

# Final report

## 1.1 Project details

<b>Project title</b>	Udvikling af systemløsninger til energimæssigt vidtgående klimaskærmsrenovering af eksisterende bygninger samt demonstration på 3 typiske parcelhuse fra perioden 1960-80
<b>Project identification (program abbrev. and file)</b>	Journalnr. 64009-0245
<b>Name of the programme which has funded the project</b>	EUDP
<b>Project managing company/institution (name and address)</b>	Danmarks Tekniske Universitet, DTU Byg Brovej, Bygning 118, 2800 Kgs. Lyngby
<b>Project partners</b>	DTU Byg Saint-Gobain Isover A/S Saint-Gobain Weber A/S PRO TEC Vinduer A/S HT Meter ApS
<b>CVR</b> (central business register)	30 06 09 46
<b>Date for submission</b>	31. maj 2015

## 1.2 Short description of project objective and results

Dansk

Projektets løsninger skal medvirke til at imødekomme fremtidige skærpede energikrav til eksisterende bygninger. Projektet har fire formål:

- Udvikling af tekniske systemløsninger til energimæssigt vidtgående klimaskærmsrenovering af eksisterende bygninger
- Udvikling af metoder til udarbejdelse af pakkelsøsnings for det specifikke hus
- Demonstration af tekniske systemløsninger og pakkelsøsnings på typiske parcelhuse
- Dokumentation af demo husenes energiforbrug og indeklimate mv. - før og efter renovering

Den første delrapport behandlede det første punkt, den anden delrapport vedrører de 3 sidste.

Delrapport 1:

Udviklingen har lagt særlig vægt på at reducere varmetabet og betydningen af kuldebroer, da de relativt set får en større betydning ved øgede isoleringstykkelser. Der har også været fokus på løsninger der bibringer værdi til bolig med hensyn til arkitektur, komfort og indeklimate og som kan udføres med en rimelig økonomi.

Den energimæssige målsætning for projektet er, at udviklede isoleringssystemløsninger i kombination med energirigtig energiforsyning og installationer der kan bringe eksisterende parcelhuse ned på niveau med nybyggeri ifølge BR15. Opdatering af ældre huses funktion og komfort til nutidige standarder, herunder energiforhold vil udgøre en økonomisk fremtidssikring, som vil have stor betydning for den enkelte husejer og samfundet.

## Delrapport 2:

Denne rapport beskriver hvordan projekteringen blev håndteret, og hvordan renoveringen kunne opdeles i pakkeløsninger. Herudover blev det forsøgt at udføre demonstration i form af renovering af 3 huse. Et af husene gennemførte renoveringen, og her indeholder rapporten oplysninger om huset energiforbrug og indeklima.

De fleste målinger foretaget på huset har vist en forbedring i forbindelse med renoveringen, da huset er blevet lunere og mere tæt. Husejer er generelt tilfreds med det opnåede resultat, da det har givet dem øget komfort i huset. Dog har renoveringen ikke resulteret i en direkte besparelse af en størrelse som ellers kunne være forventet.

I Delrapport 1 blev en række løsninger til beklædning af facaden i forbindelse med udvendig efterisolering beskrevet, herunder en nyudviklet løsning hvor der benyttes bæverhaletegl. Omstændighederne gjorde at det ikke var muligt at afprøve denne løsning på demonstrationshusene. For stadig at afprøve løsningen er denne blevet implementeret på et forsøgshus på DTU.

De foreslåede facadematerialer har mange af de samme fordele som en blank teglmur, idet de er solide og har et meget lavt vedligehold. På den måde kan disse materialer i en systemløsning med udvendig isolering tilbyde et godt alternativ til teglmuren, hvor de gode egenskaber bevares samtidig med at varmetabet sænkes.

## English

The solutions should contribute to meet the expected lowering of the energy demands in existing buildings in the future. The project has four main objectives:

- Development of technical system solutions for extensive energy renovation of the building envelope of existing buildings
- Development of methods for creating package solutions for the specific house
- Demonstration of the technical system solutions and package solutions on typical single family houses
- Documentation of the energy consumption and indoor climate in the demonstration houses before and after the renovation.

The first point is described in report 1, the last 3 in report 2.

### Report 1

The development has been focused on reducing the heat loss and the significance of thermal bridges, as their relative influence increases when the insulation thickness is increased. Beside this, there has been focus in solutions that contribute with increased value in terms of architecture comfort and indoor climate while being economically reasonable.

The aim in terms of energy is to develop insulation systems in combination with sensible energy supply and installations, which can reduce the energy consumption of these single family house to that of new buildings build in accordance with BR15. Updating older houses concerning function, comfort and energy consumption will be economically sensible and be beneficial for both the house owner and society.

### Report 2

This report describes how the planning process was carried out and how the renovation could be divided into packages. Beside this, it was attempted to carry out a demonstration in the form of renovation of 3 houses. One of the house carried out the renovation, and the report describes the findings concerning energy consumption and indoor climate.

Most measurements made on the house showed an improvement after the renovation, as the house is warmer and tighter. The house owner is in general satisfied with the result, as their comfort is increased. However, the house has achieved a lesser reduction in energy consumption than expected.

The report also describes a number of façade solutions which can be used in connection with external insulation. This includes a solution using a form of tiles usually used for roofs, called beaver tails (bæverhaler). The circumstances did not enable a test of the solution on a demonstration house, however the solution was applied to a test house at DTU.

The suggested façade solutions had many of the same benefits as the existing brick wall, as they are very robust and has a low maintenance. Due to this, this system solution is a realistic alternative to the brick wall, where the benefits are kept and the heat loss reduced.

### 1.3 Executive summary

#### Delrapport 1

Den store mængde af parcelhuse i Danmark der endnu ikke er renoveret udgør et stort potentiale for energibesparelser. Tilsammen står de for ca. 10% af Danmarks samlede energiforbrug, så det er af stor vigtighed at det gøres lettere at få dette energiforbrug reduceret. Målet med rapporten er at opstille nogle systemløsninger, der vil gøre renoveringsprocessen lettere og mere overskuelig både mht. pris og tid.

Fokus blev lagt på 6 indsatsområder: Ydervæg, Ydervægsfundament, Vinduer og Døre, Tag, Tagfod og Lufttætning.

For ydervæg tages der udgangspunkt i 3 forskellige tunge konstruktioner, der alle er typiske for periodens parcelhuse. Fokus bliver lagt på udvendig efterisolering, da dette giver mulighed for store energibesparelser, ikke er teknisk vanskeligt at udføre, kan give huset et nyt og opdateret udtryk og indeholder gode muligheder for videreudvikling af systemløsninger. Her beskrives også 3 nyudviklede facadebeklædningstyper, der alle er teglbaserede. Formålet med disse nyudviklede beklædninger var at skabe et billigt og vedligeholdelsesfrit alternativ til de eksisterende løsninger, der er meget dyre eller kræver væsentligt mere vedligehold end den teglmur de ofte erstatter. To af løsningerne er specialfremstillede og vil kræve videre arbejde før de vil kunne sælges på markedet, men den tredje er baseret på eksisterende produkter der alle kan købes i butikkerne i dag.

Fundamentene i parcelhusene er ofte meget dårligt isolerede og leverer en betydelig kuldebro. Her kigges på både vandret og lodret efterisolering af soklen. Den lodrette isolering kræver at der graves ned langs fundamentet, hvilket kan være vanskeligt da dette ikke altid er støbt med en jævn overflade. Den vandrette isolering skal derimod ikke helt så langt ned, men dette er også et problem, da den dermed er mere udsat.

Parcelhusene er typisk oprindeligt bygget med termoruder, med en U-værdi på ca. 2,8 W/m<sup>2</sup>K. Der er derfor gode muligheder for at opnå store besparelser ved udskiftning af vinduerne eller ruderne. Om det er hele vinduet eller kun ruderne der skal skiftes kommer an på den eksisterende stand og opbygning. Et beregningseksempel viser desuden at når man medtager energitilskuddet der kommer i form af solvarme gennem vinduerne, så vil et vindue have den samme effekt på energibalancen som hvis arealet var dækket af velisoleret væg.

Taget er ofte et oplagt sted at opnå gode energibesparelser. Hvis efterisoleringen udføres i forbindelse med at taget alligevel skal udskiftes er der især gode muligheder for at lave en god efterisolering og en fornuftig lufttætning af taget. Efterisolering af skråtag vil ofte betyde at det er nødvendigt at øge konstruktionen for at få plads.

Tagfoden ligger hvor tag og ydervæg mødes, så den vil blive berørt af de fleste større renoveringsprojekter. I rapporten beskrives en typisk tagfodsopbygning, og der laves en eksempelberegning af linjetabet for hhv. en original og en efterisoleret opbygning af ydevæg, tag og tagfod.

Der er mange fordele ved at have et tæt hus, idet man blandt andet reducerer varmetabet gennem infiltration, mindsker trækgener og giver bedre mulighed for at kontrollere indeklimaet og dermed lave et behageligt hus. Det er mulig at måle hvor utæt et hus er enten vha. sporgasmåling eller trykprøvning. Ud fra dette kan infiltrationen estimeres. Der er generelt meget store utætheder i parcelhusene, og det er ikke usædvanligt med luftskifter oppe omkring 8 l/s/m<sup>2</sup> ved trykprøvning ved 50 Pa. Til sammenligning må volumenstrømmen i nye bygninger bygget efter BR 2010 ikke overstige 1,5 l/s pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal. Dette niveau eller lavere vil formentlig kunne opnås gennem tætning i forbindelse med renovering. Rapporten gennemgår en række tætningsmetoder fordelt på relevante bygningsdele og konstruktioner.

Rapporten gennemgår desuden fordele og ulemper ved en række isoleringsmaterialer, både almindeligt kendte og anvendte, men også nyere produkter der kan bruges i udviklingen af nye systemløsninger til energirenovering af parcelhuse.

Der foreslås 3 pakkedløsninger af tiltag der ofte vil kunne udføres samlet, og kan reducere husets energiforbrug, evt. til nyhus status (BR2010) eller lavenergi status (BR2015). Et beregningseksempel viser at økonomien i BR2010-pakken er fornuftig, når man kigger på energispareprisen (ESP). Her viser det sig at prisen pr. sparet kWh er lavere end hvis man ikke renoverer og dermed skal betale 0,80 kr./kWh for at bruge energien. Her er regnet med en samlet investering på 343.300 kr.

## Delrapport 2

I rapporten beskrives en metode til planlægning af renovering der tager udgangspunkt i husets renoveringsbehov under de tre overskrifter Holdbarhed, Funktioner og Energi. Først kigges på det holdbarhedsmæssige renoveringsbehov ved at se på de enkelte bygningsdele og vurdere tilbageværende levetid, derefter klarlægges husejers ønsker og behov mht. forbedrede funktioner såsom mere dagslys eller mere plads, og til sidst inkorporeres de hensigtsmæssige energiforbedringer. Dermed kan man danne et overblik over alt hvad der kan/skal gøres, og baseret på det lave en langsigtet tidsplan for hvornår de forskellige tiltag bør indføres. Tidsplanen kan viderebearbejdes ved at samle tiltagene i pakkedløsninger, der med fordel kan indføres samtidig.

Et af målene med projektet var at udvikle nye systemløsninger. Udover en løsning til ekstern facadeisolering, der er beskrevet i Delrapport 1, blev det undersøgt om det var muligt at lave en tagløsning med præfabrikerede tagkassetter. Samtaler med producenter viste dog at dette ikke var en god løsning, da et lille projekt som et parcelhus ville kræve så forholdsvis meget arbejde i projekteringsfasen og produktionen, at det ikke i sidste ende ville give en gevinst. En anden løsning der var en større succes, var implementeringen af ventilationskanaler i taget, hvilket kunne have været et problem i et hus med loft til kip.

Noget af det centrale i projektet var afprøvning af metoder og løsninger på typiske parcelhuse, der kunne fungere som eksempler på hvordan en omfattende energirenovering kunne gennemføres. I den forbindelse har i alt 7 huse været tilknyttet projektet med formålet at gennemføre 3 renoveringer. Gennem projektet har der været et meget stort frafald, hvilket i sidste ende har ført til en gennemført renovering. Årsagerne til frafald har været mange, men ofte har det omhandlet manglende økonomi, ønsker om en anden type renovering eller utilfredshed med projektet, eller husejers beslutning om at sætte huset til salg.

I rapporten er to huse nærmere beskrevet, da disse kom igennem hele projekteringsfasen og det der ikke gennemførte først sprang fra efter at have modtaget tilbud på renoveringen. Der er yderligere et hus der har været igennem hele processen frem inklusiv indkaldelse af tilbud, men de har ønsket ikke at blive inkluderet i rapporten.

Huset i Ballerup havde nogle anderledes udfordringer end de to andre huse, da det primære problem her var husets størrelse og indretning, nok så meget som et stort energiforbrug. Der blev derfor også tilknyttet en arkitekt, der kunne hjælpe husejer til at finde en mulig ombygning der kunne møde deres behov. I forhold til energirenoveringen blev det foreslået at udskifte gamle vinduer med ventilationsåbninger, udskifte døre, nyt tag, efterisolering af loft, ovenlys og nyt mekanisk ventilationsanlæg. Ifølge Be10 beregninger ville dette give en besparelse på 62,9 kWh/m<sup>2</sup> om året, svarende til 30% af husets oprindelige energiforbrug. Da det kom til stykket valgte husejer dog at sætte deres hus til salg frem for at gennemføre renoveringen.

Huset i Lyngby var det eneste der gennemførte en renovering i forbindelse med projektet. De løsninger der blev indført i huset var nye vinduer og døre, udskiftning af hulmursisolering, nyt tag, nye ovenlys og et mekanisk ventilationsanlæg. Ifølge beregninger i Be10 skulle disse tiltag medføre en besparelse på 91,5 kWh/m<sup>2</sup> om året, svarende til 42% af husets oprindelige energiforbrug.

Renoveringen blev udført i sommeren 2013. Der blev udført en række målinger af bl.a. tæthed, temperatur og energiforbrug både før og efter renoveringen. Termografi viste at nogle af de problemer der var identificeret før renoveringen, såsom sammenfalden isolering, nu var blevet løst. Tæthedsprøvningen viste en forbedring af husets tæthed der bragte det ned på 0,8 l/s\*m<sup>2</sup>, hvilket er under tæthedskravet for nye bygninger ifølge BR10 på min. 1,5 l/s\*m<sup>2</sup>. Det aflæste energiforbrug gav dog ikke den beregnede besparelse på omkring 40%. Den

reduktion der kunne aflæses på energiforbruget blev meget reduceret når der med graddage blev korrigeret for det noget lunere klima i perioden efter renoveringen i forhold til den før. Hvis man medtager et antaget forbrug til brændeovn er besparelsen på lige omkring 10% af det oprindelige energiforbrug. Nogle af årsagerne til denne forskel mellem den beregnede besparelse og den aflæste kan være forskelle i beregningsmetoder, usikkerhed forbundet med de anvendte metoder, husets kompleksitet herunder de 4 forskellige varmekilder eller brugeradfærd og øget komfort. Husejers vurdering af renoveringen er overordnet positiv, idet de har oplevet en forbedring af temperaturerne både sommer og vinter, og undgår gener som kold træk.

#### **1.4 Project objectives**

Projektet har fire formål:

- Udvikling af tekniske systemløsninger til energimæssigt vidtgående klimaskærmsrenovering af eksisterende bygninger
- Udvikling af metoder til udarbejdelse af pakkelsøning for det specifikke hus
- Demonstration af tekniske systemløsninger og pakkelsøninger på typiske parcelhuse
- Dokumentation af demo husenes energiforbrug og indeklima mv. - før og efter renovering

De to første punkter blev opfyldt planmæssigt idet der blev udviklet nye systemløsninger i form af bl.a. ekstern isolering med teglbeklædning, og der blev udviklet en metode til projektering af renoveringer der inkluderede brugen af pakkelsøninger.

Selve demonstrationsdelen viste sig dog at være væsentligt mere vanskelig. Selvom der af flere omgange var stor interesse fra husejere der ønskede at deltage i projektet, viste det sig at der var mange forhindringer for rent faktisk at gennemføre de ønskede renoveringer til projektet. På trods af at der i løbet af projektet var tilknyttet hele 7 huse der kunne bruges som demonstration, var det kun et der gennemførte renoveringen. De valgte desuden ikke at benytte den form for udvendig efterisolering vi ønskede at prøve i forbindelse med projektet. Det var derfor nødvendigt at opbygge mindre prøver på DTU, for at demonstrere teglløsningen ved parcelhuslignende forhold.

Udover udfordringer med demonstrationshusene, var der også vanskeligheder i forbindelse med projektdeltagerne. Både Bolius og NCC var deltagere fra start af, men valgte at forlade projektet undervejs. Dette gav visse vanskeligheder, hvor DTU måtte gå ind og overtage en række opgaver, og udlicitere andre til eksterne firmaer der ikke fra start af havde været en del af projektet.

Problemerne med projektdeltagere og demonstrationshuse, samt ønsket om at indsamle og analysere de nødvendige data fra huse der blev tilknyttet projektet senere gjorde at projektet er blevet forlænget.

#### **1.5 Project results and dissemination of results**

Projektets aktiviteter har været fokuseret om to områder: udvikling af systemløsninger og demonstration af vidtgående renovering af parcelhus.

Udviklingen af systemløsninger har særligt været fokuseret på udviklingen af en ekstern facadeisolering, der har samme gode egenskaber som den eksisterende teglmur. Her er der blevet udviklet en række forskellige løsninger, beskrevet i delrapporterne. To af disse løsninger er blevet demonstreret på et forsøgshus på DTU, da det ikke viste sig muligt at indføre dem i forbindelse med en renovering af et parcelhus. Herudover har der været samarbejde med forskellige producenter af tegl og der er blevet holdt en demonstration for producenterne af hhv. tegl og isolering, hvor der blev udtrykt interesse for evt. videreudvikling af en kommerciel systemløsning.

Demonstrationsdelen af projektet gik ikke som oprindeligt planlagt, da det viste sig vanskeligt at finde huse der kunne gennemføre projektet. Der er dog blevet udført en vellykket renovering, der viser en tydelig forbedring af huset, selvom den opnåede besparelse viste sig mindre end forventet.

Projektet indgår som en væsentlig del af PhD. projektet *Method for planning extensive energy renovation of detached single family houses (Metode til planlægning af vidtgående energirenovering af enfamiliehuse)* af Matilde Grøn Bjørneboe, der forventes afsluttet i 2016. I den forbindelse vil der også blive udgivet videnskabelige artikler baseret på projektets resultater.

Der er desuden blevet oprettet en hjemmeside i forbindelse med projektet, hvor resultaterne af demonstrationsdelen vil blive præsenteret sammen med andet relevant materiale. Herudover er der lavet en række speciale-rapporter, der beskriver forskellige aspekter af projektet. Disse kan også findes på hjemmesiden.

## **1.6 Utilization of project results**

Deltagerne er næsten alle fortsat aktive i forbindelse med energirenovering af bygninger så de indhøstede erfaringer fra projektet vil blive udnyttet.

Den helhedsorienterede tilgang til energirenovering, som blev arbejdet med i projektet bliver nu også anvendt i Bedre Bolig ordningen og erfaringer fra projektet vil forventelig kunne udnyttes i den fortsatte udvikling af denne ordning.

Resultaterne af projektet viser at det er meget vanskeligt at udvikle systemløsninger til energirenovering af parcelhuse da de er så individuelle at der er nødt til at være specifikke løsninger til hvert hus. Projektet har vist at udvendig efterisolering er vanskelig at implementere pga husejernes ønske om at beholde teglfacader. Dette problem blev forsøgt løst ved at benytte en meget tynd teglplade – skærmtegl. Med fokus på at finde en billig løsning blev en speciel version af en skærmtegl fundet på det tyske marked og vist på en mock-up på DTU. Resultaterne viser også at det er relativt dyrt at udføre vidtgående energirenovering i forhold til nybyggeri og der skal derfor i højere grad fokus på vurderinger af spørgsmålet om udskiftning med nybyggeri ikke er en bedre løsning en energirenovering af en del af parcelhusmassen.

Projektet er indgået i et PhD-projekt, som vil blive afsluttet senere.

## **1.7 Project conclusion and perspective**

Delrapport 1

Der er et stort behov for udvikling af nye systemløsninger, der kan gøre det mere tilgængeligt for ejerne af de ca. 500.000 parcelhuse i Danmark at renovere og energioptimere. Fokus blev lagt på 6 indsatsområder: Ydervæg, Ydervægsfundament, Vinduer og Døre, Tag, Tagfod og Lufttætning.

De mest almindelige konstruktioner for de forskellige bygningsdele blev beskrevet, og mulige renoveringsløsninger blev foreslået.

For ydervæg og ydervægsfundament var fokus på løsninger med udvendig efterisolering, da dette har en række fordele energimæssigt i forhold til hulmursisolering og indvendig efterisolering. Desuden giver det mulighed for at give huset et nyt arkitektonisk udtryk, og der er gode muligheder for at udvikle nye løsninger. Her er blevet udviklet nye løsninger til facadebeklædning med tegl. For fundamentet er der opstillet løsninger med både lodret og vandret isolering. For vinduer og døre er der ofte meget store besparelser at hente hvis de ikke er blevet renoveret. Der opstilles en række muligheder for udskiftning af ruder eller hele vinduet, til 2- eller 3-lags energiruder. For tag og tagfod opstilles de forskellige løsninger baseret på eksisterende konstruktioner. For lufttætning understreges vigtigheden af at tiltagene udføres korrekt, da dette er centralt for effektiviteten. Metoder til lufttætning gennemgås baseret på konstruktionerne.

Der foreslås 3 pakked løsninger af tiltag der ofte vil kunne udføres samlet, og kan reducere husets energiforbrug, evt. til nyhus status (BR2010) eller lavenergi status (BR2015). Et beregningseksempel viser at økonomien i BR2010-pakken er fornuftig, når man kigger på energispareprisen. Her viser det sig at prisen pr. sparet kWh er lavere end hvis man ikke renoverer og dermed skal betale 0,80 kr./kWh for at bruge energien. Her er regnet med en samlet investering på 343.300 kr.

## Delrapport 2

Formålet med denne rapport var at behandle tre af fire overordnede formål i EUDP projektet om udvikling af systemløsninger til parcelhusrenovering.

Det første punkt var udvikling af metoder til udarbejdelse af pakked løsninger for det specifikke hus. Den metode der er foreslået i rapporten bygger dels på klarlægning af renoveringsbehov og dels på en langsigtet tidsplan. Renoveringsbehovet bestemmes ved at undersøge huset med udgangspunkt i de tre områder Holdbarhed, Funktioner og Energi. Ved at bruge dette udgangspunkt sikres det at der kigges holistisk på husets behov. Når behovet for renovering inden for de tre områder er bestemt, laves en langsigtet tidsplan med udgangspunkt i de resterende levetider for de forskellige bygningsdele. Ud fra denne kan de forskellige tiltag samles i pakker, der er hensigtsmæssige at indføre samtidig. Metoden kan bruges til at planlægge langsigtet, eller, som her i projektet, til at planlægge omfanget af en større renovering.

Det andet punkt var demonstration af tekniske systemløsninger og pakked løsninger på typiske parcelhuse. En række huse har været tilknyttet projektet med netop dette formål, men i sidste ende er det kun lykkedes at gennemføre en renovering. Dette gav mulighed for at afprøve udarbejdelsen af pakked løsninger, men desværre var det ikke muligt f.eks. at afprøve systemløsningen med udvendig efterisolering, da det ikke var den løsning husejer foretrak. Der blev dog fundet en god løsning for installation af et nyt mekanisk ventilationsanlæg i forbindelse med at huset fik nyt tag, hvilket kunne have været vanskeligt, da huset har loft til kip. Det tredje punkt var dokumentation af husets energiforbrug og indeklima mv. før og efter renovering. Her er der udført målinger og aflæsninger af bl.a. gasforbrug, elforbrug, temperatur, fugtighed og tæthed, så der foreligger målinger for et år hhv. før og efter renoveringen. Herudover er husejer blevet interviewet om deres opfattelse af indeklimaet både før og efter. Målingerne bekræfter at huset er blevet mere tæt og at der er kommet mindre udsving i temperaturen. Når der korrigeres for klimaforholdene i de to år er der dog nået en mindre besparelse på el- og gasregningen end først forventet. Nogle af årsagerne til denne forskel mellem den beregnede besparelse og den aflæste kan være forskelle i beregningsmetoder, usikkerhed forbundet med de anvendte metoder, husets kompleksitet herunder de 4 forskellige varmekilder eller brugeradfærd og øget komfort. På trods af at der ikke er opnået den forventede besparelse på energiregningen må renoveringen siges at have været en succes, da husejer oplever at de har fået et bedre indeklima med mindre træk og mindre temperaturudsving, hvilket har forbedret huset som opholdssted både sommer og vinter. Deres oplevelse bekræftes af målingerne foretaget på huset.

Projektet har vist en række udfordringer i forbindelse med energieffektiv renovering af parcelhuse. Men udviklingen af nye tegnløsninger giver mulighed for at man kan påføre et hus ekstern isolering uden at miste mange af de gode egenskaber ved den blanke teglmur de har i dag. Ved videreudvikling af løsningerne vil man kunne opnå løsninger der er skræddersyet til parcelhuset, og på den måde give mulighed for en væsentlig reduktion i energiforbruget til enfamiliehuse samfundsmæssigt set.

## Annex

<http://www.parcelrenovering.byg.dtu.dk/>

Separat detaljeret rapport findes i Delrapport 1 og Delrapport 2.