 % har en standard eller har ställt upp mål för vilken energiprestanda som ska uppnås vid ombyggnad.

En av de första strategierna för ombyggnad av prefabricerade bostäder är ”The Berlin Strategy” (Höller, 2006). I början av 1990-talet beställde de styrande i Östberlin ett flertal studier om hur renovering och modernisering av olika prefabricerade bostadstyper, totalt 270 000 bostäder, skulle kunna genomföras. Åtgärderna inkluderade förbättring av termisk isolering, värmesystem, stambyte och vatten- och avloppsupprustning, nya fönster och balkonger, renovering av hissar och upprustning av entréer och trapphus. Metoderna och instrumenten för genomförande av strategin inbegrep samarbete mellan olika partners, kommunal ledning som fokuserade på boendemedverkan och utveckling av investeringsprinciper. Den efterföljande renoveringen pågick i tio år för de 270 000 bostäderna och resulterade i att:

- 60 % genomgick omfattande ombyggnad,
- 25 % byggdes om delvis och
- 15 % byggdes inte om.

Under perioden 1993-2003 har 6.3 miljarder euro investerats i ombyggnation av prefabricerade bostäder i Östberlin, där mer än tredjedel gick till energieffektiviseringsåtgärder.

I Schweiz har Lucerne University of Applied Sciences and Arts utvecklat en strategi för renovering av bostäder med prefabricerade byggelement (Schwehr och Fischer, 2010). Strategin baseras på typ och storlek av byggnader och ger ett antal valmöjligheter baserat på ett fåtal åtgärder med prefabricerade element. Exempelvis inkluderar alternativen för ett flerbostadshus:

- nya prefabricerade vägg- och takelement,
- nya prefabricerade tilläggsselement för balkonger och tak
- ny tilläggsbyggnad som kan vara helt eller delvis prefabricerad eller byggd på plats.

Det finns också möjlighet att kombinera de olika alternativen. Strategin inkluderar också att anpassa befintliga lägenheter till nya behov med nya familjesituationer. Strategin finns publicerad i form av en användarvänlig katalog. Dokumentet är utvecklat under pågående forskningsprojekt ”Annex 50 Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings” av den Internationella Energirådets (IEA) projekt ”Energy Conservation in Buildings and Community Systems”. Resultat kommer att publiceras under 2011.

”Hållbar Renovering” (NCC, 2010) beskriver ett koncept som NCC har tagit fram för samarbete med kunder i samband med deras ombyggnadsprojekt. Konceptet är uppdelat i fyra faser: analys,

målbild, genomförande och uppföljning. Totalt finns tio olika åtgärder att välja mellan, grupperade i sju åtgärdspaket med exempel på besparingspotential, investeringsutrymme och kostnad och lönsamhet av olika åtgärdspaket. Energibesparingspotentialen ligger mellan 34 och 90 kWh/m² beroende på valt åtgärdspaket. Tre framgångsrika exempel på utförda projekt finns också beskrivna.

4.2. Åtgärder baserade på studier för hela beståndet

”Hälften bort! Energieffektivisering i befintlig bebyggelse” (Boverket, 2008(a)) redovisar åtgärder som kan användas i samband med ändring av byggnader för att åstadkomma en effektivare energianvändning i det befintliga byggnadsbeståndet. Åtgärderna är identifierade och uppdelade i fyra grupper: åtgärder i klimatskalet, installationstekniska åtgärder, förbättrad värmestyrning samt ventilationstekniska åtgärder. För varje grupp bedöms sparpotentialen i TWh. Åtgärder i klimatskalet inkluderar tilläggsisolering av ytterväggar, vindisolering och isolering av källarytterväggar, vilka bedöms ha en besparingspotential på upp till 8,5 TWh beräknat för hela byggnadsbeståndet. Den tekniska potentialen för övriga åtgärder i klimatskalet är byte av fönster och dörrar vilka bedöms uppgå till 8,1 TWh beräknat på det totala byggnadsbeståndet. De installationstekniska åtgärderna för värme och varmvatten som tas upp i rapporten är bl.a. byte av varmvattenarmatur till engreppsblandare och förbättrad värmestyrning. Den tekniska potentialen beräknas till 0,53 TWh. Förbättrad värmestyrning kan leda till besparingar på ca 6 TWh. Installation av mekaniskt från- och tilluft med värmeväxling (FTX) där det saknas samt utbyte av befintliga FTX-system till nya med bättre prestanda bedöms ha teknisk potential upp till ca 5 TWh. Energieffektiv belysning i trapphallar och entréer har en teknisk potential på ca 0,7 TWh. Rapporten redovisar vidare bedömning av olika åtgärdskategorier utifrån kriterier för att motivera införande av en bygganmälningsplikt, tex. så rekommenderas att tilläggsisolering av ytterväggar och samtidigt byte av en större mängd fönster på byggnaden vara bygganmälningspliktigt. Rapporten diskuterar till sist kring individuell mätning av värme och varmvatten. Installation av individuell mätning och debitering (IMD) av varmvatten och värme i flerbostadshus kan ge en besparing på 1-2 TWh respektive 2-4 TWh. IMD installeras oftare i hyresbostäder men sällan i bostadsrättsföreningar och nästan aldrig i det privata fastighetsbeståndet. Rapporten diskuterar kring incitamentsstrukturen för installation av IMD eftersom det är olönsamt för privata fastighetsägare. Statligt styrmedel skulle kunna ge genomslag för IMD på bred front.

I rapporten ”Individuell mätning och debitering i flerbostadshus” (Boverket 2008 (b)) sammanställs kunskapsläget för individuell mätning och debitering. Slutsatserna från denna studie visar att IMD kan minska förbrukningen med varmvatten med 15-30 % och värme med 10-20 %. Det är främst många allmännyttiga bostadsföretag som har långtgående planer på införande av IMD. Varmvattendebitering är mindre problematiskt medan mätning och debitering av värme är mer problematiskt. I rapporten rekommenderas att IMD införs i all renovering av bostäder för både värme och varmvatten. De anser också att det krävs certifiering av undermätare för värme och det krävs utveckling och utvärdering av olika värmemätare. Det behöver också utvecklas och utvärderas olika debiteringsmodeller för värmeförbrukningen. Eftersom debitering av varmvatten är mest lönsamt och värmedebitering måttligt lönsamt bör dessa åtgärder göras i ett paket för att den totala lönsamheten ska öka. Ett exempel från Växjöhem redovisar att det blir en årlig kostnad på 1 550 kronor/lägenhet för avskrivning av investering, driftkostnad och underhåll. För att detta ska vara lönsamt måste en besparing på minst 20 % uppnås, vilket innebär för en lägenhet på 65 m² ska värme och varmvattenanvändningen minskas från tex. 150 till 120 kWh/m². Vi kan dock konstatera att om andra renoveringsåtgärder realiserar, främst rörande värmebehovet, genom t.ex. förbättrat klimatskal mm., så blir det svårt att tjäna in investeringen av IMD för värmedebitering. Däremot kvarstår vinsten för varmvattenanvändningen.

För att få bättre statistik på det befintliga beståndet och dess egenskaper genomfördes en mängd besiktningar och enkätförfrågningar som sedan låg till grund för rapporten **”Så mår våra hus - redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m.m.”** (Boverket 2009 (a)). Främst har information om skador och brister sökts, men informationen är användbar för många andra områden. Statistikens grundunderlag är BETSI, Byggnaders energianvändning, tekniska status och inomhusmiljö. I studien har en bedömning av olika åtgärder för effektivisering av energianvändningen i bostäder gjorts. Dessa presenteras genom att ange kostnaden för renovering årlig, livslängden för en åtgärd och mängden byggnader som antas kunna genomföra en sådan åtgärd. Den genomsnittliga exempelkostnaden för att installera FTX i ett flerbostadshus med frånluft beräknas till 4 775 kronor/lägenhet årligen under tjugo år. För isolering av ytterväggar varierar den årliga kostnaden från 50 till 89 kronor/m² fasad, år under fyrtio år. För fönsterbyte beräknas det kosta 188 kronor per kvadratmeter fönsteryta under en fyrtioårsperiod (Boverket 2009 (a)). Den absolut största andelen byggnader berörs av fönsterbyte, i det fallet beräknas 1 336 000 byggnader beröras.

Utredningen **”Vägen till ett energieffektivare Sverige”** har i stort utrett behovet för energieffektivisering i Sveriges samtliga sektorer, däribland bostadsbeståndet. Enligt utredningen är de åtgärder som ger störst genomslag på den totala energianvändningen i flerbostadshusen bättre styrning av uppvärmning, tilläggsisolering av vind, isolering av ytterväggar och utbyte av fönster (Energieffektiviseringsutredningen 2008). Dessa ger var och en effektivisering på 3, 2,2, 1,3 respektive 1,1 TWh årligen. Utredningen ser också på vilka behov som finns för att möjliggöra en effektivisering genom bidrag och subventioner.

I rapporten, **”Här renoveras... flerbostadshus byggda 1950-1975. Klart 2015?”** (VVS Företagen och Svensk Ventilation 2008), sammanställs VVS-branschens erfarenheter av renoveringsteknik när det gäller stambyte, våtrumsrenovering och energieffektivisering i bostadshus. Den visar vilka tekniska frågor man bör ta ställning till inför en renovering, men också hur bevarandevärden, boendesamverkan och tillgänglighet bör hanteras. Det framgår också vilka konsekvenser olika val får för förvaltningsteknik, inomhusmiljö, energihushållning och ekonomi. Skriften redovisar intervjuerna med några nyckelpersoner som för tillfället då intervjuerna genomfördes var involverade i renoveringsåtgärder.

Publikationen framhåller att ”helhetsgrepp krävs för att minska energianvändningen och åtgärderna måste komma i rätt ordning” och ger förslag till fyra renoveringssteg. Steg 1 fokuserar på energiförbättring i klimatskalet och ger rådet att det är lönt att öka på den isolering på 15 cm som finns i takbjälklaget där det är möjligt. Det är även lönsamt att göra nytt lutande och välisolerat tak med utvändiga stuprör och samtidigt kunna inrymma ett antal nya lägenheter. Fönster ska förbättras framförallt genom utbyte av en av rutorna i befintligt fönster med 2-glas isolerruta med lägmissionsskikt fyllt med ädelgas. Om karmen och bågen är i dåligt skick rekommenderas att fönstren byts till nya med U-värden ner mot 0,7 W/m²,K. Energibesparingen för dessa åtgärder bedöms vara upp till 30 kWh/m², år. Steg 2 fokuserar på energiförbättringar i ventilationssystemet där man främst rekommenderar värmeåtervinning med FTX-system, råd ges utifrån hur de befintliga ventilationssystemen ser ut. Besparingspotentialen bedöms vara upp till 35 kWh/m², år med en verkningsgrad på 80 % för värmeåtervinningen.

Steg 3 fokuserar på energiåtgärder i värmesystemet som ger en energibesparingspotential på åtminstone 10 kWh/m²,år och minskning av varmvattenanvändning som kan ge en energibesparing på 15 kWh/m²,år. Den sammanlagda effekten av alla föreslagna åtgärder om de görs i rätt ordning kan minska energibehovet med upp till 90 kWh/m²,år från befintliga 220 kWh/m²,år. Vidare nämndes boendemedverkan, och olika sätt att spara el- och värmeanvändningen som ytterligare åtgärder. Sist i rapporten redovisas resultat från intervjuer med fem olika bostadsbolag som har erfarenhet med renovering av flerbostadshus där energifrågor var en del eller inte av

renoveringsprocessen. Alingsåshem berättar om sina erfarenheter kring renovering med målet att nå passivhusnivå. Svenska Bostäder gör mindre åtgärder i samband med andra renoveringsåtgärder. Bevarandevärden på befintliga hus från 1960-talet utgör begränsningar för tilläggsisolering av fasaden, men i de fall Svenska Bostäder får tillstånd från stadsbyggnadskontoret tilläggsisolerar de 5-7 cm. Andra åtgärder inkluderar injustering av värmen, installation av energiglasruta på befintliga fönster samt vattenbesparande kranar. Familjebostäder i Stockholm renoverar med traditionella metoder och har inte några specifika mål för energianvändning efter renovering. Helsingborgshem installerar system för individuell mätning och debitering av varmvatten och el i samband med renoveringen och Skövdebostäder där inga större renoveringsåtgärder genomförs.

BeBo, Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus, arbetar aktivt med att sammanställa kompetensen gällande energieffektiva system för att sedan ge en bättre beställarkompetens i dessa frågor. Det övergripande målet är att ”Gruppens aktiviteter genom en samlad beställarkompetens ska leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden”. Genom sitt arbete sammanställer BeBo pågående projekt och genomförda projekt. I vissa fall har arbetet lett till energieffektiviseringar på upp till 50 %. Samtidigt som energieffektivisering är i fokus får detta inte bli på bekostnad av funktion, kvalitet, beständighet eller ekonomi. Målet är således att åtgärderna skall vara resurseffektiva genom att kostnader återbetalas via framtida besparingar. Exempel på nu pågående projekt rör energieffektivisering, värmeåtervinning, ventilationsombyggnad från F till FTX samt effektiv belysning.

Belok, Beställargruppen lokaler, är en organisation som skapats ur ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största lokalfastighetsägare. Huvudsyftet är att minska energianvändning i lokaler samtidigt som funktion och komfort förbättras. De projekt som genomförs finansieras via Energimyndigheten och respektive fastighetsägare. Flera verktyg har tagits fram för att underlätta enskilda fastighetsägares energieffektiviseringsarbete. Detta inbegriper bland annat enklare kalkylverktyg för beräkning av LCC på renoverings och installationsåtgärder samt verktyg för tidiga beräkningar av energibehov under projekteringskedet.

I ”**Värmeåtervinningssystem för befintliga flerbostadshus - Förstudie inför teknikupphandling**” (Wahlström 2009) visas att den teoretiska besparingspotentialen för installation av FTX i flerbostadshus är ca 30 kWh/m²_{BOA} och år. Detta ger ett stort incitament till att renovera och åtgärda de nuvarande icke värmeåtervinnande ventilationssystemen. Under en tioårsperiod beräknas enbart dessa åtgärder kunna ge en total besparing i bostadsbeståndet på 1,6 TWh. Detta tillsammans med det faktum att det nu är ett stort renoveringsbehov gör det än viktigare att reda ut hur en installation av värmeåtervinning ska gå till. Marknaden är i nuläget inte anpassad för renovering utan snarare nybyggnad. På grund av att den bristfälliga kunskapen och erfarenheten av nyinstallerade FTX-system i äldre flerbostadshus, finns det ett stort behov av att genomföra en studie för detta. Slutsatsen är att det måste utvärderas rent praktiskt på representativa byggnader, gärna genom att involvera de aktörer som kan erbjuda ett komplett och kostnadsriktigt alternativ för installation av ett sådant system. Detta ledde fram till BeBo projektet ”Teknikupphandling av värmeåtervinningssystem i befintliga flerbostadshus”. (BeBo 2009)

För att underlätta installation av värmeåtervinningssystem har BeBo sammanfattat upphandlingsförfarandet i ”**Teknikupphandling av värmeåtervinningssystem i befintliga flerbostadshus**” (Jardfelt och Berggren 2010). Tillsammans med SABO och Energimyndigheten har projektet startats som en del i energieffektiviseringen av de befintliga flerbostadshusen. Resultaten från förstudie antydde att det sällan installerades värmeåtervinningssystem i befintliga flerbostadshus. Detta kan delvis bero på att marknaden behöver anpassas för ombyggnad. Målet med studien är att få fram kompletta system för värmeåtervinning i flerbostadshusens ventilationssystem. Förutsättningarna varierar med varje hus och kan vara självdrag, frånluftsventilation och från/tillluftsventilation. Förutsättningen är att det övriga värmesystemet i

huset är väl fungerande som uppfyller alla krav enligt lag.

Projektet delas upp i tre delar där underlag samlas in från en mängd entreprenörer. Dessa underlag har skapats genom att respektive entreprenör har fått en kravspecifikation på flera objekt. En jury väljer sedan ut ett vinnande förslag på varje hus.

Etapp två innebär testning av systemen, detta leder i sin tur till praktiska erfarenheter som i sin tur kan leda till ändringar i kravspecifikationen till nästa etapp.

Den tredje och sista etappen är en utvärdering av systemen och det ges förslag på vad som ska användas i det övriga beståndet.

Tanken är att genom denna tävling få entreprenörer att intressera sig för att utveckla metoder och idéer för installation i befintliga flerbostadshus. Detta görs genom att ge en motivation i form av kontakt med beställargruppen och en möjlighet till ramavtal inom ventilationsrenovering. (BeBo 2010)

Rapporten ”**Professionell renovering i SABO-företag**” (Boverket 2009 (b)) visar resultat från flera delprojekt som syftade till att bidra till snabbare och bättre renovering. Utvecklingen av renoveringsprocessen och metoden samt yrkesutbildningen har fått mycket uppmärksamhet. Studien fokuserar också på hyresgästerna eftersom de berörs mest av renoveringen. Bara ett delprojekt, ”Grundkrav och tekniskt utförande för renoveringsarbete”, hänvisar till olika energibesparande åtgärder. Dels är det energiförbättringar i klimatskalet genom tilläggsisolering av vindbjälklag, fasad och gavlar samt fönsterbyte som avses. Energiförbättringar i ventilationssystemet genom byte till FTX-system, åtgärder i värmesystemet genom injustering, sänkning av inomhustemperaturen, installation av individuella mätare för energi och varmvatten studeras också. Om alla åtgärder utförs beräknas den köpta energin minska från 220 kWh/BOA till 90 kWh/BOA.

Under 2009 sammanställdes ”**Renoveringshandboken**” (VVS Företag 2008) som ett sammanfattande verk över vilka behov som finns för renovering i efterkrigstidens bebyggelse. Anledningen är att det under en relativt kort tid uppfördes så pass många bostäder och att dessa nu är i behov av renovering. Huvudintresset är bostäder uppförda mellan 1950 och 1975, med en uppdelning mellan efterkrigstid och miljonprogramsbostäder. Istället för att ge specifika åtgärder och deras energieffektiviserande potential anges istället en lista med åtgärder baserad på byggnadens tekniska utformning. Boken är indelad i ”Klimatskal”, ”Ventilationssystem”, ”Värmesystem”, ”Varmvattensystem”, ”Elutrustning” och ”System för styrning, reglering och övervakning”, därefter ges en metod för hur besparingsarbetet bör gå till för att ge lönsamhet via besparing av energi. Ett exempel tas upp, där den aktuella byggnaden har 30 lägenheter, med en totalarea på 2 700 m² och är uppförd 1970. I det fallet är de två mest energibesparande åtgärderna ”fönsterbyte och temperatursänkning” samt ”installation av FTX”. Dessa är de absolut dyraste åtgärderna, men de ger samtidigt den största årliga besparingen. De beräknas ge en energibesparing på 92 respektive 94 kWh årligen. Den åtgärd som är mest lönsam är åtgärdande av otätheter som kan anses lönsam inom några år. Vikten av att bevara egenskaper och karaktär i byggnader ses som en utgångspunkt i allt renoveringsarbetet och möjligheter i husets design bör avgöra vilken metod som väljs. Detta för att minska påverkan på huset utformning.

Rapporten ”**Förstudie - Energieffektivisering och bevarande av modernismens flerbostadshus (1940-1960)**” (Blomsterberg och Edström 2008) ger en överblick över vad som har energieffektiviserats till och med 2008 i beståndet och som kan ha påverkat kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Den visar också vilken potential som kan finnas för fortsatta energibesparande åtgärder utan att någon yttre påverkan behöver göras på byggnaden. Fokus ligger

på flerbostadshus byggda under perioden 1945-1960. Tekniska lösningar för energieffektivisering är presenterade i tabellform och inkluderar åtgärder från enkla och billiga lösningar till mer omfattande renoveringsåtgärder. Studien inkluderar identifiering och redovisning av genomförda renoveringar sedan 1995 med och utan statlig stöd. Åtgärder kategoriseras i olika grupper såsom utbyte av vatten-, avlopps- och elledningar, hygienutrustning, värme- och ventilationssystem. Det påpekas också att vissa byggnader redan har gått igenom olika renoveringsfaser. Rapporten beskriver även i detalj hur olika energieffektiviseringsåtgärder inverkar på bevarandevärdena och samtidigt identifieras risker och konsekvenser som åtgärderna kan ha på byggnaden. Enligt rapporten är energibesparingspotentialen 25-50 % för dessa flerbostadshus då inga omfattande energieffektiviseringsåtgärder tidigare genomförts. Vidare finns en redovisning av åtgärder som är lönsamma för fastighetsägare (möjlig besparing och återbetalningstid) och de som kan vara eller är lönsamma i samband med renovering eller underhåll. Ett exempel på kostnadsberäkning för ett bostadsområde är också beskrivet. Till sist ger rapporten förslag till fortsatt forskning. Det finns stor potential att göra energibesparande åtgärder som inte påverkar bevarandevärdena.

Författaren menar att det finns en brist på information kring energieffektiviserande åtgärder som genomförts i flerbostadshus under denna period, samtidigt som han pekar på en stor energibesparingspotential, framförallt på värme. Det är viktigt att öka medvetenheten och drivkrafterna vad beträffar energieffektivisering i befintliga bostadshus hos hyresgäster, bostadsrättnnehavare, förvaltare, m.m. Till sist ger rapporten förslag till fortsatt forskning. Det finns behov av goda exempel där man förenat traditionell renovering, bevarande och energieffektivisering.

I projektet **”SQUARE”** redovisas ett system för kvalitetssäkring vid ombyggnad av befintliga byggnader till energieffektiva byggnader som inkluderar effekterna på inomhusmiljön baserat på åtgärderna (Knotzer och Geier år saknas). Rapporten beskriver 10 viktiga åtgärder för energieffektivisering. Beskrivningen av varje åtgärd inkluderar information om åtgärden, rekommenderade värden och hur dessa kan verifieras. Dessutom redovisas effekternas påverkan på inomhusmiljön samt goda exempel på tillämpningar med länkar till mer information. Föreslagna åtgärder är valda utifrån tre olika europeiska klimat för att kunna möta de särskilda kraven som finns i olika europeiska länder. Energieffektiviseringsåtgärder kan enligt rapporten delas upp i två olika typer: aktiva åtgärder och grundläggande åtgärder. Aktiva åtgärder innebär optimering av byggnadens installationer och utrustning genom att förbättra prestanda eller byta ut dem, medan grundläggande åtgärder refererar till byggnadsskalets konstruktion och material. De tio energieffektiviseringsåtgärderna inkluderar: utvändigt isolering, termisk optimering av fönster och dörrar, lufttäthet, utvändigt solavskärmning, naturlig kylning, samt tal med användare och deras beteende, optimerade uppvärmningssystem, användning av förnybar energi, optimerade styrssystem för värme samt optimerade ventilationssystem. Som ett pilotprojekt i rapporten valdes Brogården i Alingsås där 50 lägenheter av de ca 300 genomgick en omfattande renovering. Ingen energi- eller kostnadsberäkning är presenterad i rapporten.

Rapporten **”Riktlinjer för lågenergirenovering”** (Hazucha och Prejer 2009) togs fram inom ramen för IEE projekt **”PASS-NET”** och ger riktlinjer för renovering av befintliga prefabricerade flerfamiljshus till att uppfylla kraven för passivhus. Åtgärderna är anpassade främst för förhållanden i Tjeckien och Österrike. De nio mest energibesparande åtgärderna inkluderar:

- 18 – 30 cm isolering i yttervägg samt åtgärd av köldbryggor (två tilläggsisoleringssystem diskuteras i publikationen, ETICS (External Thermal Insulation Composite System) och ventilerad fasad)
- 25 – 40 cm isolering av vindsbjälklag
- isolering i golv, grund, bjälklag, eventuell källare och ouppvärmda rum

- borttagande av köldbryggor
- treglasfönster med bra karmkonstruktion
- lufttätning av yttervägg och kontroll av detta med täthetsprovning
- installation av mekanisk ventilation med effektiv värmeåtervinning (minst 75 % värmeåtervinning, tre typer av ventilationssystem: centralt-, halvcentralt-, och lägenhetssystem)
- termisk isolering av varmvattenrör, förnyande eller inställning av befintligt värmesystem
- eventuell installation av förnybara energikällor (solvärme, solcell och biomassa)

Publikationen ger en sammanfattning av energieffektiva åtgärder utifrån de vanligaste problemen och förslag på lösningar. Den kommenterar också de ekonomiska aspekterna vid renovering till passivhusstandard med rekommendation för kostandsberäkningsmetod, presentation av resultat för en investerare samt hänsyn till synergieffekter.. Slutligen ges rekommendationer och råd som kan hjälpa under olika faser av renoveringsprocessen: beslutsfattande, val av planerare, val av entreprenör i genomförandefasen och brukarfasen.

För att bidra med hjälp vid renovering av äldre bebyggelse och samtidigt energieffektivisera har skriften **”The Passive House Catalogue of Building Details for renovations”**, utarbetats (Haus der Zukunft 2010(a)). I katalogen anges olika referensprojekt och deras utfall i form av renoveringsåtgärd, utförande och resultat. Varje enskild byggdel presenteras med före och efter detalj samt egenskaper i form av u-värde och tjocklek. Åtta olika referensbyggnader analyseras och redovisas med respektive åtgärder. Av dessa är två stycken flerbostadshus uppförda efter 1950 varav det ena är uppfört på 50-talet och det andra på 70-talet.

För att på ett tydligare sätt strukturera renoveringsåtgärderna har ”funktionella enheter” skapats som exempel på enskilda åtgärder. Dessa enheter har sedan analyserats med hänsyn till koldioxidutsläpp, svavelutsläpp och mängd tillverkningsenergi. Rapporten finns för tillfället bara på tyska (Haus der Zukunft 2010(a)).

För att ytterligare bidra med hjälp till att bygga om till passivhusnivå pågår just nu ett framtagande av **”PH-San Plus - Catalogue of Passivhouse Details for Refurbishments”** (Haus der Zukunft 2010(b)), en katalog med ingående passivhusdelar för installation i äldre bebyggelse. Projektet är en fortsättning på **”The Passive House Catalogue of Building details for renovations”**. Målet är att ta fram möjliga byggdelar för hus byggda från 1870 till 1980 som ska ge en energieffektivisering till passivhusnivå. Resultatet kommer att presenteras som enskilda åtgärder snarare än som referensprojekt. Fokus ligger på energieffektivisering, ekologi och inomhusmiljö samt teknisk kvalitet. Alla dessa fokuspunkter kommer att bedömas och graderas och därför presenteras dessa vid respektive renoveringsåtgärd.

Byggdelskatalogen kommer att uppdelas efter tidsepoker där 50-tal till 80-tal är indelat i 10-årsperioder, dessförinnan finns två perioder 1870-1918 och därefter 1920 tal. Katalogen kommer att finnas på både tyska och engelska (Haus der Zukunft 2010(b))

4.3. Redovisning av åtgärder för enskilda bostadsexempel – teoretiska studier

Enligt Kingell och Lager (2006) är lamellhus den vanligaste hustypen under perioden 1960-1980. Husens popularitet kan bland annat förklaras av att de byggdes med tre- till fyra våningar vilket gjorde hiss överflödig. I rapporten **”Energieffektivisering vid renovering av rekordårens flerbostadshus”** (Janson 2008) analyserades ett lamellhus i trevåningar med källare i området Kroksbäck i Malmö. Byggnaden är platsbyggd med bärande stomme av tegel. Mineralull har

använts för isoleringen och fasaden består av tegel. Ventilation sker med hjälp av självdrag men i tvättstugorna har den förstärkts med hjälp av mekaniska fläktar.

Byggnadstypen är ganska vanlig under perioden 1960-1980 även om byggnaden i detta fall är platsbyggd och inte prefabricerad som många andra vid samma tidpunkt. 40 % av fasaderna i flerbostadshus med statliga bostadslån byggda under perioden 1963-75 består av tegel, näst vanligast är puts (SCB 2007). Rapporten analyserar olika typer av åtgärder och deras effekt på energianvändningen samt på växthuseffekten. Resultat visar att en kombination av olika åtgärder kan ge en energibesparingspotential på mellan 10 % och 50 %. Näst störst energibesparing kan uppnås om väggarna tilläggsisolerar med 270 mm, utan att riva befintlig fasad, och vindsbjälklaget med 350 mm, installation av ett FTX-system med 80 % verkningsgrad, tätning av klimatskalet och byte till fönster med ett U-värde på 0,85 W/m²,K. Effekten av dessa åtgärder minskar uppvärmningsbehovet från 98,7 kWh/m² till 30 kWh/m², vilket ger en besparingspotential för uppvärmningen på 70 %. I de fall där utseendet på byggnaden måste bevaras, och tilläggsisolering därmed inte kan ske, kan kombinerade åtgärder minska energibehovet för uppvärmning med 47 % genom installation av ett FTX-system med 80 % verkningsgrad, byte av fönster med U-värde 0,85 W/m²,K, och täta klimatskalen till 0,5 l/s,m² vid 50 Pa.

Rapporten ”**Energieffektivisering av referenskvarteret Trondheim inom Järvalyftet**” (Kildsgaard och Jarnehammar 2009) redovisar en utvärdering av Svenska Bostäders planerade renovering av referensbyggnaden i området Trondheim i Stockholm från energi- och materialsynpunkt. Den av Svenska Bostäder planerade renoveringen har potential att minska energibehovet för uppvärmning med mer än hälften. Studien visar att genom ytterligare förfining av detaljerna vid planeringen av renoveringen kan byggnadens uppvärmningsbehov ytterligare halveras jämfört med föreslagen renovering. Störst förbättringspotential får man om lufttäthet och en effektiv värmeväxling i ventilationen åstadkoms, därefter kommer förbättringar av klimatskalet såsom förbättrad isolering, fönster och dörrar. Om renoveringen tar steget fullt ut mot en passivhusnivå blir det slutliga uppvärmningsbehovet bara en tiondel jämfört med idag. Inom projektet har författarna tagit fram ett koncept för ombyggnation som kallas för ”hatt och överrock”. Konceptet består av prefabricerade väggar som redan vid tillverkning har fönster, dörrar och värmeväxlare installerade vilket ger möjlighet att genomföra renoveringen mer industrialiserat. I detta projekt har dock inte en verklig projektering genomförts utan endast en beräkning av konceptets energibesparingspotential för en mellanvåning. Miljöförbättringen för föreslagna åtgärder har beräknats och visar att det primära energibehovet för uppvärmning kan minskas ytterligare jämfört med planerad renovering med mellan 3 % och 80 % vilket motsvarar för en mellanvåning ca 0,7 och 17,4 kWh/m² och år samt med mellan 0,1 och 1,8 kg CO₂/m² och år.

Rapporten ”**Form och teknik vid renovering av 60-/70-talshus**”(Orrling och Larsson 2009) föreslår åtgärder för renovering av flerbostadshus i Lindängen, Malmö, med avseende på arkitektur, konstruktion och energiegenskaper. Två åtgärds paket har utarbetats i projektet kallade ”Basåtgärder” och ”Mer!”. Basåtgärdsalternativet inkluderar byte av ventilationssystem (från tryckstyrt frånluftsystem till FTX), åtgärder på östfasaden, tilläggsisolering av vindsbjälklaget och västfasaden samt fönsterbyte. Dessa åtgärder kan resultera i mer än en halvering av byggnadens energibehov: från 185 kWh/m²,år till 69 kWh/m²,år. En ekonomisk kalkyl gjordes för Basåtgärdsalternativen. Byte till FTX- system visade sig vara relativt lönsamt och åtgärden beräknas vara återbetald på 15 år. Kalkylen för installation av mätare för varmvattenanvändning visar att det med en investeringskostnad på ca 120 000 kronor är möjligt att få en energibesparing på 25 000 kWh/år. Byte av fönster betalar sig innan 30 år och medför också komfort- och miljöförbättringar. Åtgärderna på klimatskalen med tilläggsisolering av väggar, tak och fönsterbyte (som i detta fall bör utföras i samband med andra åtgärder) resulterar i en högre kostnad på grund av höga investeringskostnader. Samtliga åtgärder i basalternativet resulterar i en ökad kostnad på 730 000 kronor av den totalinvesteringskostnaden på 6,7 miljoner kronor.

”Mer!-paketet” innebär en mer omfattande ombyggnation som inkluderar ett arkitektoniskt koncept med en påbyggnad av en fjärde våning som klarar kraven för passivhus. I merpaketet har vakuuminisolering som lösning för köldbryggor på befintliga balkongbjälklaget, hybridventilation med värmeåtervinning, installation av solfångare, och geoenergilager drivet med vindkraft (för säsongslagring av värme) ingått. De ekonomiska aspekterna för ”Mer!” paketet undersöktes inte.

I rapporten ”**Hållbar ombyggnad av flerbostadshus från rekordåren**” (Eriksson och Jacobsson 2008) ges förslag på hållbara alternativ för ombyggnad med beaktande av husets karaktär, energiförbrukning samt livscykelkostnader. Fokus ligger på byggnadens klimatskal medan värme- och ventilationssystem behandlas översiktligt. De olika alternativen för ombyggnad som rapporten beskriver är baserad på ett nio våningar högt lamellhus i stadsdelen Bergsjön ägt av Familjebostäder. Författarna har tagit fram två huvudtyper av väggkonstruktioner som förslag på renovering: ett alternativ med en yttre skalmur i tegel där isoleringsmaterialet varierar, och andra alternativ med en ventilerad fasadskiva. Beroende på konstruktionsval och isoleringstjocklek kan U-värdet på ytterväggen minskas från befintliga 0,62 W/m²,K till 0,13 W/m²,K (förutsatt 300 mm isolering av mineralull och tegelfasad). Det kan resultera i en minskning av energiförbrukningen från befintliga 144 kWh/m²,år till 124 kWh/m²,år, och om man skulle byta ut fönster (till fönster med ett U-värde på 1,0 W/m²,K) är det möjligt att nå 69 kWh/m²,år. Ny tegelfasad kan bidra till bevarande av husets nuvarande karaktär. Alternativet med färgad ventilerad fasadskiva (som är det billigaste alternativet för val av fasadmateriäl) och 295 mm isolering och nya fönster kan ge samma besparing. Dock visar en livscykelkostnadsberäkning (LCC) av de olika åtgärdsförslagen att det ur ett livscykelperspektiv på 50 år i samtliga fall är mest ekonomiskt att välja en isoleringstjocklek på 200 mm, i kombination med fönsterbyte, vilket resulterar i ett beräknat energibehov på 71 kWh/m²,K, år. Vidare visar energibehovs- samt LCC-beräkningarna att byte till fönster med bra U-värde samt tätning kring dessa ger stora vinster vad gäller minskad energiförbrukning och tillhörande kostnader. Att byta ut fönstren och noggrant täta anslutningen mellan fönster och karm samt mellan karm och yttervägg är därmed en mycket lönsam åtgärd i det här fallet. Slutligen presenteras olika ombyggnadsalternativ när det gäller lägenhetsplaner och deras anpassning till dagens behov. En rad olika alternativa lägenheter, både vad gäller storlek och utformning, togs fram för att svara på hur efterfrågan varierar vid olika lägenhetsstorlekar (idag erbjuds mest fyrrumslägenheter).

4.4. Redovisning av åtgärder i verkliga genomförda projekt

I rapporten ”**Att länka miljöeffekter och sociala effekter**” har alla LIP-projekt (lokala investeringprogram) utvärderats (Stenberg och Thuvander 2005). Rapporten analyserar samspelet mellan miljöeffekter och sociala effekter och beskriver också resultaten från 10 genomförda bostadsförnyelseprojekt. Rapporten är den mest heltäckande studien vad gäller alla typer av resursbesparande åtgärder som vi har funnit. Utvärderingen innefattar energi, vatten, avlopp, hushållsvfall, trafik, byggnadsmateriäl, kemikalier och biologisk mångfald. Några intressanta övergripande resultat från studien är:

- De tekniska systemen i kombination med ekonomiska incitament har bidragit till beteendeförändring av de boende så att energi- och vattenförbrukningen har minskats.
- Tekniska system i kombination med information och dialog med boende har påverkat de boendes beteende vad gäller källsortering.
- Bostadsföretagen har genom sina åtgärder lyckats nå de boende så att en beteendeförändring har kunnat komma till stånd.

- De positiva effekterna verkar kunna minska efter hand visar genomförda intervjuer. Orsaker som påpekas är brist på återkoppling av resultat till de boende, att de boendes privatekonomi har förbättrats, att det en stor andel av de boende flyttar ut varje år och att bostadsföretagen omorganiseras.
- Utvärderingen visar att en anledning till att de tekniska systemen och de ekonomiska incitamenten gör effekt är att införandet av dem initierar en lärandeprocess i området.

Vad gäller energi så har följande åtgärder införts och utvärderats: solfångare (2 projekt av 10), nya styr- och övervakningssystem (3 projekt), individuell mätning av el och värme (3projekt), tilläggsisolering (7 projekt), ventilationssystem (8 projekt), energieffektiv utrustning (9 projekt). Dessa har resulterat i en energibesparing på mellan 0,1 till 4 MWh/person, år. Det projekt som har störst besparing är Bergsåkerprojektet i Sundsvall som minskade värme- och varmvattenbehovet med ca 16 % för byggnaderna som helhet.

Vattenåtgärderna som har införts är dagvatten för bevattning (3 projekt av 10), individuell mätning av vatten (3 projekt) och vattensnål utrustning i samtliga av fallen. Vattenanvändningen har minskat från 4 % till 59 % där Ringdansen i Norrköping har bäst resultat. I ett av projekten ökade vattenförbrukningen med 57 % av oklar anledning. Avloppsåtgärderna rör lokalt omhändertagande av dagvatten (5 av 10 projekt), oljeavskiljare vid bilvård (2 projekt), förberedelse för urinseparering (2 projekt) och rotzon för rening av spillvatten (1 projekt). För hushållsavfallet så infördes följande åtgärder: avfallskvarn (i ett av fallen), återbruk av möbler och kläder (2 projekt), sortering av farligt avfall (2 projekt), kompostering (7 projekt), införande av källsortering (10 projekt). Avfallsmängderna till deponi minskade med mellan 21 % och 59 % med bäst resultat från Kalmarhem.

Byggmaterialåtgärderna som infördes handlade om krav vid inköp av byggnadsmaterial samt val av "miljövänliga" material i lägenheterna tex linoleum. Den selektiva rivningen handlade framförallt om att särskilja det som var farligt avfall från det övriga som kunde gå till materialåtervinning (främst betongkross) samt energiutvinning från brännbart material.

Det finns inga kostnadsberäkningar i analysen och de hade dessutom alla fått bidrag genom LIP-medel för genomförandet av de olika åtgärderna.

Rapporten ”**SQUARE – Ett system för kvalitetssäkring vid ombyggnad av befintliga byggnader till energieffektiva byggnader – WP6-Nationellt pilotprojekt i Sverige**” (Mjörnell, år saknas) beskriver genomförandet av renoveringsprojekt av 50 lägenheter i Brogården i Alingsås samt hur SQUARE kvalitetssäkringssystemet har införts och använts av bostadsbolaget och projektorganisationen. En genomgripande ombyggnation där energifrågor med passivhusnivå låg i fokus. Byggnadsbevarande värden när det gäller utseende var prioriterad. Rapporten beskriver en generell strategi för att införa kvalitetssäkringssystem med sex skeden från idé till förvaltning av en nyrenoverad byggnad med Brogården som fallstudie. I rapportens appendix finns teknisk beskrivning av pilotprojektet med tidplanen för renoveringen. Renoveringsåtgärder för att uppnå passivhusnivån inkluderade: utbyte av utfackningsväggarna med nya som har 440 mm isolering, utbyte av fönster till nya med U-värde 0,9 W/m², K, tilläggsisolering av takbjälklaget med 500 mm isolering, tilläggsisolering av betongbjälklag över källare samt nya lägenhetsvisa luftbehandlingsaggregat kompletterade med värmebatteri. I andra etappen installerades istället ett centralt FTX-system. Individuell mätning av el, varmvatten och värme har också installerats. Rapporten visar följande resultat för Brogården: minskning av uppvärmning från 115 kWh/m²,år till 27 kWh/m²,år, varmvatten från 42 kWh/m²,år till 18 kWh/m²,år (målet var 25 kWh/m²,år), hushållsel från 39 kWh/m²,år till 28 kWh/m²,år. Förbrukningen av fastighetsel ökade från 20 kWh/m²,år till 21 kWh/m²,år (målet var 13 kWh/m²,år) Total energianvändning minskade från 216 till 94 kWh/m²,år.

I ”**Towards Sustainable Renovation - Three research projects**” (Botta 2005) utvärderas tre genomförda forskningsprojekt som handlar om renovering av villor och stora bostadsområden från 1950-70 talet med syftet att föreslå en definition av en ”hållbar ombyggnad”. Projektet Ekoporten i Norrköping är ett av projekten som är analyserats i olika publikationer kring projektet. Byggnaden renoverades under 1996 som ett experimentprojekt där olika miljötekniker testades på en befintlig byggnad. Ombyggnationen var omfattande och inkluderade ändring av byggnadsplan, tilläggsisolering, byte av byggnadsmaterial med farliga ämnen, utbyggnad av taket för solfångare, installation av två ackumulatortankar, inglasning av balkonger, utbyggnad av nya allmänna utrymmen samt nya fönster. Det nya ventilationssystemet har naturlig ventilation men med kontrollerad styrning av frånluften. Temperaturstyrda fläktar sätts på när den naturliga ventilationen inte fungerar, eller när CO₂ nivåerna eller luftfuktigheten i rummen överstiger ett visst gränsvärde. Åtgärder för att minska den magnetiska och elektriska strålningen utvärderades också. Minskning av vattenförbrukningen med snåla kranar samt urinseparerande toaletter var andra åtgärder som realiserades. Extrakostnaderna för de miljötekniska åtgärderna stod för mer än hälften av alla kostnader (12 miljoner kronor av totalt 22 miljoner kronor). Rapporten presenterar också olika aspekter för hållbar renovering. Energieffektivitet, vatten och avloppssystem, sophantering för hushållen och byggnadsmaterial är några av de åtgärder som undersökts. Författaren har identifierat tre grupper av åtgärder: en som inte kräver några fysiska byggnadsåtgärder utöver mindre justeringar av installationstekniska system (t.ex. energisnåla hushållsapparater, injustering av värme, individuell mätning system etc), en som påverkar byggnadens installationstekniska system (tex. byte av ventilations- och värmesystem etc.) och en tredje som kräver fysiska ombyggnadsåtgärder (såsom tilläggsisolering av ytterväggar, fönster byte m.m.). För att uppnå bättre energiprestanda krävs engagemang från bostadsbolagens ledning samt från de boende (tex. genom information och införande av individuell debitering av värme och el m.m.).

Projektet **”Upprustning av miljonprogrammet ur energisynpunkt”** (Huber och Ardati 2006) fokuserar på energieffektivisering och arkitektonisk modernisering av ett loftgångsbostadshus från miljonprogrammet i Helsingborg (Kv. Närlunda). Rapporten ger en detaljerad beräkning när det gäller energi av transmissionsförluster, ventilationsförluster, tappvarmvattenförluster och fastighetsspel för den befintliga byggnaden på 278 kWh/m²,år. Renoveringsåtgärderna som analyserades inkluderar tilläggsisolering av fasad med byte av fasadmaterial, byte av delar av fasaden inklusive tilläggsisolering vid loftgångar samt byte till fönster med ett U-värde på 0,9 W/m²K. Dessutom har inglasning av loftgångar och balkonger genomförts, delvis rivning av det befintliga taket för att installera solpaneler, tilläggsisolering av vindbjälklaget, byte till FTX-system, effektivisering av belysning i allmänna utrymmen med närvarodetektor och ersättning av tvättutrustning. Byggnaden får ett helt nytt utseende med ett totalt beräknat energibehov på 97 kWh/m²,år. Inga ekonomiska analyser har genomförts.

”Så fick miljonprogrammet ett nytt ansikte - En rapport från Gårdstensbostäder om ombyggnaden av flerbostadshus i östra Gårdsten, Göteborg” (Boverket, 2007) visar sociala, ekonomiska och andra viktiga aspekter vid ombyggnad av den andra etappen av miljonprogramsområdet Gårdsten. Miljöarbetet har skett främst genom satsning på solhus, men även andra åtgärder såsom tilläggsisolering av vindbjälklag, nya avfallssystem med kompostering, sanering av PCB, samt individuell mätning av el, vatten och värme som bidragit till en bättre miljö. Återvinning av befintligt material som betongelement och försäljning på andrahandsmarknad av takplåt, parkett, fönster, dörrar, skåp, porslin och elcentraler har varit en extra insats i projektet. ”Gårdsten Solar Buildings” (SECURE 2008) är en sammanfattning av de olika åtgärder som utfördes på Gårdsten. De inkluderar FTX-ventilation på vissa delar av byggnaden, inglasning av balkonger, installation av nytt invändigt lågenergiglas på fönstren, tilläggsisolering av vindbjälklag, tagavlar och grund samt individuell mätning av el, vatten och värme, byte till energieffektiva tvättmaskiner och torktumlare, installation av närvarostyrd belysning i allmänna utrymmen och installation av solfångare på taket. Resultat visar en minskning av energi- och vattenanvändningen som bedöms vara kopplad delvis till ökad medvetenhet hos de boende genom individuell mätning.

”Energieffektivisering av miljonprogrammet – Fallstudie av renoveringsobjekt Kv. Adjunkten 1 i Kristianstad” (Hamami 2010) undersöker byggnadens specifika energibehov, simulerar köldbryggor vid konstruktionsanslutningar och beräknar den relativa fuktigheten i ytterväggen. Studieobjekt är loftgångshus byggt i mitten av 1970-talet. Rapporten ger en byggnadsteknisk analys av huset innan renovering och efter renovering. Renoveringen var omfattande där allt förutom betongstommen och delar av utfackningsväggarna rivs ner. Rapporten beskriver i detalj problematiken, olika byggelement och åtgärder med ritningar och bilder. Den ger i tabellform åtgärder vid renovering ur energisynpunkt och besparing (energibesparing, kostnad och pay-off tid) vid genomförda åtgärder. Renoveringsåtgärderna resulterade i ett minskat energibehov från 190 till 115 kWh/m². För energiberäkningarna användes två datorberäkningsprogram, HEAT 2 och Isover Energi 3. Rapporten saknar tydlig diskussion och slutsats.

5. Diskussion och slutsatser

Lagstiftning och minimikrav

Övergripande styr plan- och bygglagen vilka tekniska egenskapskrav som ska gälla för byggnadsverk. Där ingår bland annat energihushållning men också skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall (8 kap 4§ PBL). Även miljöbalken (lag 1998:808) och särskilt de allmänna hänsynsreglerna är styrande. Det är dock den mer praktiska tillämpningen av dessa lagar som styr resursanvändningen i byggsektorn. Därför är det mer viktigt vad som står i föreskrifter och allmänna råd för tillämpningen av dessa lagar. I dagsläget har Sverige inga bindande minimikrav på tex. energiprestanda vid renovering av byggnader, däremot finns det allmänna riktlinjer för hur kraven skulle kunna utformas. Avsaknaden av bindande minimikrav konstateras av flera källor vara ett hinder för att mer långtgående energieffektivisering ska komma till stånd (Thomsen et. al. 2009 och Boverket 2010).

En mer tydlig påverkan framöver på byggnadsverk som ska renoveras är förordningar och direktiv som har fastställts inom EU och särskilt då den omarbetade direktivet om byggnaders energiprestanda (EPBD). I andra länder inom EU har vi funnit att fler av dessa har infört minimikrav på energihushållning vid omfattande renovering som en direkt tillämpning av den första utgåvan av EPBD (Thomsen et. al. 2009). Vissa länder ställer krav på hela byggnadens energiprestanda, tex. Tyskland, Frankrike, Nederländerna och Schweiz, med minimikrav som ligger på 140-150 % av nybyggnadskraven. Polen, Spanien och Portugal ställer samma krav på energieffektivitet vid renovering som vid ombyggnad men då bör man beakta att dessa länders nybyggnadskrav inte är särskilt strikta.

Flera länder har valt att ställa minimikrav på enskilda byggnadskomponenter istället för hela byggnaden, tex Danmark (Thomsen et. al. 2009). Anledningen som anges är att det är komplext och svårt att ställa ett och samma krav för olika typer av byggnader ifrån olika tidsåldrar där förutsättningar skiljer från fall till fall. Kraven på enskilda komponenter handlar ofta om tex. krav på en viss isoleringsgrad eller värmegenomgångstal (U-värde) för klimatskalet. Men det kan också handla om krav på tekniska installationer såsom värme och ventilationssystem. De flesta länder som har angivit minimikrav för ombyggnad har också mekanismer som gör att hänsyn kan tas till tekniska, kulturella och ekonomiska aspekter i det enskilda fallet.

Ett direktiv som inte byggsektorn diskuterar så mycket är ekodesigndirektivet, vilket kan bli betydelsefullt för renoveringen av olika installationstekniska detaljer såsom cirkulationspumpar, värmepannor, fläktar med mera. Ekodesigndirektivet tar hänsyn till miljöaspekter sett ur ett livscykelperspektiv, d.v.s. mer än bara energiaspekten.

Vad gäller kemikalier i byggnader så är det två olika fall som måste hanteras. Dels är det de gamla "miljösynderna" som kan hanteras genom krav på rivningsplaner och krav på sanering för främst PCB och Asbest. Dels är det ett mer framåtsiktande arbete som kan kräva innovativa lösningar och arbetssätt för hur man säkerställer att det inte byggs in några farliga ämnen som blir problem i framtiden. Här är den svenska tillämpningen av REACH ett bra sätt att arbeta vidare även vid omfattande renovering. Systemet som tillämpas idag är dock helt ett frivilligt åtagande från branschen. Dock kommer det att krävas det en hel del forskning och utveckling rörande informationshantering i olika leverantörskedjor för att arbetet ska kunna effektiviseras.

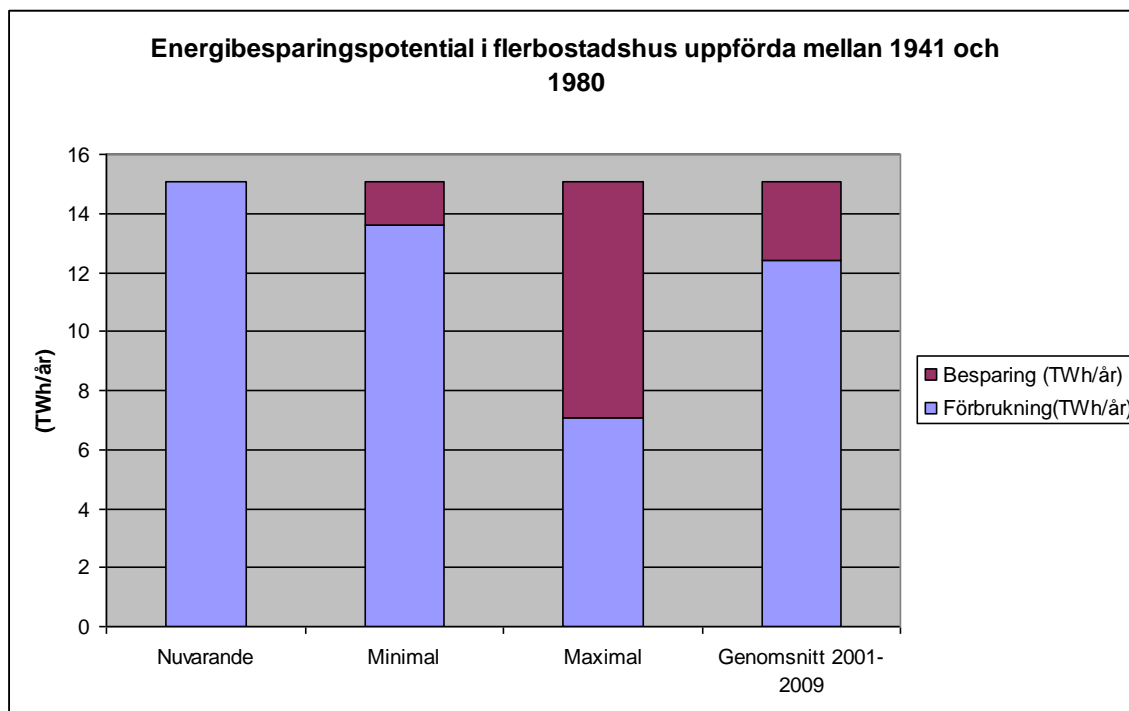
Materialaspekter och resurseffektivitet förutom energihushållning hanteras inte särskilt mycket i lagstiftningen för byggnadsverk. Det som nämns är vatten och avfall. Avfallsfrågorna får anses hanteras väl och särskilt i Sverige där vi har kommit långt med olika system för källsortering. Vattenfrågorna har främst hanterats för dagvatten samt avloppsvattenhantering, däremot hanteras inte vattenanvändningen så tydligt. Det som också nämns är skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö men tydliga riktlinjer saknas för hur dessa aspekter ska hanteras. Där kommer det nya byggproduktdirektivet (KOM (2008) 311 slutlig, EU 2008), för byggprodukter som ingår i byggnadsverk, att kunna spela en mer tydlig roll. Där regleras produktstandarder för emissioner av farliga ämnen, fuktrelaterade problem, energiprestanda och en hållbar användning av naturresurser genom återvinning, livslängd och miljöanpassade material.

Renoveringspotential

De flerbostadshus som uppfördes från 1941 till 1980 ger upphov till en stor potential för renovering och energieffektivisering, dels för att det är en stor andel av vårt bestånd och dels för att de nu är dags att renovera dem. Det totala antalet lägenheter i flerbostadshus från 1941-1980 som finns kvar beräknas vara 1 350 000 stycken. Av dessa är 600 000 från perioden 1941 till 1960 och 750 000 från 1961 till 1980.

Det renoveringsbehov som finns i bostadssektorn är omfattande. Bara åtgärder för att återställa rådande fel och brister i enbart flerbostadshus beräknas kosta uppemot 60 miljarder kronor. Åtgärdsbehovet för fel och brister rör byggnadernas samtliga delar men är i många fall byggnadsdelar som kan kombineras med energieffektiviseringsåtgärder. Det kan vara delar som direkt påverkar energianvändningen förutsatt att de renoveras med tanke på att det finns en energibesparingspotential (Boverket 2009). Utöver de direkt energieffektiviserande åtgärderna finns ett stort behov att se över innemiljö och boendestandard. Vad som ofta glöms bort i diskussionen är det faktiska behovet av en bättre innemiljö. Många av de äldre lägenheterna har bristande inomhusmiljö på grund av otätheter och drag, köldbryggor och otillräcklig ventilation (Stockholms stad 2009). Dessutom finns det ett stort behov av att renovera och åtgärda vattenskador i beståndet. Vattenskadorna kan i sin tur härledas till utslitna stammar som kräver stambyten (VVS Företagen 2005).

Den genomsnittliga energianvändningen för uppvärmning och varmvatten i flerbostadshusen uppförda mellan 1941 och 1980 är 159 kWh/m² och år. Den genomsnittliga användningen efter 2001 är 131 kWh/m². Vid ett antagande att det äldre beståndet skulle effektiviseras till nuvarande genomsnittliga användning skulle det ge en besparing på 18 %. Totalt sett ger det en energibesparing på 2,7 TWh i hela landet.



Figur 1 Bedömd besparingspotential för flerbostadshus uppförda mellan 1941 och 1980. ”Genomsnitt 2001-2009” innebär den nivå som kan uppnås genom att effektivisera beståndet till den energianvändning som det genomsnittliga flerbostadshuset uppfört efter 2001 har.

En besparing till nuvarande genomsnittliga nivå ligger inom det område som anses vara rimligt för effektivisering av beståndet fram till år 2016, där den lägre gränsen tros vara 1,5 TWh, se figur 1. Vidare finns det en teknisk möjlighet att effektivisera så lågt som till en besparing på 8 TWh, men detta utfall är inte troligt då det är oerhört kostsamt.

De kostnader som beräknas belasta en renovering är i storleksordningen 12 000 kronor per kvadratmeter för en fullständig renovering och energieffektivisering. Detta innebär totalt 1 140 miljarder kronor för att återställa till modern standard och effektiv energianvändning. Det finns i samband med detta en stor möjlighet att utnyttja det renoveringsbehov som finns. Det rör sig om renoveringsåtgärder på grund av fel och brister på uppemot 60 miljarder kronor i flerbostadshusen och det kostar 2,1 miljarder kronor årligen bara för att åtgärda vattenskador i efterkrigstidsbebyggelsen. Men alla de energieffektiviseringsåtgärder som kan genomföras tillsammans med de nödvändiga åtgärderna kan totalt sett ge betydligt lägre investeringskostnader. Dessutom ger den möjliga energibesparingen förenklat en utgiftsminskning med omkring en miljard per sparad TWh, med nuvarande energipriser som också kan antas stiga. Detta innebär att de energieffektiviserande åtgärderna på lång sikt är mer attraktiva än icke energieffektiviserande åtgärder.

Åtgärder kunskapssammanställning

Kunskapssammanställningen av olika resurseffektiviserade åtgärder för befintliga flerbostadshus visar att det finns få vetenskapliga studier publicerade. De flesta rapporter handlar bara om energifrågan. Några få tar upp risker och problem såsom bevarandevärden eller fuktrisker. Det finns många fallstudier av olika byggnaders energieffektiviseringspotential men bara några få där verkliga åtgärder har analyserats och utvärderats. Det finns relativt många generella studier och

rapporter som beskriver olika paket av renoveringsåtgärder och deras potential för beståndet i stort (Boverket, SABO, Bebo, mfl.) Dessa ger en bra översiktlig bild men bygger då ofta på mer generella antaganden om åtgärder, byggnadstyp och besparingspotential. Samtidigt har flera internationella rapporter gått ett steg vidare där strategier (Schwehr, 2010, Höller, 2006), riktlinjer (Hazucha, 2009) och kataloger (Haus der Zukunft, 2010 (a) och (b)) har utvecklats för ombyggnation till lågenergi- eller passivhus nivå. I underlagsmaterialet till denna kunskapsammansättning hanteras besparingspotential av olika åtgärder på olika sätt. Till exempel, energibesparingspotential beräknas från effekt på enstaka fall, genom effekt på småhus eller flerbostadshus, till hela bostads- eller byggnadsbeståndet och visas i olika enheter; i procent, kWh/m²,år, och TWh. Därför är det svårt att direkt jämföra resultat från olika studier. Nedan följer en sammanfattning av de viktigaste åtgärderna som vi har funnit:

FTX-system och klimatskal

Enlig rapporten från VVS Företagen, 2008 (a) är byte av befintliga frånluftssystemet till till- och frånluftssystem med värmeåtervinning (FTX) är den mest betydande åtgärden. Boverket 2008(a) bedömer att energibesparandepotential med installation av nya FTX-system är totalt 4,16 TWh för hela bostadsbeståndet. Störst energibesparingspotential har dock åtgärder på klimatskalet (tilläggsisolering av ytterväggar, vindbjälklaget, källarytterväggar, och byte av fönster och dörrar) som bedöms vara 16,6 TWh för det totala byggnadsbeståndet. Studien som hanterar enstaka objekt visar att beroende på vilken grad av förbättring som klimatskalet genomgår har denna störst eller näst störst energibesparingseffekt, medan installation av centralt FTX system med 80 % verkningsgrad har näst störst effekt (Janson 2008, Kildsgaard, 2008). Lufttätning av klimatskalet är nödvändig om man ska utnyttja den totala effekten av FTX-systemet därför är denna åtgärd nödvändig att göra tillsammans med lufttätning åtgärder på klimatskalet.

Boverket rekommenderar att tilläggsisolering av ytterväggar och samtida utbyte av en större mängd fönster på en byggnad ska vara anmälningspliktigt (Boverket (a)). Detta eftersom det ger en stor möjlighet till energibesparingspotential som riskerar att inte blir utnyttjad. Samtidigt diskuterar andra (Blomsterberg och Edström 2008, VVS Företagen 2008, Eriksson och Jacobsson 2008, Mjörnell) om bevarandevärden av befintliga byggnader och svårigheten att utföra utvändigt tilläggsisolering av ytterväggar, vilket också måste beaktas för dessa typer av åtgärder.

Individuell mätning och debitering - IMD

Individuell mätning och debitering bedöms ha stor potential för minskning av energi för uppvärmning och varmvatten (Boverket 2008(a) och (b), VVS Företagen och Svensk Ventilation 2008, Stenberg och Thuvander 2005) och är en av de få åtgärder som inte kräver ingrepp på byggnaden (Botta 2005). Potentialen för varmvatten och värme i flerbostadshus kan ge en besparingspotential på 1-2 TWh respektive 2-4 TWh. För att IMD ska vara lönsamt måste minst 30 kWh/m² sparas. Varmvattendebitering är mindre problematiskt medan mätning och debitering av värme är mer problematiskt. Det krävs certifiering av undermätare för värme och utveckling och utvärdering av olika värmemätare samt olika debiteringsmodeller. Eftersom debitering av varmvatten är mest lönsamt och värmedebitering måttligt lönsamt bör dessa åtgärder göras i ett paket för att det ska bli bättre lönsamhet totalt.

När det gäller identifierade åtgärder för resurseffektivisering av befintliga flerbostadshus ligger tyngdpunkten på energieffektiviseringsåtgärder medan andra åtgärder såsom vatten och avloppsfrågor eller materialhushållning är mer sekundärt. Dock visar en sammanställning av tio olika bostadsförnyelseprojekt runt om i landet som har fått LIP-medel att även övriga resurshushållningsaspekter har beaktats. Dock har inte olika åtgärder för resursbesparingar utvärderats och rangordnats men de som kan nämnas är bland annat selektiv rivning och

återvinning eller återbruk, lokalt omhändertagande av dagvatten, vattenbesparande armaturer och effektivare tvättutrustning. Givetvis har även hushållens avfallshantering effektiviserats betydligt.

Energisnåla varmvattenarmaturer

En enkel åtgärd med energibesparingspotential är byte till energisnåla varmvattenarmaturer som enligt Boverket (a) kan spara upp till 2 TWh energi. Tillsammans med installation av IMD-åtgärden kan det vara en bra lösning för olika fastighetsägare. I många av de genomförda projekten har åtgärder för minskad varmvattenanvändning utförts (Janson 2008, Blomsterberg och Edström 2008, Botta 2005, VVS Företagen 2008, m.fl.).

Injustering av värmesystemet

Injustering av värmesystem och sänkning av inomhustemperaturen är åtgärder som inte kräver någon eller mycket liten påverkan på byggnaden men som kan ge en stor energibesparing (Boverket 2008(a), Boverket 2009(b), VVS Företagen och Svensk Ventilation 2008, Blomsterberg och Edström, 2009). Boverket visar att en förbättrad värmestyrning av byggnadens olika klimatzoner bedöms ha en energibesparingspotential upp till 5,5 TWh, medan Blomsterberg och Edström visar att injustering av värmesystem och sänkning av inomhustemperaturen (från 24°C till 21°C) kan ge energibesparing på 20 %.

Övriga resursbesparande åtgärder

Övriga resursbesparande åtgärder har inte varit fokus i de sammanställda studierna. I några av studierna (Botta 2005, Stenberg och Thuvander 2005, Boverket 2007) nämndes tex. avfallskvarnar och återvinning av material.

Boendemedverkan

I några av studierna har samspelet med de boende tagits upp som en viktig åtgärd tillsammans med de tekniska lösningarna och ekonomiska incitament (Naturvårdsverket 2005, Botta 2005, Boverket 2009 (b)). Effekterna av renoveringsåtgärderna och hur dessa utnyttjas på det mest effektiva sättet kan delvis gå förlorade med tiden då kunskapen försvinner hos de boende och hos bostadsföretagen.

Lönsamhet av olika energibesparande åtgärder

Få rapporter undersöker lönsamhet och total livscykelanalys av olika åtgärder. Jansons (2008) omfattande analys på livscykelkostnaderna för byggnadens energibehov räknad med investeringskostnad för de studerade åtgärderna visar att de mest lönsamma åtgärderna vid renovering av klimatskalet är tilläggsisolering av vindsbjälklag och grundbalk (med kalkylperioden på 20 år eller mer). Installation av FTX-system behöver en kalkylperiod på 20 år för att bli lönsamt för system med verkningsgrad på 80 %. Lägre verkningsgrader (på 60 %) ökar återbetalningsperioden väsentligt (upp till 25 år).

Orrling 2009 har studerat återbetalningstider och kostnader av individuella åtgärder samt kombinerade bas åtgärder. Inom mindre än 15 år blir installation av FTX återbetalt. Tilläggsisolering av klimatskalet beräknades vara återbetalt på 30 år vilket ändå blev en dyrare lösning jämfört med om befintlig tryckstyrd ventilation bibehålls och endast nödvändigt underhåll av systemet genomförs. Nya fönster däremot är en åtgärd som gott och väl återbetalar sig på 30 år och kan utöver själva energibesparingen även bidra till bättre komfort med mindre drag. I båda studierna baseras de ekonomiska beräkningarna på de enskilda studieobjekten med lösningar som anpassats för det specifika fallet. Det krävs ytterligare studier för att kunna dra slutsatser om skillnader i kostnader kan bero på beräkningsmetoderna eller om det är de specifika förutsättningarna för varje objekt som påverkar resultatet.

Få rapporter hanterat miljöprestandan av analyserade åtgärder. Janson, Kildsgaard och Jarnehammar har tittat närmare på påverkan av olika föreslagna ombyggnadsåtgärder på miljöprestanda, där Janson har räknat i procent medan Kildsgaard och Jarnehammar har räknat i kg CO₂/m² och år. I båda studierna visar installation av FTX-systemet i samband med lufttätning av klimatskalet en betydande minskning av klimatpåverkan.

5.1. Rekommenderat fortsatt arbete

Lagstiftningsåtgärderna för renovering av befintliga byggnader fokuserar främst på minimikrav för energi. Kemikaliefrågorna finns delvis med genom olika lagstiftning liksom materialresursfrågorna men dessa tas oftast inte upp i de olika studier som är genomförda vad gäller renoveringsåtgärder. Detta kan leda till att andra områden såsom inomhusmiljö, kemikaliefrågor, materialresurser, m.fl. blir underordnat och till och med kan medföra ökade risker att dessa områden leder till problem genom att fel krav sätts för energi utan hänsyn till andra viktiga kvaliteter för en byggnad.

Den vetenskapliga rapporteringen är mycket liten vad gäller olika renoveringsåtgärder, däremot finns ett stort antal fallstudier och rapporter som är publicerat på andra sätt. Att det är få vetenskapliga publikationer innebär dels att de undersökningar som är gjorda inte utvärderas på ett vetenskapligt sätt, att metoderna som används är oprövade eller bristfälliga eller att det inte utvecklas vetenskapliga metoder för att utvärdera olika åtgärder. Det riskerar också att många liknande studier genomförs om och om igen utan att ny kunskap kommer fram genom att resultaten från olika projekt inte finns tillgängliga på ett strukturerat sätt i olika databaser.

En stor del av studierna handlar om den tekniska potentialen för olika energieffektiviseringsåtgärder. Någon enskild studie tar upp betydelsen av boendemedverkan för hur resultatet kan komma att bli i praktiken. Potentialen för hur olika tekniska lösningar kan fungera ihop med de boende är ett område som bör studeras mer. Exempel på frågor som bör studeras mer är t.ex. hur boendes vanor påverkar funktionen av ny teknik i befintliga hur och vice versa. Vidare saknas analys av hinder och möjligheter med olika åtgärder som inte har med de tekniska aspekterna att göra, som till exempel hantering av bevarandevärden under energieffektivisering av befintliga byggnader.

Störst fokus för befintliga studier har varit på klimatskal och ventilationssystem med inriktning på att minska värmebehovet. Fler studier för minskning av varmvatten och elanvändning skulle behövas. Dessutom saknas studier om åtgärder som hanterar avfallsfrågor i samband med renoveringen.

Fler ekonomiska analyser behövs kring åtgärder och kombinationer av åtgärder som väger in miljökostnaden på ett mer tydligt sätt. Frågeställningar såsom tex. byggnadstyp, storlek och skick på befintliga byggnader och deras påverkan på resultatet behöver belysas mer systematiskt.

Organisatoriska hinder hos fastighetsägare behöver belysas mer liksom det faktum att incitamenten är delade och ser olika ut mellan de boende och fastighetsägarna.

Ett fåtal utländska studier berör miljöbelastning och kostnadsanalys som jämför rivning, nybyggnation eller renovering. Mer kunskap skulle behövas inom detta område.

6. Referenser

- Basta (2010). www.bastaonline.se
- Bebo (2010) Adress: <http://www.bebostad.se>, Sökt: 2010-09-30.
- Belok (2010) Adress: <http://www.belok.se>, Sökt: 2010-09-30.
- Blomsterberg, Å och Edström, M. (2008) "Förstudie - Energieffektivisering och bevarande av modernismens flerbostadshus (1940-1960)", <http://www.ebd.lth.se/publikationer/> (läst 2010.09.)
- Botta, M. (2005) "Towards Sustainable Renovation. Three research projects" Doctoral Dissertation, Royal Institute of Technology, ISBN 91-7178-237-0
- Boverket (2003) "Bättre koll på underhåll", *Boverket*, ISBN: 91-7147-785-3
- Boverket (2005), "Piska och Morot - Boverkets utredning om styrmedel för energieffektivisering i byggnader", ISBN: 91-7147-928-7
- Boverket (2006). Allmänna råd 1996:4 ändrad genom 2006:1. Allmänna råd om ändring av byggnad, BÄR. Boverket november 2006 ISBN: 91-7147-984-8.
- Boverket (2007) "Så fick miljonprogrammet ett nytt ansikte - En rapport från Gårdstensbostäder om ombyggnaden av flerbostadshus i östra Gårdsten, Göteborg", ISBN-nummer: 978-91-85751-17-4
- Boverket (2008 (a)), "Hälften bort! Energieffektivisering i befintlig bebyggelse", ISBN: 978-91-85751-90-7
- Boverket (2008(b)) "Individuell mätning och debitering i flerbostadshus" ISBN: 978-91-86045-24-1
- Boverket (2008(c)), "Regelsamling för byggande".
- Boverket (2009) "Allmänna råd om ändring av byggnad, BÄR", *Boverket*, ISBN: 91-7147-984-8
- Boverket (2009(a)) "Så mår våra hus - redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m.m.", *Boverket*, ISBN pdf: 978-91-86342-29-6
- Boverket (2009 (b)) "Professionell Renovering i SABO-företag", ISBN pdf: 978-91-86045-77-7
- Boverket (2010). EU-Direktivet om byggnaders energiprestanda – konsekvenser och behov av förändringar i det svenska regelverket. Boverket augusti 2010, ISBN pdf: 978-91-86559-34-2.
- Boverket (2010). Miljöklassad byggnad – Manual för befintlig byggnad version 2.0 2010. Boverket 2010, ISBN 978-91-86342-31-9.
- Edwards, S., Cesale, A., Rydstedt, S. (2010), "Achieving Energy Efficiency in Housing – The Way Forward, A needs analysis of European Social, Cooperative and Public housing organizations", *Power House Europe*
- Ekodesign direktivet (2005/32/EG)
- Energieffektiviseringsutredningen (2008), "Vägen till ett energieffektivare Sverige", ISBN 978-91-38-23103-6
- Energimyndigheten (2009) "Energistatistik för flerbostadshus 2007", *Statens Energimyndighet*, ISSN 1403-1892
- Energimyndigheten (2009), "Energistatistik för flerbostadshus 2007", *Statens Energimyndighet*, ISSN 1403-1892

- Eriksson, K., Jacobsson, N. (2008) ”Hållbar ombyggnad av flerbostadshus från rekordåren”, *Chalmers Tekniska Högskola*
- Europa Kommissionen (2010), COD 2008/0223 (2010). "Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda", EUT L 153, 18.6.2010, s. 13–35
- Europaparlamentets och rådets direktiv (2006/32/EG) av den 5 april 2006 om effektiv slutanvändning av energi och om energitjänster och om upphävande av rådets direktiv 93/76/EEG
- Europaparlamentets och rådets direktiv (89/106/EEG). Byggproduktdirektivet.
- Europaparlamentets och rådets direktivet (2002/91/EG). Direktive om byggnaders energiprestanda.
- European Parliament and of the Council (2010). Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Official Journal of the European Union 18.6.2010.
- Europeiska kommissionen (2008). Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om fastställande av harmoniserade villkor för utsläppande av byggprodukter på marknaden. KOM(2008) 311 slutlig
- Framework Convention on Climate Change 2007
- Förordning (1999/45/EG) om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (Reach).
- Göransson, A. (2005) ”Energianvändning och bebyggelse 2003”, *Profu*
- Hamami, M. (2010) ”Energieffektivisering av miljonprogrammet – Fallstudie av renoveringsobjekt Kv. Adjunkten 1 i Kristianstad” Examensarbete, Lund Tekniska Högskolan
- Haus der Zukunft (2010(a)), ” The Passive House Catalogue of Building details for renovations”, adress: <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5430>, Sökt: 2010-09-30.
- Haus der Zukunft (2010(b)), ”PH-San Plus - Catalogue of Passivhouse Details for Refurbishments”, Adress: <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6073>, Sökt: 2010-09-30.
- Hazucha, J., Prejer E. (2009), ”Riktlinjer för lågenergirenovering”, Svensk översättning Rapport inom EU projektet PASS-NET
- Huber, L. Ardati, B. (2006) ”Upprustning av miljonprogrammet – Ur energisynpunkt”, Examensarbete, *Lunds Tekniska Högskola*
- Högberg, L. (2010) ” Incentives for Improving Energy Efficiency When Renovating Large-Scale Housing Estates: A Case Study of the Swedish Million Homes Programme”, *Sustainability*, p.1349-1365
- Höller, K och Schmigotzki, B. (2006) ”Strategies and Instruments Supporting Energy Efficient Refurbishment (EER) in Germany”, Power Point Presentation presented at the “Energy Efficiency Options in Buildings” Conference in Tallinn on November 29, 2006. tillgänglig www.kredex.ee/esk2/failid/Britta_IWO.ppt (läst 2010.09.)
- IBO (200X), “Details for Passive Renovation Houses, a catalogue of ecologically rated constructions”, IBO - Austrian Institute for Healthy and Ecological Building
- Itard, L. et al. (2008). “Building Renovation and Modernisation in Europe: State of the Art Review”. Final report, Erabuild. *OTB Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies*
- Itard, L. Klunder, G. (2007), “Comparing environmental impacts of renovated housing stock with new construction”, *Building Research & Information* 35, p.252-267
- Janson, U., Berggren, B., Sundqvist, H. (2008) ”Energieffektivisering vid renovering av

- rekordårens flerbostadshus”, *Lunds Tekniska Högskola*, ISBN-978-91-85147-32-8
- Jardfelt, U. och Berggren, T. (2010) ”Teknikupphandling av värmeåtervinningssystem i befintliga flerbostadshus”, BeBo
 - Kignell, J., Lager, S. (2006), ”Karlslund – en på miljonen! - Att planera för framtiden i ett miljonprogramsområde”, *Blekinge Tekniska Högskola*, KFS AB, Lund, 17-41
 - Kildsgaard, I., Jarnehammar, A. (2009) ”Energieffektivisering av referenskvarteret Trondheim inom Järvalyftet”, *IVL Svenska Miljöinstitutet*, IVL-rapport B1887
 - Knotzer, A. och Geier, S. (år saknas) ”SQUARE – Ett system för kvalitetssäkring vid ombyggnad av befintliga byggnader till energieffektiva byggnader. Energieffektiviseringsåtgärder och dess effekt på inomhusmiljön”, tillgänglig <http://www.iee-square.eu/InformationPublications/Reports.asp> (läst 2010.09.)
 - Kretsloppsrådet (2001) Byggsektorns betydande miljöaspekter. Huvudrapport Kretsloppsrådet 2001.
 - Mjörnell, K, Kovacs, P, och Kyrkander, A. (år saknas) ”SQUARE – Ett system för kvalitetssäkring vid ombyggnad av befintliga byggnader till energieffektiva byggnader – WP6-Nationellt pilotprojekt i Sverige” tillgänglig <http://www.iee-square.eu/InformationPublications/Reports.asp> (läst 2010.09.)
 - Naturvårdsverket (2007). Swedens National Inventory Report. Submitted under the United Nations
 - NCC (2010) ”Hållbar renovering” *NCC broschyr*, tillgänglig <http://www.ncc.se/sv/Projekt-och-koncept/byggkoncept/hallbar-renovering/> (läst 2010. 09.)
 - Orrling, A och Larsson J (2009) ”Form och teknik vid renovering av 60-/70-talshus”, *White*, tillgänglig <http://www.cerbof.se/sa/node.asp?node=232> (läst 2010.09.)
 - PBL 1994:847
 - PBL 2010:900
 - Persson, C. (2009) ”Ett program för en effektivare energianvändning, en upprustning och modernisering av det äldre flerbostadsbeståndet”, *KLOT programmet*, HSB och Riksbyggen
 - Pettersson, B. Göransson, A. (2008) ”Energieffektiviseringspotential i bostäder och lokaler”, Chalmers EnergiCentrum
 - Regeringen (2009) ”Svenska Miljömål – för ett effektivare miljöarbete”, prop. 2009/10:155
 - Regeringen (2009), ”En enklare plan- och bygglag”, proposition 2009/10:170
 - Regeringen (2010) ”Särskild satsning på miljöteknik, <http://www.sweden.gov.se/sb/d/11869/a/126219>.
 - Regeringskansliet (2010) ”Plan och bygglagen (SFS 2010:900)”, Regeringskansliets rättsdatabaser
 - SABO (2009), ”Hem för miljoner”, *Sabo Kommunikation*, nr. 13593
 - Sartori, I, et al (2008) “Towards modelling of construction, renovation and demolition activities: Norway's dwelling stock, 1900-2100” *Building Research & Information*, 36: 5, p.412 – 425
 - SCB (2007) ”Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2007”, *Statistiska Centralbyrån*, SCB-Tryck, Örebro
 - SCB (2010), ”Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2010”, *Sveriges officiella statistik*
 - Schwehr, P., Fischer, R. (2010) “Building Typology and Morphology of Swiss Multi-Family Homes 1919-1990”, IEA ECBCS Annex 50, *Lucerne University of Applied Sciences and Arts*
 - SECURE (2008) ”Gårdsten Solar Buildings” tillgänglig <http://www.secureproject.org/stader/tom.4.4a4d22a41128e56161b80004173.html> (läst 2010.09.)

- SFS 2008:2008). Lag om ekodesign. Svensk Författningssamling 2008:112.
- SOU (2008:25) Ett energieffektivare Sverige. Statens offentliga utredningar 2008, ISBN 978-91-38-22931-6.
- Statens Energimyndighet (2006). Energiläget 2006. ET 2006:43
- Stenberg, J. och Thuvander, L. (2005) ” Att länka miljöeffekter och sociala effekter”, Naturvårdsverket, ISBN 91-620-5511-9.pdf
- Stockholms stad (2009) “3H-Hälsomässigt Hållbara Hus”, ISBN: 978-91-85125-37-1. 2009
- Thomsen et al (2009). “Thresholds related to renovation of buildings – EPBD definitions and rules”. Danish Building Research Institute, Aalborg University 2009, SBI 2009:2.
- Thomsen, André and van der Flier, Kees(2009) “Replacement or renovation of dwellings: the relevance of a more sustainable approach”, *Building Research & Information* 37: 5, p.649-659
- Wahlström, A., Blomsterberg, Å, Olsson, D. (2009), ”Värmeåtervinningssystem för befintliga flerbostadshus - Förstudie inför teknikupphandling”, BeBo
- VVS Företagen (2005) ”Vattenskadeundersökningen 2005. Vattenskador i flerbostadshus”, VVS-Installatörerna, ISBN 91-631-8305-6
- VVS Företagen (2008), ”Renoveringshandboken”, ISBN 978-91-976619-3-5
- VVS Företagen och Svensk Ventilation (2008) ”Här renoveras... flerbostadshus byggda 1950-1975. Klart 2015?” tillgänglig <http://vvsforetagen.se/index.php3?use=publisher&id=3158> (läst 2010.09.)
- Zelger, T., Waltjen, T. (2009) „PH-Sanierungsbauteilkatalog, Auswertung gebäudesanierungsbezogener HdZForschungsberichte mit konstruktiven, bauphysikalischen und bauökologischen Ergänzungen“ p.249, *Wien*

Bilaga. Översikt – kunskapssammanställning VINNOVA

Tabell 7. Översiktlig sammanfattning av de slutsatser som ingår i de beaktade referenserna med avseende på resurseffektiviserande åtgärder.

ÅTGÄRDER	SLUTSATS	REFERENS	METOD
<i>Klimatskal</i>			
Yttervägg	Undersöker effekt av olika tjocklek på utvändigt tilläggsisolering och tilläggsisolering med rivning av delar av fasaden. Kan ge energibesparing mellan 4,5-13 % och minskad klimatpåverkan 4,8-13 %.	Janson et al 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbacksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Utvärdering av den planerade renoveringen samt utveckling av ny koncept för ombyggnation av referensbyggnaden i området Trondheim (Sthlm) m.h.p. energi- och material. Effekt av tilläggsisolering av ytterväggar i kombination med andra åtgärder, samt prefabricerade ytterväggar med installerade fönster och individuell FTX system.	Kildsgaard och Jarnehammar 2009	Åtgärdskonceptets energibesparingspotential har beräknats teoretiskt. Ex energisimuleringar har utförts för en mellanövning med DEROB-LTH.
	Energieffektiviseringsåtgärders inverkan (risker och konsekvenser) på bevarandevärden – som t.ex. utvändigt tilläggsisolering av ytterväggar	Blomsterberg och Edström 2008	Identifiering och redovisning av genomförda renoveringar (sedan 1995), kostnadsberäkningar för renovering/underhåll
	Tilläggsisolering av väggar, tak och fönsterbyte (som i detta fall bör utföras i samband med andra åtgärder) resulterar i en högre kostnad på grund av höga investeringskostnader.	Orrling och Larsson 2009	Åtgärdsförslag, och ekonomisk kalkyl (inkl LCC) för "Basåtgärder", baserat på inventering och analys av flerbostadshuset <i>Lindängen</i> i Malmö.
	Förslag på hållbara ombyggnadsalternativ med beaktande av husets karaktär, energiförbrukning och livscykelkostnader. Två olika huvudtyper av väggkonstruktioner togs fram; yttre skalmur i tegel där isolermaterialet varierar alternativt två typer av ventilerad fasadskiva.	Eriksson och Jakobsson 2008	Energiförbruknings- och LCC-beräkningar. Studien är baserat på ett studieobjekt i Bergsjön i Göteborg.
	Ombyggnadsåtgärder (med fokus på energieffektivisering samt arkitektonisk modernisering) av ett loftgångbostadshus. Tilläggsisolering med byte av fasadmaterial samt byte av delar av fasaden föreslogs	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar, ex transmissionsförluster, ventilationsförluster, tappvarmvatten-förluster och fastighetsel för Kv Närlunda i Helsingborg
	För isolering av ytterväggar varierar årliga kostnaden från 50 till 89 kronor per kvadratmeter fasad och år under fyrtio år.	Boverket 2009(a)	Beräkning av enskilda åtgärder samt statistik över befintlig status på Sveriges bestånd.
	Isolering av ytterväggar till energieffektiv status beräknas ge 1,3 TWh årligen i besparing av energi.	Energieffektiviseringsutredningen 2008	Statistiskt underlag om byggnaders energitekniska status.

ÅTGÄRDER	SLUTSATS	REFERENS	METOD
Tak	Tilläggsisoleringen av takbjälklaget med 15cm i samband med fönster förbättringen/utbyte kan ge energibesparingspotential upp till 30kWh/m ²	VVS Företagen och Svensk Ventilation 2008	Sammanställning av VVS-branschens erfarenheter av renoveringsteknik.
	Tilläggsisolering av vindbjälklaget med olika tjockleken kan ge energibesparing mellan 3-3.5% och minskad klimatpåverkan (CO ₂) på 2,8-3,5%	Janson et al 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbacksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Ombyggnadsåtgärder (med fokus på energieffektivisering samt arkitektonisk modernisering) av ett loftgångbostadshus. Delvis rivning av befintliga taket för att installera solpaneler samt tilläggsisolering av taket	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar för Kv Närlunda i Helsingborg
	För isolering av tak varierar den årliga kostnaden från 9 till 66 kronor per kvadratmeter isolerad takyta och år under fyrtio år. Omkring 450 000 till 500 000 byggnader berörs.	Boverket 2009(a)	Beräkning av enskilda åtgärder samt statistik över befintlig status på Sveriges bestånd.
	Isolering av vind till energieffektiv status beräknas ge 2,2 TWh årligen i besparing av energi..	Energieffektiviseringsutredningen 2008	Statistiskt underlag om byggnaders energitekniska status.
Grund	Isoleringen av grundbalken kan ge mellan 1,5-2,5% energi besparing medan isolering av bjälklaget mot källare har 0,5-0,6% besparingspotential.	Janson et al 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbacksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Hantering av kritiska detaljer inklusive behandling av väggavslutningen mot mark kan bidra till bättre inomhus komfort.	Kildesgaard och Jarnehammar 2009	Analys av kritiska detaljer för planerad ombyggnation
Fönster & Dörr	Fönsterbyte (till U-värde på 0,85 eller 1,2 W/m ² ,K), kan ge en energibesparing och minskad klimatpåverkan på mellan 4-7%. Lufttätning runt fönster kan bidra till ytterligare 2,4-3,9% medan åtgärder för minskning av köldbryggor runt fönster kan resultera i 0,5% energibesparing.	Janson et al 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbacksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Byte till nya fönster och balkongdörrar med bättre U-värde än planerade ombyggnation kan ge lägre värmebehov med 3% och minskad användning av primärenergi för 0,7 kWh/m ² ,år.	Kildesgaard och Jarnehammar 2009	Åtgärskonceptets energibesparingspotential har beräknats teoretiskt. Ex energisimuleringar har utförts för en mellanvåning i DEROB-LTH.
	Byte av fönster betalar sig innan 30 år och medför också komfort- och miljöförbättringar.	Orrling och Larsson 2009	Åtgärdsförslag, och ekonomisk kalkyl (inkl LCC) för "Basåtgärder", baserat på inventering och analys av flerbostadshuset <i>Lindängen</i> i Malmö.
	Fönsterbyte beräknas kosta omkring 188 kronor kvadratmeter fönster och år under fyrtio år. Omkring 1 336 000 byggnader berörs.	Boverket 2009(a)	Beräkning av enskilda åtgärder samt statistik över befintlig status på Sveriges bestånd.
	Utbyte av fönster till energieffektiv status beräknas ge 1.1 TWh årligen i besparing av energi.	Energieffektiviseringsutredningen 2008	Statistiskt underlag om byggnaders energitekniska status.

ÅTGÄRDER	SLUTSATS	REFERENS	METOD
	Den näst mest energibesparande åtgärden i flerbostadshus är "fönsterbyte och temperatursänkning", Det beräknas ge en energibesparing på 92 kWh årligen i ett typhus.	VVS Företagen och Svensk Ventilation2008	Undersökning av befintligt bestånd samt statistik.
	Förslag på hållbara ombyggnadsalternativ med beaktande av husets karaktär, energiförbrukning och livscykelkostnader baserat på ett studieobjekt i Bergsjön i Göteborg. Studien ger förslag på fönsterbyte till dem med U-värde på 1,0 W/m ² ,K	Eriksson och Jakobsson 2008	Energiförbruknings- och LCC-beräkningar för stadsdelen Bergsjön i Göteborg.
	Ombyggnadsåtgärder (med fokus på energieffektivisering samt arkitektonisk modernisering) av ett loftgångbostadshus. Byte till nya fönster med U-värde på 0,9 W/m ² K	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar för Kv Närlunda i Helsingborg
Balkong/ luftgång	Isolering av befintliga balkonger har energibesparingspotential på 0,2% medan ersättning med nya balkonger ger besparing på 0,8%	Janson et al 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbäcksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Byte till nya balkonger samt utflyttning av dess för ökad tjockleken av tilläggsisoleringen kan bidra till minskning av köldbryggor.	Kildsgaard och Jarnehammar 2009	Teoretisk analys
	"Mer!" paketet för ombyggnation undersöker vakuumisoleringen som lösning för köldbryggor på befintliga balkongbjälklaget.	Orrling och Larsson 2009	Åtgärdsförslag baserat på inventering och analys av flerbostadshuset <i>Lindängen</i> i Malmö.
	Ombyggnadsåtgärder (med fokus på energieffektivisering samt arkitektonisk modernisering) av ett loftgångbostadshus. Inglasning av loftgångar och balkongen som lösning att minska köldbryggor (då befintliga köldbryggor på balkongen och loftgångar ingår i klimatskalet).	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar för Kv Närlunda i Helsingborg
<i>Installationer</i>			
VA	Minskning av varmvattenanvändning kan ge energibesparing på 15kWh/m ² ,år	VVS Företagen och Svensk Ventilation2008	Sammanställning av VVS-branschens erfarenheter av renoveringsteknik.
	Mätning av varmvattenförbrukning kan ge energibesparing på 6,5% medan flödsbegränsade blandare kan ge ytterligare 3% besparing.	Janson et al 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbäcksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Installation av mätare för varmvattenanvändning visar att det med en investeringskostnad på ca 120 000 kr är möjligt att få en energibesparing på 25 000 kWh/år.	Orrling och Larsson 2009	Åtgärdsförslag, och ekonomisk kalkyl (inkl LCC) för "Basåtgärder", baserat på inventering och analys av flerbostadshuset <i>Lindängen</i> i Malmö.
Luftbehandling	Rekommendation att använda FTX-system med beräknad besparingspotential upp till 35 kWh/m ² för FTX med 80% verkningsgrad	VVS Företagen och Svensk Ventilation2008	Sammanställning av VVS-branschens erfarenheter av renoveringsteknik.

ÅTGÄRDER	SLUTSATS	REFERENS	METOD
	Installation av centralt eller lägenhetsvisa FTX (med verkningsgrad mellan 60 och 80%), kan ge en energibesparing på mellan 12-18%.	Janson et al 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbacksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Centralt och individuella FTX system med olika verkningsgrad har undersökts. Individuella FTX system som är förinstallerad i prefabricerade ytterväggar. I kombination med lufttätning av klimatskalet kan ytterligare 32% av värmebehov sparas jämfört med planerad ombyggnation.	Kildesgaard och Jarnehammar 2009	Energisimuleringar har utförts för en mellanvåning i DEROB-LTH.
	Byte från tryckstyrt frånluftssystem till FTX med 90% verkningsgrad kan sänka byggnadens ventilationsenergiförluster från dagens ca 63,5 kWh / m ² ,år till endast ca 8,6 kWh / m ² ,år	Orrling och Larsson 2009	Åtgärdsförslag, och ekonomisk kalkyl (inkl LCC) för "Basåtgärder", baserat på inventering och analys av flerbostadshuset <i>Lindängen</i> i Malmö.
	Ombyggnadsåtgärder (med fokus på energieffektivisering samt arkitektonisk modernisering) av ett loftgångbostadshus. Byte av befintlig ventilations system till FTX system	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar för Kv Närlunda i Helsingborg
	Exempelkostnaden för att installera frånluftsvärmeväxlare i ett flerbostadshus med frånluft beräknas till 4775k r/lägenhet och år i en tjugoårsperiod	Boverket 2009(a)	Beräkning av enskilda åtgärder samt statistik över befintlig status på Sveriges bestånd.
	Den mest energibesparande åtgärden i flerbostadshus är byte av F ventilationsystem till FTX. Det beräknas ge en energibesparing på 94 kWh årligen i ett typhus.	VVS Företagen och Svensk Ventilation2008	Undersökning av befintligt bestånd samt statistik.
Uppvärmnings-system	Energiåtgärder på uppvärmningssystem har energibesparingspotential på åtminstone 10 kWh/m ²	VVS Företagen och Svensk Ventilation2008	Sammanställning av VVS-branschens erfarenheter av renoveringsteknik.
	Injustering av värmesystem, sänkning av inomhustemperaturen och varmvattentemperaturen Kan bidra till 20 % minskning av energibehov i modernismens flerbostadshus.	Blomsterberg och Edström 2008	Identifiering och redovisning av genomförda renoveringar (sedan 1995), kostnadsberäkningar för renovering/underhåll. Uppföljning av fyra genomförda projekt.
	Installation av energieffektivt värmeförsörjningssystem beräknas ge 3 TWh årligen i besparing av energi.	Energieffektiviseringsutredningen 2008	Statistiskt underlag om byggnaders energitekniska status.
Belysning	Ombyggnadsåtgärder (med fokus på energieffektivisering samt arkitektonisk modernisering) av ett miljonprogramsbostadshus, Kv Närlunda, i Helsingborg. Omfattande renovering, ex genom effektivisering av belysning i allmänna utrymmen med närvaro detektorn och ersättning av tvättutrustningen,	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar, ex transmissionsförluster, ventilationsförluster, tappvarmvatten-förluster och fastighetsel för miljonprogramsbostadshus, Kv Närlunda, i Helsingborg.

ÅTGÄRDER	SLUTSATS	REFERENS	METOD
Energitillförsel	Solfångare för varmvatten är installerad på taket	SECURE 2008	Broschyr om Gårdsten i Göteborg som är antagen inom analys av "best cases" för hållbara byggnader under IEE projekt SECURE
	Installation av förnybara energikällor (solvärme, solcell, och biomassa) ingår i riktlinjer för lågenergirenovering	Hazucha och Prejer, 2009	Publikationen är utarbetad under IEE projekt PASS-NET och ger en sammanfattning av energieffektiva åtgärder utifrån de mest vanliga problem och deras lösning.
	Delvis rivning av befintliga taket för att installera solpanaler samt tilläggsisolera taket är en del av åtgärder för ombyggnation av Kv Närlunda i Helsingborg.	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar, ex transmissionsförluster, ventilationsförluster, tappvarmvatten-förluster och fastighetsel för miljonprogramsbostadshus, Kv Närlunda, i Helsingborg.
Övrigt	Installation av individuell mätning och debitering (IMD) av varmvatten och värme i flerbostadshus kan ge besparing på 1-2 TWh respektive 2-4 TWh.	Boverket 2008 (a)	På Boverkets uppdrag rapport undersöker vilka ändringsåtgärder bör bli byggnämningsspliktiga
	Individuell mätning och debitering kan minska varmvatten och värme förbrukning med 15-30% respektive 10-20%. Det krävs certifiering av undermätare för värme och det krävs utveckling och utvärdering av olika mätare för värme.	Boverket 2008(b)	Rapporten sammanställs kunskapsläget för individuell mätning och debitering och ger exempel på redovisningen från Växjöhem
	Tre typer av åtgärder identifierades som tolkning av begreppet "hållbar byggnad"; 1) fysiska byggnadsåtgärder med mindre påverkan på byggnadens tekniska system, 2) åtgärder på de tekniska systemen men mindre på själva byggnaden, 3) fysiska ombyggnadsåtgärder. Rapporten utvärderar tre genomförda forskningsprojekt där ett är Ekoporten i Norrköping. Rapporten presenterar också olika aspekter för hållbar renovering.	Botta 2005	Tolkning av begreppet "hållbar byggnad" genom utvärdering av tre olika forskningsprojekt som behandlar renovering, däribland projektet <i>Ekoporten</i> , med aspekt på energi-effektivitet, vatten och avloppssystem, hushålls-sophantering samt byggnads material.
	Identifiering av potential som finns för fortsatta energibesparande åtgärder utan att någon yttre påverkan behöver göras på byggnaden med tanken på byggnadens bevarandevärden. Tekniska lösningar för energieffektivisering är presenterade. Fokus ligger på flerbostadshus byggda under perioden 1945-1960.	Blomsterberg och Edström 2008	Identifiering och redovisning av genomförda renoveringar (sedan 1995), kostnadsberäkningar för renovering/underhåll. Uppföljning av fyra genomförda projekt.
	Kvalitetssystem för ombyggnation anpassat till 3 olika europeiska klimat, framtaget inom SQUARE-projektet. Tio viktiga energi-effektiviseringsåtgärder beskrivs, vilka också tar hänsyn till god inomhusmiljö, däribland utvändigt isolering och lufttäthet. Dem delas upp till aktiva och grundläggande åtgärder.	Knotzer och Geier (år saknas)	Utveckling av kvalitetssystem för ombyggnation -utarbetade och testade i pilotprojektet <i>Brogården i Alingsås</i> .

ÅTGÄRDER	SLUTSATS	REFERENS	METOD
	Energieffektiviseringsåtgärderna är identifierade och uppdelade i fyra grupper: åtgärder i klimatskalet, installationstekniska åtgärder, förbättrad värmestyrning samt ventilationstekniska åtgärder. Besparingspotentialen bedöms i TWh	Boverket, 2008 (a)	På Boverkets uppdrag rapport undersöker vilka ändringsåtgärder bör bli bygganmälningsspliktiga
	"Mer" paketet för ombyggnation inkluderar, bl a säsongslagring av värme genom geoenergilager drivet med vindkraft samt installation av solfångare.	Orrling och Larsson 2009	Åtgärdsförslag baserat på inventering och analys av flerbostadshuset <i>Lindängen</i> i Malmö.
	Miljöarbete genom satsning på solhus, tilläggsisolering av tak, nya avfallssystem med kompostering, sanering av PCB, och individuell mätning av el, vatten och värme. Återvinning av befintligt material som betongelement och försäljning på andrahandsmarknad av takplåt, parkett, fönster, dörrar, skåp, porslin och el-centraler har varit en extra insats i projektet.	Boverket 2007	Rapporten visar sociala, ekonomiska och andra viktiga händelser vid ombyggnad av de andra etappen av miljonprogramsområde Gårdsten.
	Minskning av energi och vatten användning som bedöms är kopplad till ökad boende medvetenheten om deras energi och vatten användningen. Broschyren beskriver alla åtgärder som var gjorda på bygganden och i område.	SECURE 2008	Broschyr om Gårdsten i Göteborg som är antagen inom analys av "best cases" för hållbara byggnader under IEE projekt SECURE
	Riktlinjer med nio mest energibesparande åtgärder är listade för renovering av befintliga prefabricerade flerfamiljshus till passivhus nivå för förhållanden i Tjeckien och Österrike.	Hazucha och Prejer, 2009	Publikationen är utarbetad under IEE projekt PASS-NET och ger en sammanfattning av energieffektiva åtgärder utifrån de mest vanliga problem och deras lösning.
Kombinerade åtgärder	Kombinerade åtgärder kan resultera i minskning av energibehovet för uppvärmning på 70%. Där tilläggsisolering inte kan genomföras pga utseende kan uppvärmningsbehovet reduceras med 47 %.	Janson 2008	Analys (i DEROB-LTH, och HEAT 2) av Krokbäcksområdet m.a.p. energianvändning och klimatpåverkan.
	Kombinerade åtgärder har energibesparingspotential från 58-83% för effektbehov och 65-94% för uppvärmning	Kildsgaard och Jarnehammar 2009	Energisimuleringar har utförts för en mellanvåning i DEROB-LTH.
	Byte till underhållsfria lågenergifönster, tilläggsisolering av yttervägg med 10 cm mineralull + tegel, montering av termostatventiler och förnyad injustering av värmesystemet, och montering av snålspolande engreppsblandare kan bidra till 54% minskning av energibehov av modernismens flerbostadshus.	Blomsterberg och Edström 2008	Identifiering och redovisning av genomförda renoveringar (sedan 1995), kostnadsberäkningar för renovering/underhåll. Uppföljning av fyra genomförda projekt.

ÅTGÄRDER	SLUTSATS	REFERENS	METOD
	Fyra renoveringssteg med sammanlagda åtgärder i rätt ordning kan minska energibehovet med 90 kWh/m ² . Intervjuer med fem bostadsbolag visar att inte alla gör energibesparande åtgärder i samband med renovering.	VVS Företagen och Svensk Ventilation 2008	Sammanställning av VVS-branschens erfarenheter av renoveringsteknik och redovisning av intervjuer med fem bostadsbolag som har gått igenom renoveringen
	"Basåtgärder" kan mer än halvera byggnadens energibehov, minska driftskostnaderna samt förbättra komforten och minska miljöpåverkan. "Mer!" paketet innebär en mer omfattande ombyggnation som inkluderar ett arkitektoniskt koncept med en påbyggnad av fjärde våningen enligt passivhuskraven.	Orrling och Larsson 2009	Åtgärdsförslag, och ekonomisk kalkyl (inkl LCC) för "Basåtgärder", baserat på inventering och analys av flerbostadshuset <i>Lindängen</i> i Malmö.
	Det mest ekonomiska alternativet är tilläggsisolering av ytterväggar med 20cm isoleringen i kombination med fönsterbyte. Då minskar energibehovet från 144 kWh/m ² ,år till 71 kWh/m ² ,år.	Eriksson och Jakobsson 2008	Energiförbruknings- och LCC-beräkningar. Studien är baserat på ett studieobjekt i Bergsjön i Göteborg.
	Detaljerad energiberäkning för befintlig byggnad och ombyggnad med resultat i energibehov från 278 till 97 kWh/m ² ,år	Huber och Ardati 2006	Energieffektiviserings-beräkningar, ex transmissionsförluster, ventilationsförluster, tappvarmvatten-förluster och fastighetsel för miljonprogramsbostadshus, Kv Närlunda, i Helsingborg.
	Kombinerade renoveringsåtgärder för Kv Adjunkten resulterade i minskning av energibehovet för 75kWh/m ² (från 190 till 115 kWh/m ²)	Hamami 2010	Rapporten undersöker byggnadens specifika energibehov, simuleringar av köldbryggor vid konstruktionsanslutningar och handberäkning av relativa fuktigheter i ytterväggen. HEAT 2 och Isover Energy 3 användas för beräkningar
	Kombinerade åtgärder för ombyggnation av Brogården med passivhusteknik resulterar i minskning av totalenergiebehov från 216 till 92 kWh/m ² ,år	Mjörnell, år saknas	I samband med beskrivningen av kvalitetssäkringssystemet SQUARE ges en teknisk beskrivning av åtgärder som är genomförda i Brogården. Alingsås.