

Slutrapport

Projektets titel:
Energibesparende brugeradfærd

Institution:
DTU.BYG, Center for indeklima og energi, Bygning 402 – 2. sal, 2800 Lyngby

Ledende forsker
Rune Korsholm Andersen (rva@byg.dtu.dk, 45254029)

Projekt start:
1. juli 2010

Projekt slut:
30. september 2014

Finansiering:
DKK 500.000

Teknisk slutrapport

1. Fuldførte aktiviteter i forhold til projektets mål og tekniske program

Formålet med projektet var at udvikle metoder, koncepter, apparatur mm, der kan vejlede brugerne af en bygning i energibesparende adfærd samtidig med at et tilfredsstillende indeklima opretholdes. Desuden skulle der, udvikles metoder og apparatur så brugeren får øjeblikkelig feedback med hensyn til indflydelsen på indeklima og energiforbrug.

Disse målsætninger er i projektet opnået vha. flere tiltag: Under litteraturstudiet blev det fundet at der findes enkelte apparater til at give brugeren feedback om enkelte indeklimaparametre. Effekten af apparaturet i kombination med forskellige former for personlig vejledning blev undersøgt i ni lejligheder i forbindelse med et Masterprojekt. Det viste sig at personlig vejledning i brugen af apparaturet samt gennemgang af måledata var mest effektivt til at ændre uhensigtsmæssig adfærd hos beboerne. Der blev etableret kontakt til et firma (IC Meter) der har udviklet målerstationer samt en web side til smartphones/tablets/computere, der giver feedback om de målinger der foretages samt energiforbrug. Da udstyret var færdigudviklet, blev det afprøvet som en del af projektet.

I løbet af projektet blev det klart at de modeller/beskrivelser af beboeradfærd, der findes i litteraturen er mangelfulde og var svære at bruge som reference for de målinger, der blev foretaget i projektet. Derfor blev data fra en tidligere målekampagne analyseret og der blev udledt fire modeller for vinduesåbningsadfærd, som blev brugt som reference. Disse modeller er publiceret i det videnskabelige tidsskrift "Building and Environment".

Tidligt i projektet blev det besluttet at koble projektet op på et eksisterende projekt støttet af ministeriet for by, bolig og landdistrikter. Denne beslutning blev taget på baggrund af stor synergi mellem de to projekter. Projektet fra ministeriet for by, bolig og landdistrikter undersøger tekniske og adfærdsmæssige energibesparelser i forbindelse med en gennemgribende og ambitiøs energirenovering af en ældre etageejendom i det indre København (Ryesgade 30). Det betyder at der forelå detaljerede målinger af indeklima og beboernes adfærd samt varmemeforbrug fra 17 lejemål inden renoveringen af bygningen. I et masterprojekt blev 15 lejemål opdelt i to grupper baseret på disse målinger og lejlighedernes fysiske egenskaber. Fem lejligheder fik installeret IC-meters og modtog i en periode på syv uger både kontinuerlig og indirekte feedback af deres indeklima. De resterende 10 lejligheder fungerede som referencegruppe. Her blev indeklimaet og deres adfærd monitoreret på samme måde som i de fem feedbacklejligheder, men referencegruppen modtog ikke feedback. Alle lejligheder fik i måleperioden tilsendt spørgeskemaer om indeklimaet samt reguleringen af temperatur og udluftningsadfærd. De lejligheder der modtog feedback basvarede ligeledes spørgsmål om deres opfattelse af feedbacken.

Ved at sammenligne målingerne fra feedbackgruppen med målingerne fra referencegruppen både før og efter renoveringen var det muligt at kvantificere konsekvenserne af de tekniske tiltag og konsekvenserne af de adfærdsmæssige tiltag.

Renoveringen af bygningen blev desværre over et år forsinket, bl.a. fordi der blev fundet skadelige stoffer i malingen på nogen af de bygningsmaterialer der skulle renoveres. Derudover gik der næsten et år efter beboerne var flyttet ind, før alle stilladser var fjernet og alle ventilationssystemer kørte, som planlagt. Som en konsekvens, blev projektet afsluttet to år senere end planlagt.

2. Resultater

Projektets vigtigste resultater er opsummeret neden for:

- Tidligere modeller af vinduesåbningsadfærd var udelukkende baseret på termisk komfort. Projektets resultater viste imidlertid at der er mange årsager til at brugerne åbner vinduer. Derfor er det ikke nok kun at måle temperaturen, hvis man vil forudsige eller analysere på beboeres vinduesåbningsadfærd.
- Udvikling af 4 stokastiske modeller af beboernes vinduesåbningsadfærd. Modellerne blev udviklet som en reference til målingerne, der skulle foretages i projektet. De kan også bruges i simuleringværktøjer, så resultaterne fra simuleringerne bliver mere realistiske. Modellerne er implementeret i et kommercielt simuleringværktøj IDA ICE.
- Sammenligningen af måleresultaterne før og efter renoveringen viste at renoveringen ikke skabte mindre variation af indeklimaet mellem de undersøgte lejligheder på trods af en opgradering af lejlighedernes fysiske egenskaber. Både før og efter renoveringen var der meget stor forskel på de målte temperaturer og den observerede udluftningsadfærd.
- Sammenligning af målingerne før og efter renoveringen viste at beboerne havde en anden adfærd efter renoveringen. Men desværre var der ingen af de oprindelige beboere der flyttede tilbage efter renoveringen. Ændringen i adfærd kunne derfor ikke udelukkende tilskrives renoveringen af bygningen. Den observerede variation i indeklimaet efter renoveringen viste at der ud fra et energieffektivitetsperspektiv var plads til forbedringer af beboernes adfærd gennem interventioner.

- Resultaterne viste at feedbacken havde varierende effekt på adfærden i lejlighederne. I to ud af de fem lejligheder blev der observeret en ændring i adfærden som anbefalet i feedback-brevene. I de resterende tre lejligheder havde beboernes livsstil så stor effekt på reguleringen af indeklimaet at feedbacken ikke ændrede på denne.
- Der blev også observeret adfærdsændringer i størstedelen af reference lejlighederne. I nogle af lejlighederne kunne ændringerne forklares ud fra spørgeskemabesvarelser men i andre lejligheder var informationerne fra spørgeskemaer ikke tilstrækkelige til at forklare årsagen. Baseret på informationer opnået gennem spørgeskemaer, observationer og samtaler blev det vurderet at de observerede ændringer i feedback gruppen skyldtes den feedback beboerne modtog.

3. Formidling

Litteraturstudiet i forbindelse med projektet har resulteret i en peer reviewed ISI artikel som er blevet udgivet i tidsskriftet *Building and Environment*. Desuden er resultaterne af analyserne af energiforbrugsdata blevet præsenteret på konferencen *Healthy buildings 2012*.

Modellerne af vinduesåbningsadfærd, er formidlet i en peer reviewed ISI artikel som er blevet udgivet i tidsskriftet *Building and Environment*.

I forbindelse med projektet er der blevet udgivet de følgende artikler:

R. Andersen, The influence of occupants' behaviour on energy consumption investigated in 290 identical dwellings and in 35 apartments, in: *Heal. Build*, Brisbane, 2012.

V. Fabi, R.V. Andersen, S. Corgnati, B.W. Olesen, Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models, *Build. Environ.* 58 (2012) 188–198. doi:10.1016/j.buildenv.2012.07.009.

R. Andersen, V. Fabi, J. Toftum, S.P. Corgnati, B.W. Olesen, Window opening behaviour modelled from measurements in Danish dwellings, *Build. Environ.* 69 (2013) 101–113. doi:10.1016/j.buildenv.2013.07.005.