



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

ENERGIRENOVERING AF ETAGEBOLIGER

ØKONOMI OG MEDFØLGENDE FORDELE VED
ENERGIRENOVERING AF BOLIGBLOKKE TIL BR15-KRAV
SAMT BYGNINGSKLASSE 2020-NIVEAU

SBI 2017:17



Energirenovering af etageboliger

Økonomi og medfølgende fordele ved energirenovering af boligblokke til
BR15-krav samt bygningsklasse 2020-niveau

Ove C. Mørck
Miriam Mayoral Sanchez Gutierrez
Kirsten Engelund Thomsen
Jørgen Rose
Søren Østergaard Jensen

Titel	Energirenovering af etageboliger
Undertitel	Økonomi og medfølgende fordele ved energirenovering af boligblokke til BR15-krav samt bygningsklasse 2020-niveau
Serietitel	SBi 2017:17
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2017
Forfattere	Ove C. Mørck, Miriam Mayoral Sanchez Gutierrez, Kirsten Engelund Thomsen, Jørgen Rose, Søren Østergaard Jensen
Redaktion	Dea Lindegaard
Sprog	Dansk
Sidetæl	20
Litteratur-henvisninger	Side 19
Emneord	Boligområder, energiforbrug, lavenergibyggeri
ISBN	978-87-563-1863-1
Fotos	Ove C. Mørck
Omslagsfoto	Ove C. Mørck
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post sbi@sbi.aau.dk www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

Indhold

Forord	4
Indledning	5
Sammenfatning	6
Klare fordele ved lavenergirenovering	7
Værdien af de ikke-energimæssige forbedringer ved energirenovering	7
Fordele for beboerne og for boligselskaberne	7
Samfundsmæssige fordele	8
Økonomisk værdi af ikke-energimæssige forbedringer	8
To eksempler på gennemførte energirenoveringer	9
Hvordan opnås lavenergistatus ved renovering af boligblokke?.....	12
"Renovering alligevel – Alligevel renovering"	12
Referencebyggeri	13
Energirenoveringstiltag	13
Resultater af beregningerne	14
Forsigtighed ved anvendelse af de økonomiske resultater	17
Referencer.....	19
Appendiks A. Brochure til beboere.....	20

Forord

Denne rapport er udarbejdet i forbindelse med PSO-projekt 347-027 "Vejledning for energirenovering af boligblokke til lavenergiklasse 2015 og bygningsklasse 2020".

Formålet med denne rapport er at inspirere danske boligselskaber, bygningsejere og -administratorer til at foretage dyb energirenovering af etageboliger. Rapporten omfatter optimering af økonomi og energibesparelser ved renovering af boligblokke til lavenergyniveau. Der tages udgangspunkt i to konkrete renoveringseksempler: Traneparken i Hvalsø og Sems Have i Roskilde, hvor renoveringen er udført på to principielt forskellige måder: Traneparken med udvendig efterisolering til næsten BR15-niveau, Sems Have med helt ny klimaskærm til bygningsklasse 2020-niveau. Begge bebyggelser har fået efterisoleret klimaskærm, nye vinduer, nyt ventilationsanlæg og PV-anlæg.

Deltagere i projektet:

Ove Mørck, Cenergia, Kuben Management
Miriam Sanchez Mayoral Gutierrez, Cenergia, Kuben Management
Søren Østergaard Jensen, Teknologisk Institut
Kirsten Engelund Thomsen, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU
Jørgen Rose, Statens Byggeforskningsinstitut, AAU
Rikke Pakaci Christensen, Boligselskabet Sjælland
Per Pedersen, Boligselskabet Sjælland
Per Bro, Boligselskabet Sjælland
Ulrik Eggert Knuth-Winterfeldt, Boligselskabet Sjælland

Desuden har projektet haft en følgegruppe, bestående af:

Steen Ejning, Byggechef DAB, Dansk Almennyttigt Boligselskab
Bent Gordon Johansen, Domea
Jesper Rasmussen, BoVest
Ole Bønnelycke, Byggeskedefonden

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Energieffektivitet, Indeklima og Bæredygtighed
November 2017

Søren Aggerholm
Forskningschef

Indledning

En energirenovering af eksisterende boligejendomme kan forbedre beboernes komfort væsentligt i form af varmere vægge, ingen træk, renere luft, mindre risiko for skimmelsvamp og færre støjgener. Energirenoveringen medvirker samtidigt til at mindske klimabelastningen fra opvarmning af boligerne. Imidlertid er det nødvendigt at reducere energiforbruget i den eksisterende bygningsmasse med 50 % i gennemsnit for at nå den danske regerings mål om et fossilfrit samfund i 2050. Da dette ikke er muligt for mange bygninger, skal de øvrige, hvor det er muligt, gennemgå en såkaldt ”dyb energirenovering”. En dyb energirenovering defineres i denne vejledning som en energirenovering, der bringer bygningen ned på et beregnet energibehov svarende til enten Bygningsreglement 2015 (BR15) kravet til nybyggeri, eller til et energibehov svarende til Bygningsklasse 2020 (BK2020). I begge tilfælde er det beregnede energibehov den såkaldte energiramme, hvori der benyttes primærenergifaktorer for hhv. varme og elforsyningen.

Formålet med denne rapport er derfor at inspirere danske boligselskaber, bygningsejere og -administratorer til at foretage en dyb energirenovering af etageboliger. Rapporten præsenterer to eksempler på, hvordan dybe energirenoveringer er gennemført i praksis og kommer derudover med eksempler på, hvordan forskellige energibesparende tiltag kan sammensættes for at nå den tilsigtede besparelse, samt hvorledes dette påvirker den samlede boligudgift.

Forarbejdet til denne vejledning er dokumenteret i to selvstændige rapporter [1] og [2]. Rapporterne præsenterer en omfattende analyse af de to gennemførte energirenoveringsprojekter og resultaterne af de mange beregninger, der er foretaget af forskellige teknologipakker for at nå ovennævnte mål om en energiramme på BR15 eller Bygningsklasse 2020-niveau. I vejledningen præsenteres et sammendrag af disse to rapporter, og resultaterne præsenteres i en overordnet sammenhæng med nogle af de fordele, en dyb energirenovering medfører ud over reduktion af energibehov og CO₂-udslip.

Der findes allerede i dag et meget omfattende materiale om energirenovering, beregningsmetoder, beskrivelser af teknologier, metode og processer mv., se fx [3], [4] og [5]. Derfor er intentionen med denne vejledning at ”tage de store briller på” og at se energirenoveringen som en del af den almindelige renovering og samtidig inddrage og belyse nogle af de mange andre fordele energirenovering medfører, så der skabes et mere sammenhængende helhedsperspektiv for energirenovering. I en analyse af energibesparende foranstaltninger og forskellige kombinationer af disse, vil man oftest finde, at de sjældent er økonomisk attraktive og dermed motiverende for at gennemføre en energirenovering. Billedet ændrer sig imidlertid, når de reelle merudgifter til energirenoveringen betragtes (efter udgifter til den almindelige renovering er trukket ud) i relation til både energibesparelser og de øvrige fordele. Ud fra denne betragtning bliver den ekstra investering i energitiltag godt ”forrentet”.

Sammenfatning

Typisk er det ikke i selve energibesparelsen, at den største værdi af en energirenovering ligger, men i de forbedringer den i øvrigt fører med sig. Det drejer sig typisk om: et forbedret indeklima i form af bedre termisk komfort, bedre luft, bedre lys, mindre støv og ingen træk (kuldenedfald). Endvidere giver varmere ydervægge og vinduer øgede muligheder for mere fleksibel møblering og dermed i praksis et større brugbart areal af boligen.

Beregninger i denne rapport viser, at når man alligevel er i gang med at renovere, er det ofte ikke meget dyrere at energirenovere til BR15-kravene end til Renoveringsklasse 1-kravene, og endvidere at det ikke er meget dyrere at energirenovere til Bygningsklasse 2020 (BK2020) end til BR15.

De økonomiske beregninger af forskellige pakker med energitiltag viser desuden tydeligt, at en dyb energirenovering af etageboliger normalt kun vil kunne gennemføres i forbindelse med en renovering, der skal finde sted alligevel. Dette kunne fx være på grund af almindelig vedligeholdelse, genopretning, modernisering eller forbedring af indeklimaet – typisk ved implementering af en helhedsplan med bl.a. tilskud fra Landsbyggefonden. Det er derfor vigtigt, at nu-og-her renoveringer ikke kommer til at blokere for en dybere energirenovering. Det kan fx være en vinduesudskiftning, som blokerer økonomisk for en senere udvendig facadeisolering, eller en tagrenovering, der ikke tager højde for, at tagudhænget skal føres længere ud for at give plads til en udvendig facadeisolering på et senere tidspunkt. Nu-og-her renoveringer med enkelttiltag skal derfor indgå i en langsigtet plan for renovering.

Det er vigtigt, at:

- bygningsejere og rådgivere tager udgangspunkt i det konkrete byggeri for at finde ud af, hvilke energirenoveringstiltag der giver mening.
- bemærke at udnyttelsen af vedvarende energi, og dermed påvirkningen af bygningens energibehov, er meget afhængig af, hvilken afregningsmetode der er gældende.
- beregninger af de forventede energibesparelser foretages efter standardiseret metode, som fx anvist i Branchevejledning for energiberegninger [6]. Alternativt kan der bruges et nyt online værktøj BeReal [5], som kan benyttes til fastlæggelse af et realistisk energiforbrug.
- alle energiforbrug bliver inkluderet i beregningerne, da forventninger til energiforbruget efter renoveringen ellers baseres på et forkert grundlag.
- selve renoveringsprocessen planlægges nøje for at skabe et godt samlet overblik over alle faserne i projektet. Derved sikres vidensdeling og optimering af metoderne i hver fase i den samlede proces for både bygherre og rådgivere. Dette er nærmere beskrevet i SBI-Anvisning 269 "Energirenovering af større bygninger – metode og proces" [4].
- inddrage beboerne (se evt. Appendiks A) og udarbejde en brugervejledning for deres bolig til efter renoveringen.
- bebyggelsen har en energiansvarlig, der følger op på energiforbruget og sørger for indkøring af installationer mv. efter renoveringen, så driften af bebyggelsen er optimal.
- se på bygningen i den helhed, hvori den optræder. Hvilken forsyning forefindes, og hvordan er fremtidsplanerne for denne? Måske vil målet om en CO₂-neutral forsyning blive nået inden for en kort årrække, og energi- og CO₂-reduktioner kommer i anden række i forhold til forbedringen af indeklimaet i boligerne.

Klare fordele ved lavenergirenovering

Værdien af de ikke-energimæssige forbedringer ved energirenovering

Oftest er det ikke i selve energibesparelsen, den største værdi af en energirenovering ligger, men i de forbedringer den i øvrigt fører med sig. Det drejer sig typisk om: et forbedret indeklima i form af bedre termisk komfort, bedre luft, bedre lys, mindre støj og ingen træk (kuldenedfald). Endvidere giver varmere ydervægge og vinduer øgede muligheder for mere fleksibel møblering og dermed i praksis et større brugbart areal af boligen.

I forbindelse med et internationalt samarbejdsprojekt i regi af det Internationale Energi Agentur (IEA) er der udarbejdet en omfattende dokumentation af de på engelsk såkaldte "co-benefits" [7]. Her opdeler man fordelene i to kategorier: Private og samfundsmæssige. Med private menes for den individuelle beboer, og med samfundsmæssige tænkes fx på folkesundhed, beskæftigelse, klimabelastning og øget produktivitet. De private er i denne sammenhæng opdelt yderligere i forbedringer, der primært vedrører beboerne og forbedringer, der primært vedrører boligselskaberne.

Fordele for beboerne og for boligselskaberne

For de forbedringer, der mærkes af den enkelte beboer, er der igen foretaget en opdeling i tre typer af ikke-energimæssige forbedringer: Bygningskvalitet, direkte økonomiske fordele og bruger-komfort. I faktaboksen er medtaget de vigtigste af de identificerede "co-benefits" for hver af disse kategorier.

Faktaboks – Private fordele (co-benefits)	
Bygningskvalitet:	Varmere overflader og intet kuldenedfald giver mulighed for en møblering, der udnytter bygningsarealerne fuldt ud. Mindre støj udefra.
Direkte økonomi:	Reducerede energiomkostninger og langt mindre sårbarhed overfor fluktuerende energipriser.
Bruger-komfort:	Forbedret termisk komfort giver direkte øget velbefindende og i den sammenhæng: Færre sygedage. Den forbedrede luftkvalitet er et plus for alle, men især kan det betyde meget for allergikere, for hvem en renere luft med færre partikler og pollen og mindre støv (husk filterskift) kan være af nærmest uvurderlig betydning.

Faktaboks – Fordele for boligselskaberne (co-benefits)	
Bygningskvalitet:	Reducerede problemer med kondensation, fugt og dannelse af mug samt skimmelsvamp, og dermed mindre vedligehold på bygningerne. Mere attraktive boliger – både for den private boligejer og for lejeboliger. Forbedringerne kan give øget afveksling og identitet til et boligkvarter. Boligselskabet får en grønnere profil.
Direkte økonomi:	Bygninger udgør et væsentligt aktiv for boligselskabet – en kapital – der skal vedligeholdes for at bevare sin værdi og give et afkast i form af en løbende anvendelsesmulighed eller videreudlejning af bygningsarealet. Færre ledige boliger giver bedre økonomi for afdelingen. Reducerede energiomkostninger og langt mindre sårbarhed overfor fluktuerende energipriser. Energiinvesteringerne medfører lavere driftsudgifter – fx ved udskiftning af trævinduer til træ-aluvinduer.

Samfundsmæssige fordele

Tilsvarende er der for de samfundsmæssige fordele foretaget en kategorisering i to hovedområder: Miljømæssige og økonomiske. De primære ikke-energimæssige samfundsmæssige fordele af en energirenovering er samlet i faktaboksen.

Faktaboks – Samfundsmæssige fordele (co-benefits)	
Miljømæssige:	Reduceret forurening som følge af det reducerede energiforbrug. Dette har direkte betydning for befolkningens sundhed og reducerer antallet af bygnings-skader som følge af luftforurening. Reduceret klimabelastning i form af reduceret udledning af CO ₂ . Vælges en energirenovering i stedet for nedrivning og bygning af nyt byggeri, spares der markant på materialeforbrug, og dermed reduceres klimabelastningen ved produktion af disse.
Økonomiske:	Færre sygedage primært pga. af den reducerede luftforurening både inden-dørs og udendørs, men også som følge af det forbedrede indeklima. Øget produktivitet og mere effektiv læring pga. kombinationen af bedre termisk komfort og forøget luftkvalitet i hjemmet. Øget beskæftigelse i forbindelse med gennemførelse af renoveringsprojek-terne.

Økonomisk værdi af ikke-energimæssige forbedringer

For boligbyggeri kan en forbedret isolering af ydervæggene og bedre vin-duer betyde, at beboerne får mulighed for at møblere og anvende hele lejlig-hedens areal. Før renoveringen kunne de ikke møblere tæt på ydervæggene pga. risiko for skimmelsvamp og kunne ikke sidde tæt på vinduerne pga. kul-denedfald. Værdien af det øgede anvendelige areal efter renoveringen kan skønsmæssigt beregnes som værdien af et felt langs med hver facade med en bredde på ½ meter. Det svarer til et areal på ca. 9 m² for en lejlighed af gennemsnitsstørrelse, som med en typisk husleje på 1.200 kr./m²/år, såle-des har en værdi af ca. 10.000 kr. pr. år pr. lejlighed.

Det er vanskeligere at sætte værdi på færre problemer med fugt, mug og skimmelsvamp. Imidlertid ved enhver bygningsejer, såvel privat som bolig-selskab, der har været ude for skimmelsvamp, hvor dyrt det kan blive at fjerne dette.

Værdien af den nedsatte forurening og det dermed reducerede antal af pati-enter med luftvejslidelser er også betydelig, men svært umiddelbart at sætte tal på.

Endnu vanskeligere er det at sætte værdi på den reducerede CO₂-udled-ning. Imidlertid er der ingen tvivl om, at en begrænsning har stor værdi pga. klimaforandringerne forårsaget af det øgede CO₂-indhold i atmosfæren. Dette understreges også af Parisaftalen mellem medlemslandene i FN's kli-makonvention om at begrænse CO₂.

I et overordnet, samfundsmæssigt perspektiv burde værdien af alle de sam-fundsmæssige ikke-energimæssige fordele indregnes og omsættes til tilskud til energiforbedringer. Rocky Mountain Institute i USA har udarbejdet en inter-essant og inspirerende vejledning til, hvordan man kan beregne og doku-mentere den økonomiske værdi af "dyb energirenovering". Vejledningen kan downloades gratis på hjemmesiden [8].

Vælger man at "gå hele vejen" med værdifastlæggelse af de ikke-energi-mæssige forbedringer og optimering af bygningsforbedring ud fra en sådan værdifastsættelse, kan man sagtens forestille sig, at det er energibesparel-sen, der blive et "co-benefit"!

To eksempler på gennemførte energirenoveringer

Der er taget udgangspunkt i to konkrete renoverings-cases: Traneparken i Hvalsø og Sems Have i Roskilde, hvor renoveringen er udført på to principielt forskellige måder: Traneparken med udvendig efterisolering til næsten BR15-niveau og Sems Have med helt ny klimaskærm til bygningsklasse 2020-niveau. Begge bebyggelser har fået nyt ventilationsanlæg, solcelleanlæg og bedre dagslysudnyttelse.

Bebyggelserne har dannet grundlag for rapporten, hvor forskellige renoveringstiltag, der rækker ud over de tiltag, der er valgt i de to bebyggelser, er analyseret. Der er taget udgangspunkt i en boligblok fra Traneparken, og bygningen er benyttet som referencebygning i de teoretiske analyser. Referencebygningen er anvendt til at analysere forskellige renoveringspakker med henblik på at nå et energibehov, som opfylder energikravene til hhv. Renoveringsklasse 1, BR15 og Bygningsklasse 2020 for en typisk etageejendom. Den kalibrerede model svarer dermed til boligblokken fra Traneparken, før bygningen blev renoveret. Den kalibrerede model kan skales op og ned og derved kan der ændres på diverse forudsætninger, så projektet dækker bredt.

Fordelen ved at tage udgangspunkt i to realiserede renoveringer er, at resultaterne ikke bare bliver tænkte eller teoretiske renoveringer, men at det rent faktisk kan lade sig gøre i virkeligheden.

Eksempel: Traneparken



Traneparken før renoveringen.

Traneparken består af tre boligblokke i 3 etager med i alt 66 lejligheder. Der er tale om typiske eksempler på danske boligblokke fra 1960'erne med præfabrikerede betonsandwichelementer med relativt ringe isolering. Bygningerne var nedslidte og så ret kedelige ud. Der var problemer med facader, vinduer, tage osv. Energiforbruget var højt og indeklimaet var utilfredsstillende. Bygningerne havde brug for en gennemgribende renovering.

Det primære mål med renoveringen var at gøre noget ved betonvæggene, som var nedslidte, men derudover var det også et ønske at:

- Renovere de øvrige nedslidte dele af bygningerne
- Forbedre indeklimaet
- Reducere energiforbruget
- Tilføje altaner til alle lejligheder
- Forbedre de omkringliggende grønne udearealer.

Målet var, at bebyggelsen skulle opfylde lavenergiklasse 2015 jf. BR10.

Bygningen fik efterisoleret tage og ydervægge og fik ny facade og nye vinduer. Det gamle udsugningsanlæg blev erstattet af et energieffektivt balanceret mekanisk ventilationssystem med varmegenvinding. Den ekstra isolering og det nye ventilationssystem har forbedret indeklimaet og luftkvaliteten i lejlighederne. De varmere vægge og vinduer gør det lettere og mere behageligt at udnytte alle m² af lejlighederne. Alle lejligheder har fået altan med udsigt over de renoverede grønne områder i gården. Et solcelleanlæg på taget af en af blokkene hjælper med at reducere energibehovet til det fælles vaskeri og de nye ventilationsanlæg.

Hvis før- og eftermålinger af varme- og varmtvandsforbruget sammenlignes direkte, er varmetforbruget blevet reduceret med omkring 33 %.

Bygningens samlede energibehov efter renoveringen, dvs. totalt varmebehov plus el-behov til bygningsdrift er 70,7 kWh/m², og hermed har bygningen et B-mærke. I nyeste version af bygningsreglementet kan man medregne 50 % af kælderarealet i energirammen, og dermed ender man med et energibehov på ca. 48,1 kWh/m². Dette svarer til Renoveringsklasse 1, eller et A2010 energimærke.

Årsagen til, at bebyggelsen ikke overholder kravene til BR15, er primært, at der er relativt store varmetab fra uisolerede rør i hhv. varmfordelingsanlægget og varmtvandsinstallationen i kælderen og i forbindelse med distributionen til lejlighederne. Hvis disse rør efterisoleres med fx 50 mm isolering, og der samtidig opsættes yderligere 75 m² solceller, vil bebyggelsen overholde BR15-kravet.

Traneparken krævede en større renovering pga. nedslidte facader, tagkonstruktioner og vinduer. Dette behov for renovering medførte, at man samtidig valgte at gennemføre en dyb energirenovering af bebyggelsen. Traneparken har på denne måde opnået store energibesparelser samtidig med, at beboerne har fået nogle æstetisk smukkere bygninger og herudover et væsentligt bedre indeklima, større brugbart areal i lejlighederne, altaner og en væsentlig forskønnelse af bygningernes omgivelser.



Traneparken efter renoveringen.



Sems Have før renoveringen.

Bebyggelsen Sems Have blev oprindeligt opført i 1970-72 under navnet Ungdommens Hus. Bygningerne husede dengang en vuggestue, en børnehave, en ungdomsklub, et kollegium og to sale. I kældrene var der bl.a. møderum til foreninger. Allerede i 1980'erne begynder udlejningen at svigte. I 2011 opsagde Roskilde Kommune lejemålet for vuggestue, børnehave og ungdomsklub.

Boligselskabet Sjælland stod derfor med nogle meget specielt indrettede bygninger, der ikke mere kunne udlejes til deres oprindelige formål. Desuden var bygningerne nedslidte og renoveringsmodne, selv om der i 1995 var foretaget en facaderenovering med efterisolering og nye vinduer.

Da renoveringen blev besluttet, var Boligselskabet Sjællands krav, at alt nybyggeri skulle opføres som minimum Lavenergiklasse 2015 (i dag BR15). Dette blev derfor også i første omgang målet for renoveringen af Sems Have. Men da det viste sig, at en opgradering fra Lavenergiklasse 2015 til Bygningsklasse 2020 (beregningsmæssigt) kun ville betyde en beskeden merinvestering, blev det besluttet at stræbe efter energikravet for Bygningsklasse 2020 (BK2020). På grund af usikkerhed vedr. den fremtidige brug af bygningernes kældre indgik kældrene ikke direkte i renoveringsentreprisen. Energiberegningerne blev derfor udført ekskl. kældre.

Sems Have ligger i et område med boligblokke med mindre lejligheder. Der var derfor et ønske fra Boligselskabet Sjællands side om at tilføre området et antal større lejligheder, som der er stor efterspørgsel på i Roskilde. Desuden kunne en totalrenovering af de to bygninger være med til at give området et arkitektonisk løft. Bygningerne og lejlighederne fremstår efter renoveringen pæne og tidssvarende. Lejlighederne er lette at leje ud – der er venteliste på at få en lejlighed i Sems Have. Huslejen ekskl. forbrug pr. m² er på linje med tilsvarende lejligheder i Roskilde. Samtidigt er varme regningen væsentligt lavere end i tilsvarende byggeri.

Renoveringen af bygningerne var meget gennemgribende, idet kun de bærende konstruktioner og gavlene i Blok A blev bibeholdt. De tekniske installationer blev også udskiftet, da rør- og kabelføringer ikke passede til de nye moderne lejligheder. Den gennemgribende renovering betød, at blymaling, asbest og PCB skulle fjernes og deponeres. Ligeledes var de gamle modulmål en udfordring for indretningen af de nye lejligheder. Det gav også udfordringer, at kældrene ikke var direkte med i entreprisen. Dette medførte merudgifter, fordi tekniske installationer i kældre måtte tilpasses senere.

Det målte elforbrug til bygningernes drift er meget lig det beregnede elforbrug for den aktuelle brug af bygningerne. El-produktionen for solcellerne er lidt højere end forventet, mens opvarmningsbehovet er 150 % højere end beregnet med Be15 forudsætningerne [9].

Parametervariationer med Be15 viser, at det øgede opvarmningsbehov dels skyldes anden brug af bygningen (højere rumtemperatur, øget ventilation og større infiltrationstab), og dels at varmetab fra ventilationsanlægget og varme rør i kældrene ikke var medtaget i de oprindelige energiberegninger.

Bruttoenergiebehovet beregnet efter BR15 er på grund af de ekstra varmetab 28 kWh/m² pr. år, hvilket er noget mere end kravet til BK2020 på 20 kWh/m² pr. år. Det er derfor vigtigt i fremtidige projekter at sikre, at samtlige energiforbrug medtages i beregningerne i projekteringsfasen.

Da anvendelsen af bygningerne ændres, er det vanskeligt at vurdere, hvilken energibesparelse renoveringen har medført. Hvis før- og efter-målinger sammenlignes direkte, er energiforbruget reduceret med ca. 50 %. Selvom målet om at nå ned på energikravet til BK2020 ikke blev nået, er der stadig tale om en betydelig reduktion af energiforbruget set i forhold til både før renoveringen og i forhold til andre lignende danske boligblokke.



Sems Have efter renoveringen.

Hvordan opnås lavenergistatus ved renovering af boligblokke?

Energirenovering forstås i denne rapport som en renovering af en boligblok, der har til formål at bringe det beregnede energibehov ned til en bestemt energiklasse: Renoveringsklasse 2, Renoveringsklasse 1 (=BR10), Bygningsreglement 2015 (BR15) eller Bygningsklasse 2020 (BK2020). Renoveringsklasse 2 er ikke relevant at medtage i denne rapport, da man normalt ikke vil betragte en renovering til Renoveringsklasse 2 som "dyb". Energibehovet opgøres som den såkaldte energiramme, der oftest beregnes med programmet Be15 (Beregning af energibehov) [9], men som også kan beregnes med andre programmer, der regner "på samme måde" som Be15. Beregningerne af energibesparelser og økonomi til denne vejledning er foretaget med beregningsprogrammet ASCOT [10], der beregner både energibesparelser og økonomi i en og samme beregning.

Faktaboks – Energirammekrav i bygningsreglementet

For boliger, kollegier, hoteller og lignende må bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand pr. m² opvarmet etageareal højst være:

Renoveringsklasse 2	110,0	+	3200/A	kWh/m ²
Renoveringsklasse 1	52,5	+	1600/A	kWh/m ²
BR15	30,0	+	1000/A	kWh/m ²
BK2020	20,0			kWh/m ²

I det beregnede energibehov, der skal overholde den såkaldte energiramme, benyttes primærenergifaktorer for hhv. varme- og elforsyningen. Specielt gælder, at el-bidraget fra solceller kun kan medregnes i energirammen med op til 10 kWh/m²/år (før multiplikation med primærenergifaktoren). Der henvises til bygningsreglementet for en uddybning af beregningerne.

Faktaboks – Primærenergifaktorer

	Fjernvarme	El
Renoveringsklasse 2	1,0	2,5
Renoveringsklasse 1	1,0	2,5
BR15	0,8	2,5
BK2020	0,6	1,8

"Renovering alligevel – Alligevel renovering"

I indledningen blev det nævnt, at en dyb energirenovering stort set altid vil omfatte en renovering, der skal finde sted alligevel, svarende til almindelig renovering og vedligehold af bygningen. For at illustrere betydningen af dette er der foretaget to sæt beregninger for de analyserede pakker af energitiltag. Det ene sæt, hvor den fulde pris for renoveringen indgår og et sæt, hvor prisen for tre renoveringstiltag, der skal foretages alligevel, er fratrasket den samlede pris. Det drejer sig om tiltagene:

- 1 Renovering af ydervæggen (inkl. udgifter til stillads)
- 2 Udskiftning af vinduer
- 3 Installation af mekanisk ventilation med varmegenvinding.

Grunden til at installation af mekanisk ventilation med varmegenvinding er taget med som et tiltag, der skulle foretages alligevel, er dels, at udsugningsventilation ofte giver trækproblemer, og dels at der i mange etageboliger opleves problemer med skimmelsvamp pga. utilstrækkelig ventilation – især efter en vinduesudskiftning, der har gjort bygningen mere tæt end før. I det følgende refereres der til disse tre renoveringstiltag som "alligevel renovering".

Referencebyggeri

Som beskrevet i foregående kapitel er en boligblok fra Traneparken valgt som referencebyggeri for beregningerne. Bygningen havde en beregnet energiramme på 135,5 kWh/m²/år. Den har 3 etager, et opvarmet etageareal på 1.808 m² og rummer 18 lejligheder. Det bebyggede areal er ca. 604 m². Der er et vinduesareal på 17 % af gulvarealet fordelt med halvdelen mod syd og den anden halvdel mod nord. Bygningen er karakteriseret som middeltung og varmtvandsforbruget er antaget at være 250 l/m² om året. Bygningen ventileres med udsugningsventilation, der kører hele året med 0,34 l/s/m² og en SEL-værdi på 1,0 kJ/m³. Kælderen er uopvarmet, og der er et relativt stort varmetab fra varmfordelingsrørene: ca. 40 kWh/m²/år.

Tabel 1. Klimaskærm. Referencebygning før renoveringen.

Konstruktion	U-værdi [W/m ² K]	g-værdi [-]	Areal [m ²]
Vinduer/døre	1,80	0,67	315,4
Ydervægge	0,67		898,4
Kælderydervægge	0,93		276,7
Tag	0,20		603,7
Gulv mod kælder	0,66		603,7
Kældergulv	0,40		573,2
Kuldebro	ψ-værdi [W/mK]		Længde [m]
Linjetab fundament	0,40		132,0
Linjetab vinduer	0,08		674,0

Vinduerne i referencebygningen har allerede været skiftet én gang, siden byggeriet blev opført - til vinduer med en U-værdi på 1,8 W/m²K. Der er foretaget en enkelt beregning, hvor vinduerne har en U-værdi på 2,9 W/m²K – svarende til de oprindelige vinduer. Dette øger referencebygningens energiramme med 19 kWh/m²/år, som jo derfor kan lægges til energirammeberegningen før energirenoveringen, hvis man vil sammenligne resultaterne med en aktuell bygning, der har vinduer med denne højere U-værdi. Energibesparelsen ved vinduesudskiftning øges derfor med de 19 kWh/m²/år. Med de dårligere vinduer ville udgangspunktet for renoveringen derfor have været 154 kWh/m² pr. i stedet for 135,5 kWh/m² pr. år.

Energirenoveringstiltag

For at nå ned på de primærenergibehov i beregningerne, der svarer til de tre nævnte energirammer, er der sammensat fire energiteknologi-"pakker" pr. scenarie: Renoveringsklasse 1 (BR2010), BR2015 og Bygningsklasse 2020 (BK2020).

De fire teknologipakker er valgt, så de illustrerer nogle af de mange måder, hvorpå det er muligt at nå det ønskede energiniveau. Og samtidigt give et indtryk af, hvor meget økonomien i form af investering pr. lejlighed og totale energiomkostninger pr. m² kan variere afhængigt af "pakke"-valget. Der er regnet på følgende energispareteknologier:

- Ydervægsisolering
- Loftsisolering
- Kældervægsisolering
- Isolering over uopvarmet kælder
- Reduceret varmetab af installationer
- Lavenergivinduer
- Ventilation med varmegenvinding
- Solvarme
- Solceller*, mindre anlæg på op til 1,0 kWp pr. lejlighed
- Solceller**, større anlæg på ca. 4,8 kWp pr. lejlighed.

* dækker kun el-behov til bygningsdrift.

** dækker både el-behov til bygningsdrift og i boligerne. Dette er et tænkt eksempel, der illustrerer, hvor meget et større solcelleanlæg kan betyde for den samlede energibesparelse, hvis nettoafregning genindføres – dvs. el-måleren populært sagt ”løber baglæns”, når man sælger el til nettet. Der er i denne beregning ikke den begrænsning af solcellestrøm, som normalt gælder for energirammeberegninger.

For hver teknologi er der indhentet de nødvendige inddata til beregningerne, primært bestående af tekniske data for ydeevne og investeringspriser – se appendiks A i rapporten om energirenoveringen af Traneparken [2].

Før man kigger på pakkeløsninger, er der foretaget en individuel beregning af energibesparelse og økonomi (nutidsværdi og simpel tilbagebetalingstid) for hver teknologi – se evt. appendiks B i rapporten om energirenoveringen af Traneparken [2]. I disse beregninger er der regnet på tre alternativer for solcelleberegningen:

- Solceller – mindre anlæg på 0,47 kWp pr. lejlighed – dækker kun el-behov til bygningsdrift med timebaseret afregning, dvs. en stor del af den producerede strøm må sælges til nettet.
- Solceller – mindre anlæg på 0,47 kWp pr. lejlighed – dækker kun el-behov til bygningsdrift med nettoafregning, dvs. al strømmen beregnes til fuld pris.
- Solceller – større anlæg, som dækker både el-behov til bygningsdrift og i boligerne, se nærmere beskrivelse ovenfor under **.

De tre forskellige beregninger for solceller er foretaget pga. den ringe betaling, der i øjeblikket opnås for solcellestrøm, der sælges til el-nettet. På den baggrund er det interessant at belyse økonomien ved installation af solceller i den situation, hvor den ikke kan nettoafregnes og den, hvor den kan. Dette illustreres af de to første beregninger. Hvis strømmen også kan anvendes til lejlighedernes individuelle forbrug ud over bygningsdriften, samtidigt med at den nettoafregnes, ændrer økonomien sig markant. Sidstnævnte mulighed kræver, at lejerne giver afkald på muligheden for frit at vælge el-leverandør.

Resultater af beregningerne

I dette afsnit er resultaterne af de mange beregninger opsummeret i tre tabeller. Tabel 2 viser det interval, der er mellem hhv. laveste (min) og højeste (max) investering pr. lejlighed for de fire beregnede teknologipakker, og tabel 3 og tabel 4 viser de totale energiomkostninger pr. m² for to af de situationer for udnyttelsen af solcellestrøm, der er nævnt ovenfor. I alle tre tabeller er både vist tallene for de tilfælde, hvor der alligevel finder en renovering sted og for de tilfælde, hvor der ikke gør. Beregningsresultaterne omfatter ud over investeringer og energiomkostninger også tilbagebetalingstid og nutidsværdi. Tilbagebetalingstid og nutidsværdi kan dog ikke umiddelbart relateres

til boligudgifterne på samme måde som de totale energiomkostninger. De totale energiomkostninger er beregnet på grundlag af låneomkostninger til energiinvestering, de resulterende energiforbrug og udgifter til drift og vedligeholdelse af energiteknologierne.

I tabel 2 er vist den nødvendige investering pr. lejlighed – her beregnet for et areal på 79 m², svarende til den gennemsnitlige størrelse af en dansk lejlighed i den almene sektor. Tabellen illustrerer først og fremmest forskellen på investeringens størrelse for situationen, hvor der i forvejen skal foretages renovering/vedligehold og situationen, hvor dette ikke er tilfældet. Det fremgår, at hvis der ikke skal foretages en renovering i forvejen, vil investeringen i energirenoveringen koste 125.000 mere pr. lejlighed, end hvis der skulle renoveres alligevel. Dette understreger vigtigheden af at tænke energirenoveringen ind i allerede planlagt renovering/vedligehold, hvorved det er muligt at renovere til Bygningsklasse 2020 for en merpris på mellem 58.000 kr. og 79.000 kr. pr. lejlighed.

Tabel 2. Investering i kr. pr. lejlighed for at nå forskellige energiklasser i de to situationer, hvor der skal foretages en renovering alligevel, og hvor dette ikke er tilfældet. I tabellen refererer "min" til den billigste renoveringspakke og "max" til den dyreste.

	Med alligevel renovering		Uden alligevel renovering		Energibesparelse = reduktion af energirammen, kWh/m ² /år	
	min [kr.]	max [kr.]	min [kr.]	max [kr.]	U-værdi af referencevindue = 1,8 W/m ² K	U-værdi af referencevindue = 2,9 W/m ² K
BR10	33.000	74.000	158.000	199.000	82	101
BR15	45.000	71.000	170.000	196.000	105	124
BK2020	58.000	79.000	183.000	205.000	115	134

Af tabel 2 fremgår desuden, at der ikke er stor forskel på, hvor meget der skal investeres for at opnå BR15 og BK2020. Tabellen viser også, at den dyreste teknologipakke, der implementeres for at nå BR10, er dyrere end den pakke, der anvendes for at nå BR15, når der fraregnes udgifterne til "alligevel renovering". Den primære årsag hertil er, at der i BR15 pakken indgår solceller, men at pakkerne også i øvrigt er ret forskellige. I situationen, hvor der skal renoveres alligevel, er middelmeromkostningen for at nå BK2020 i stedet for BR10 knap 30%, mens den i det andet tilfælde er ca. 9%. De tilsvarende tal for at nå BR15 er knap 10% og 2,5%.

Tabel 3 og tabel 4 viser total-energiomkostningerne før og efter renoveringen. De totale energiomkostninger før renoveringen indeholder kun omkostninger til energiforbrug. De totale energiomkostninger efter renoveringen indeholder både energi- og investeringsomkostninger, samt udgifter til drift og vedligehold af de nye energitiltag.

For resultaterne i tabel 3 antages, at den producerede solcellestrøm kun anvendes til bygningsdrift, men da forbrug og produktion ofte ikke sker samtidigt, må en stor del af solcellestrømmen sælges til nettet til en lav pris.

Tabel 3. Totale energiomkostninger i kr. m² pr. år ved solcellestrøm anvendt til bygningsdrift.

	Med alligevel renovering		Uden alligevel renovering	
	min	max	min	max
Før	71	71	71	71
BR10	59	94	162	197
BR15	69	83	172	186
BK2020	72	89	175	192

Af tabel 3 fremgår det, at i det tilfælde, hvor bygningen alligevel skal renoveres, kan den energirenoveres til BK2020 med stort set uændrede totale energiomkostninger med den billigste (min) pakke af energirenoveringstiltag og for en forøgelse af disse omkostninger med 18 kr./m²/år for den dyreste (max) pakke. I situationen, hvor der ikke skal renoveres i forvejen, stiger de totale energiomkostninger med 104-121 kr./m²/år, når man renoverer til 2020-niveau. Dette skal ses i relation til en typisk husleje på 900-1.000 kr./m²/år.

I tabel 4 antages den tænkte situation, at solcellestrømmen også kan anvendes til husholdnings-el, og samtidigt nettoafregnes. Dermed kan al den producerede strøm anvendes i bygningen. Bemærk at energiomkostningerne "før" i tabel 3 derfor er inklusive udgifterne til husholdnings-el i lejlighederne.

Tabel 4. Totale energiomkostninger i kr. pr. m² pr. år ved solcellestrøm anvendt både til bygningsdrift og til husholdnings-el. Solceller indgår kun i beregningerne for BR15 og BK2020. Derfor er BR10 ikke med i tabel 4.

	Med alligevel renovering		Uden alligevel renovering	
	min	max	min	max
Før	159	159	159	159
BR15	108	136	212	239
BK2020	106	133	209	237

Foretages sammenligning mellem før- og efter-situationen for det tilfælde, hvor al solcellestrøm kan udnyttes i bygningen til henholdsvis bygningsdrift og husholdnings-el, falder de totale energiomkostninger mellem 26 og 53 kr./m²/år ved renovering til BK2020. Igen er der meget lille økonomisk forskel på at renovere til BR15 eller til BK2020. En af årsagerne til dette er, at der benyttes lavere primærenergifaktorer på både de beregnede el- og varmebehov for BK2020, og dermed er merinvesteringen for at nå hertil begrænset.

Hvis der derimod ikke skal foretages en energirenovering alligevel, stiger de totale energiomkostninger med 50-78 kr./m²/år, når en stor del af solcellestrømmen ikke skal sælges til nettet til en lav pris. Og som det fremgår af tabel 3 stiger de totale energiomkostninger med 104-121 kr./m²/år, når solcellestrømmen skal sælges.

Sammenfattende viser de tre tabeller, at der ikke er stor forskel på at energirenovere til Bygningsklasse 2020 (BK2020) i stedet for nybyggerikravet i BR15 – og at det i flere tilfælde bedre kan betale sig at vælge BR15, eller BK2020 fremfor BR10 (Renoveringsklasse 1).

Ved sammenligning af resultaterne i tabel 3 og tabel 4 ses det tydeligt, at muligheden for at benytte solcellestrøm til husholdnings-el sammen med den tænkte mulighed for at nettoafregne over året kan give markante økonomiske besparelser til beboerne. Det giver samtidigt store el-besparelser. Imidlertid skal dette ses i et samfundsmæssigt perspektiv, hvor der både ses på, hvordan den strøm, der sendes tilbage til nettet, kan benyttes andre steder, samt hvordan den strøm, der aftages fra nettet, produceres.

Som nævnt indledningsvist indeholder appendiks A i rapporten om energirenoveringen af Traneparken [2] resultaterne for alle de udførte beregninger. Her kan man fx finde tilbagebetalingstider, nutidsværdier og se hvilke pakker af energisparetiltag, der er sammensat for hver beregning. Eksempelvis kan man finde tilbagebetalingstiden for hhv. BR15 og BK2020 på 11 og 14 år for situationen med renovering, der skal foretages alligevel og en på 40-43 år, hvor det ikke er tilfældet.

I tabel 5 vises én af de fire pakker af energisparetiltag, der er sammensat for at nå de tre forskellige energirammer.

Tabel 5. Eksempler på pakker af energisparetiltag, sammensat for at nå de tre forskellige energiklasser.

Energisparetiltag	BR10	BR15	BK2020
Ydervægisolering [mm]	+200	+200	+200
Lavenergivinduer [-]	3-lags	3-lags	3-lags
Varmegenvinding for ventilationsanlæg [%]	90	90	90
Tæthed af klimaskærm [l/s·m ²]	1,0	1,0	0,5
Reduceret varmetab af installationer/teknisk isolering [mm]	+50	+50	+50
Isolering af etagedæk over kælder [mm]			+100
Kældervægisolering [mm]	+100		+200
Solceller [kWp/lejlighed]		0,75	0,60

Umiddelbart ses det her, at for at nå BK2020-niveau i forhold til BR15-niveauet er der medtaget både kældervægisolering og isolering af etagedæk mod kælder samt bedre tæthed af klimaskærmen. Samme resultat kunne være nået ved at erstatte isolering mod kælder med et solvarmeanlæg og yderligere 100 mm ydervægisolering. Flere detaljer samt de øvrige pakkeløsninger kan findes i appendiks A i rapporten om energirenoveringen af Traneparken [2].

Forsigtighed ved anvendelse af de økonomiske resultater

Det er nødvendigt at anvende de økonomiske resultater præsenteret i denne vejledning med stor forsigtighed. Dette skyldes mange forhold. For det første vil der altid for et konkret projekt være særlige forhold, der gør, at priserne for at få udført de forskellige energisparetiltag vil variere i forhold til de priser, der er anvendt i beregningerne (primært Molio Prisdata [11]). De kan således kun være vejledende. Det er velkendt at to tilbud givet på det samme udbudsmateriale sagtens kan variere med en faktor 2. Sammenligner man med renoveringsomkostningerne for Traneparken, fremstår de også væsentligt højere her, men det kan være fordi, der i forbindelse med isoleringen af ydervæggen også skulle foretages en del udbedringer af skader på den eksisterende mur.

Et andet forhold, der har stor betydning for de aktuelt opnåede besparelser, er brugernes adfærd. I beregningerne er anvendt en gennemsnitstemperatur på 20 °C, som normalt anvendes ved energirammeberegninger. Den typiske beboer har måske 22-23 °C. Umiddelbart skulle man tro, det vil betyde en større energibesparelse ved gennemførelse af tiltag, der reducerer bygnings varmetab. Imidlertid kan der være en del beboere, som har levet med temperaturer lavere end 20 °C før renoveringen af sparehensyn, men efter renoveringen udnytter muligheden for en bedre komfort uden det koster særligt meget ekstra og derfor skruer temperaturen op med to-tre grader – der refereres ofte til dette fænomen som hhv. "prebound" og "rebound" effekter. Dette vil betyde, at den målte energibesparelse vil blive mindre end beregnet. Til gengæld har beboerne så opnået en væsentlig bedre komfort. Det kan derfor være svært at reducere det reelle energiforbrug til opvarmning med mere end 50 %, selvom energirammen for BR15 eller BK2020 er opfyldt.

Omkring 90 % af samtlige udlejningsboliger i den almene sektor forsynes via fjernvarme. Derfor er beregningerne foretaget for en bygning, der forsynes med fjernvarme. Der kan naturligvis foretages tilsvarende beregninger, hvis varmeforsyningen er baseret på olie, gas, varmepumper eller biobrændsler. Nogle af disse beregninger er foretaget i anden sammenhæng [12], og det

fremgår heraf, at for en bygning forsynet med varme fra en varmepumpe vil resultaterne svare til resultaterne for fjernvarme, mens økonomien for olie- og gasforsynede bygninger vil være markant bedre end for fjernvarme og omvendt ringere, hvis bygningen er forsynet med fx træflis- eller træpillefyr.

Endelig gælder, at de beregnede besparelser/totalte energiomkostninger afhænger af energiprisernes og renteniveauets udvikling, hvilket kan ændre resultaterne markant i de kommende år.

Referencer

1. Jensen, S. Ø., Rose, J., Mørck, O., Sanchez Mayoral, M., Thomsen, K. E. (2017). *Energirenovering af Sems Have*. København: Teknologisk Institut.
2. Rose, J., Thomsen, K. E., Mørck, O., Sanchez Mayoral, M., Jensen, S. Ø. (2017). *Energirenovering af Traneparken*. København: Teknologisk Institut.
3. Bygherreforeningen og Grundejernes Investeringsfond. (2011). *Hvidbog om bygningsrenovering*. København.
4. Mortensen, L. H. et al. (2017). *Energirenovering af større bygninger – metode og proces* (SBI-Anvisning 269). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København.
5. BeReal beregningsprogram. <http://be15real.dk/>
6. Mortensen, L. H. et al. (2014). *Branchevejledning for energiberegninger*. København: InnoBYG.
7. *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*, © OECD/IEA, 2014, www.iea.org
8. Rocky Mountain Institute. (2014). *How to calculate and present Deep Energy Renovation values*. <https://www.rmi.org/insights/calculate-present-deep-retrofit-value-owners-managers/>
9. S. Aggerholm, S. og Grau, K. (2014). *Bygningers energibehov – Pc-program og beregningsvejledning* (SBI-Anvisning 213). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København.
10. ASCOT (2016). ASSociated COsTs. www.iea-annex56.org (under Results/Tools).
11. Molio Prisdata. <https://www.bygnet.dk/>
12. MORE-CONNECT 2014-2018. Development and advanced prefabrication of innovative, multifunctional building envelope elements for modular retrofitting and smart connections; <http://www.more-connect.eu/> (tilgået 3. juli, 2017).

Appendiks A. Brochure til beboere

Dette er et forslag til indholdet i en kort "brochure" på max 4 A5-sider, som boligselskaber kan anvende, når de henvender sig til beboerne i forbindelse med en kommende energirenovierung.

Brochuren skal beskrive:

- hvad renoveringen indebærer
- hvorfor den gennemføres
- hvilke fordele får beboerne fx forbedret komfort og energibesparelser.

Side 1: Indledning

Afdelingen er blevet gennemgået [dato] af det rådgivende ingeniørfirma [navn]. Resultatet af gennemgangen er sammenfattet herunder og skal opfattes som et udgangspunkt for en fælles dialog omkring afdelingens muligheder for energi- og komfortforbedringer i bebyggelsen.

Komfort:

Energirenovierung af din ejendom kan forbedre din komfort væsentligt. Det kan betyde:

- varmere vægge, ingen kuldenedfald, muligt at møblere til væggene
- ingen træk
- renere luft
- mindre risiko for skimmelsvamp
- færre støjgener.

Bidrag til at gøre Danmark mere grønt:

En energirenovierung medvirker samtidigt til at mindske klimabelastningen fra opvarmning af boliger. Det er nødvendigt at reducere energiforbruget i de eksisterende danske bygninger med 50 % i gennemsnit for at nå regeringens mål om et fossilfrit samfund i 2050. Da dette ikke er muligt for mange bygninger, skal de øvrige, hvor det er muligt, gennemgå en såkaldt "dyb energirenovierung".

Side 2: Hvad indeholder energirenoveringen? (illustrationer)

[Nedenstående liste tilpasses den konkrete sag]

- Udskiftning af vinduer
- Øget isolering i facaderne og i taget – måske også ved fundamentene eller mod en uopvarmet kælder
- Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding
- Solceller på taget
- Mv.

Side 3: Hvorfor er netop disse tiltag valgt? (illustrationer)

- Indeklima – øget komfort og ikke-energimæssige fordele
- Reduceret energibehov og omkostninger hertil – den forventede besparelser på varmeregningen er: [xx] kr./m²/år (eller pr. lejlighed)
- Miljøpåvirkning/klimaforandringer

Side 4:

- Opsummering af fordele ved energirenoveringen (illustrationer)
- Forventet tidsplan og proces for renoveringen / renoveringsprocessen
- Behov for ændret adfærd mht. fx udluftning samt brug af installationer

Formålet med denne rapport er at inspirere danske boligselskaber, bygningsejere og -administratorer til at foretage dyb energirenovering af etageboliger. I rapporten præsenteres to konkrete eksempler på dybe energirenoveringer, og den kommer med eksempler på, hvordan man med forskellige energibesparende tiltag kan nå ned på et beregnet energibehov, som svarer til kravet til nybyggeri i Bygningsreglement 2015 og til Bygningsklasse 2020. Beregningerne viser, at når man alligevel er i gang med at renovere, er det ofte ikke meget dyrere at energirenovere til BR15- eller BK2020-kravene.

Rapporten viser desuden, at det ikke kun er i selve energibesparelsen, at den store værdi af en energirenovering ligger, men at den også findes i de forbedringer den i øvrigt fører med sig, som fx et bedre indeklima i boligerne.

1. udgave, 2017
ISBN 978-87-563-1863-1