

# Brugerkommunikation – vejen til et bedre indeklima?





# RE+BUS

RENOVATING BUILDINGS SUSTAINABLY

**Titel**

Brugerkommunikation – vejen til et bedre indeklima?

**Forfattere**

Tine Steen Larsen

Lektor, Aalborg Universitet

Henrik N. Knudsen

Seniorforsker, SBI, Aalborg Universitet

Anna Heebøll

Konsulent, Teknologisk Institut

**Dato**

31. maj 2017



# RE+BUS

RENOVATING BUILDINGS SUSTAINABLY

REBUS er et dedikeret samfundspartnerskab, hvor alle led fra byggeriets værdikæde er samlet for at fremme bæredygtige renoveringer til gavn for brugere, industrien, miljøet og samfundsøkonomien.

Projektets partnere er: COWI, Danmarks Tekniske Universitet, Frederikshavn Boligforening, Henning Larsen Architects, Himmerland Boligforening, NCC Danmark, Saint-Gobain, Teknologisk Institut og Aalborg Universitet/SBi.

Innovationsfonden har investeret 35 mio. DKK i projektet. Realdania og GI har investeret hhv. 8 og 6 mio. DKK og de deltagende partners egenfinansiering udgør de resterende 32 mio. DKK. Det samlede budget er 81 mio. DKK.





## Forord

Arbejdet med indeklima i REBUS spænder vidt og omfatter både kortlægning af de centrale parametre, der bør indgå ved vurdering af indeklima samt kvantificering og håndtering af parametrene fx ved måling og registrering eller ved brug af spørgeskema. Herudover udvikles et værktøj til vurdering af indeklimaet, IV20, og i sammenhæng med dette en metode til indeklimaklassificering. Arbejdet og de løsninger, der udvikles i forbindelse hermed, er alle målrettet almene boliger som udgangspunkt, men vil på et senere tidspunkt kunne videreudvikles til andre bygningstyper. I forlængelse af arbejdet med indeklima udarbejdes der desuden en SBI-anvisning om indeklimaforbedringer ved renovering.

Resultaterne fra arbejdet med indeklima i REBUS skal danne baggrund for dialogen med relevante myndigheder og andre interessenter ifm. implementering, så det sikres at resultaterne bruges fremadrettet til fremme af det gode indeklima også efter REBUS-projektets ophør i fx Bygningsreglement 2020 eller andre relevante steder.

Denne rapport er én ud af tre rapporter, udgivet i forbindelse med arbejdet gennemført under arbejdsplan WP2a.3A - Definition af indeklimaaspekter og -parametre, som er den første arbejdsplan af i alt 6 arbejdsplaner, der alle omhandler indeklima.

Arbejdet i denne delopgave har resulteret i identifikation og definition af de centrale parametre og indeklimaaspekter, der skal beskrive den indeklimamæssige kvalitet i det fremadrettede arbejde med indeklima og totalværdi i REBUS. Resultaterne fra arbejdet er:

- En nettoliste med centrale indeklimaparametre, beskrevet i rapporten ”Centrale parametre til karakterisering af bygningers indeklima” (Larsen et al. 2017).
- Et kort spørgeskema til evaluering af det oplevede indeklima blandt lejere i almene boliger før og efter en renovering af deres boliger, beskrevet i rapporten ”Oplevet indeklima”. (Knudsen et al. 2017)
- En række testscenarier for kommunikation til brugerne målrettet en forbedret indeklimamæssig brugeradfærd, beskrevet i denne rapport

Arbejdet er målrettet vurdering af indeklimaet i boliger før og efter renovering med henblik på forbedringer, men værktøj og metode kan også benyttes til vurdering af indeklima i nybyggeri. Spørgeskemaet og testscenarierne vil senere blive anvendt og evalueret via feltstudier i en række almene boliger som en del af REBUS.





# Indhold

Sammenfatning .....	11
Indledning.....	13
Fysisk indeklima .....	13
Oplevet indeklima.....	14
Typiske problemer med indeklima i boligen .....	15
Komfort.....	15
Sundhed.....	16
Opsummering – parametre til brugerorientering.....	17
Eksempler på kommunikation til beboerne.....	19
Tjek-dit-indeklima kort .....	20
Smiley-panel .....	21
Feedback via lysdisplay .....	23
Andre erfaringer .....	24
Brugeradfærd relateret til indeklima .....	25
Opsummering: Hvordan sikrer vi en ”indeklima-venlig” brugeradfærd i boliger?.....	27
Referencer .....	29
Bilag 1: Postkort til ”tjekditindeklima” .....	31
Bilag 2: Brochure til beboere udarbejdet ud fra REBUS nettoliste .....	32



# Sammenfatning

Formålet med denne rapport har været at identificere de typiske indeklima-relaterede problemer i etageboliger for herefter at udarbejde forslag til hvordan beboernes adfærd kan påvirkes i positiv retning for at reducere eller måske helt at undgå problemerne. Problemer med indeklimaet i boliger er oftest problemer med for høje temperaturer, høj luftfugtighed og skimmelsvampe, træk, miljøfremmede stoffer samt støj fra naboeligheder.

Erfaringer med forskellige typer af kommunikation omkring beboernes indeklima er undersøgt og efterfølgende holdt op imod erfaringer fra tidligere studier af brugeradfærd. Dette er gjort for efterfølgende at udarbejde kommunikationsmateriale og kommunikationsformer, som øger kvaliteten af indeklimaet ud fra en mere hensigtsmæssig brugeradfærd. Arbejdet har resulteret i 6 test-scenarier for hvordan brugeradfærden potentielt kan påvirkes på forskellige måder. De 6 scenarier er som følger:

1. Der gøres intet.
2. Enkel brochure med orientering til beboerne omkring muligheder for at påvirke deres indeklima samt konsekvenser ved et dårligt indeklima
3. Brug af indeklimakortet
4. Display med smileys eller lignende, der fortæller beboerne om indeklimaets kvalitet her og nu. Orientering om muligheder for at forbedre indeklimaet ved dårlig score.
5. Nudging. Beboerne påvirkes, så de ændrer adfærd og med større sandsynlighed foretager de rigtige valg i forhold til at opretholde et godt indeklima. Beboerne kan være mere eller mindre bevidste om påvirkningen/nudging-metoderne.
6. Alt kører automatisk.

De 6 test-scenarier vil senere i REBUS-arbejdet blive testet i renoverede boliger. Erfaringerne fra dette vil kunne danne grundlag for fremtidig praksis ved boligrenovering.



# Indledning

Denne rapport beskriver arbejdet med brugerkommunikation og indeklima-relateret brugeradfærd og omhandler følgende områder:

- Identifikation af typiske problemer med henblik på at løse/forebygge disse
- Tidligere eksempler på kommunikation til brugere af boliger for at fremme et godt indeklima
- Brugeradfærd og brugernes påvirkning af indeklimaet
  - Baggrundsviden
  - Hvordan sikres hensigtsmæssig adfærd ift at opretholde et godt indeklima?
  - Hvordan hjælper vi brugerne i den rigtige retning (løsninger, forståelse for tekniske systemer og deres funktion)?
- Udfordringer/opgaver for arbejdet med brugere i REBUS

Der er skelnet mellem det fysiske indeklima og det oplevede indeklima, som beskrevet kort i de følgende afsnit.

## Fysisk indeklima

Det fysiske indeklima omfatter mange parametre, men opdeles typisk i disse fire overordnede grupper:

- *Termisk indeklima*, som kan beskrives ved bl.a. lufttemperatur, strålingstemperatur, luftfugtighed og lufthastighed
- *Atmosfærisk indeklima*, som kan beskrives ved bl.a. luftens indhold af partikler, fugt, støv og gasser, herunder radon
- *Visuelt indeklima*, som kan beskrives ved bl.a. dagslysforhold, lysstyrke, lysfarve, kontraster og reflekser
- *Akustisk indeklima*, som kan beskrives ved bl.a. lydstyrke, efterklangstid og frekvensfordeling

Disse fire grupper kan hver især opdeles yderligere i flere parametre, som beskrevet nærmere i rapporten *Centrale parametre til karakterisering af bygningers indeklima*, (Larsen et al. 2017). Heraf fremgår det også, hvilke krav der kan stilles til indeklimaet.

Et dårligt indeklima kan give anledning til generende symptomer, generel diskomfort og forskellige grader af utilfredshed. Der skelnes i projektet mellem ”Komfort” og ”Sundhed” ved vurdering af indeklima. Dette er uddybet yderligere i næste kapitel.

## Oplevet indeklima

De dele af indeklimaet som vi kan registrere med vores sanser benævnes i det følgende *oplevet indeklima*. Oplevet indeklima kan opdeles i termisk, atmosfærisk, visuelt og akustisk indeklima, ligesom for det fysiske indeklima. Disse forhold kan hver især igen opdeles yderligere i mere detaljerede beskrivelser af indeklimaoplevelser.

Det er individuelt, hvordan mennesker oplever det samme fysiske indeklima. Det betyder, at der ikke kan opstilles ét sæt krav, som gælder for alle. Aktivitetsniveauet, konteksten og personlige muligheder for regulering af indeklimaet påvirker oplevelsen af indeklimaet. Ved ophold i hjemmet er der ofte flere muligheder for individuel regulering, fx af temperatur, beklædning og åbning af vinduer eller benyttelse af et andet rum, end der er på en arbejdsplads hvor placeringen ofte er fast, og der er ikke altid mulighed for individuel regulering af fx temperaturen. Herudover kan oplevelsen af indeklimaet påvirkes af aktiviteterne, som at sove eller arbejde. Det er derfor vanskeligt at sikre og opretholde et indeklima, der kan tilfredsstille alle hele tiden.

Det oplevede indeklima er yderligere behandlet i rapporten "Oplevet Indeklimate - Spørgeskema til evaluering før og efter renovering". (Knudsen et al. 2017)

# Typiske problemer med indeklima i boligen

2/3 af døgnet opholder vi os i vores bolig. Boligen bliver dermed også en væsentlig kilde til de påvirkninger vi får fra det indeklima, vi opholder os i. Nogle påvirkninger vil påvirke vores sundhed andre vores komfort og atter andre, vil påvirke begge dele. Komfort defineres her som resultatet af det oplevede indeklima (det vi kan føle med kroppen), der påvirker os her og nu, men uden nødvendigvis at påvirke vores helbred. Sundhed defineres som parametre i indeklimaet, der påvirker os uden at vi nødvendigvis registrerer det, men som påvirker vores helbred både nu og på længere sigt.

Ved vurdering af komfort i boligen indgår typisk termisk, atmosfærisk, visuel og akustisk komfort. En parameter som lyd, vil kunne påvirke både komfort (støj udefra, støj fra andre boliger) og sundhed (længerevarende påvirkning af fx trafikstøj kan medføre stress, søvnbesvær, forhøjet blodtryk, koncentrationsbesvær), og ender dermed i krydsfeltet mellem komfort og sundhed.

## Komfort

I langt de fleste danske boliger er det beboerne selv, der regulerer deres indeklima. Vinduer åbnes/lukkes for at sørge for frisk luft eller afkøling af en overophedet bolig, termostater skrues op/ned for at regulere temperaturen, solafskærmning aktiveres for at reducere solindfald. Langt hen ad vejen kan beboerne selv regulere og styre, men muligheden bliver ikke altid aktivt brugt, hvilket kan resultere i et dårligt indeklima.

Typiske komfortproblemer i boliger er oftest relateret til overtemperaturer, høj luftfugtighed, træk samt støj fra naboeligheder og installationer (Frontczak, Andersen, and Wargocki 2012; Knudsen and Jensen 2015; Larsen 2011; Skovgaard, Lindegaard, and Beck, Jesper Kirkeskov Raunkjær 2016). Andre parametre, der nævnes som væsentlige for komfort, men som ikke er direkte indeklimarelaterede, er "fred og ro", "kontakt til naturen" samt "udsyn". (Frontczak et al. 2012)

Frontczak et al. (2012) refererer i deres arbejde til en tidligere undersøgelse af, hvorvidt beboerne reagerer og aktivt prøver at løse problemer med deres indeklima. Her konkluderes, at beboerne oftest ikke mener, at problemerne er store nok til, at de vil gøre noget ved dem. Dog har de konstateret, at der er et problem. Frontczak et al. (2012) konkluderer heraf, at der er et behov for at synliggøre konsekvenserne af et dårligt indeklima og samtidig et behov for at øge

vidensniveauet hos beboerne om, hvordan de sikrer et godt indeklima. Herunder er det også hensigtsmæssigt at synliggøre sammenhængen mellem adfærd og det oplevede indeklima.

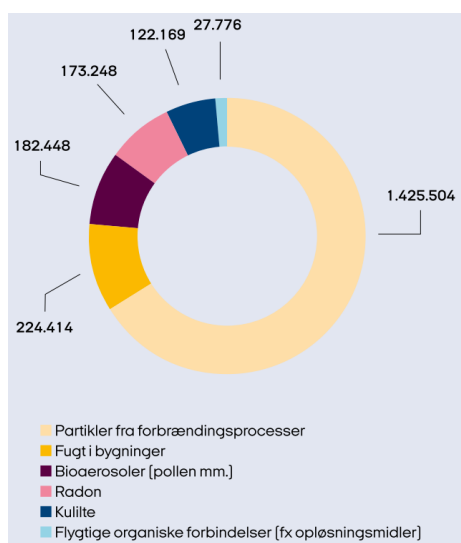
## Sundhed

I rapporten *Nye udfordringer for det almene boligbyggeri* fra Landsbyggefonden (2014) opridses de væsentligste udfordringer i det almene boligbyggeri. På listen findes der tre indeklimalrelaterede problemer og herudover energibesparelser, som indirekte kan påvirke indeklimaet. De tre indeklimalrelaterede udfordringer på listen er:

- Fugt og skimmelsvampe
- Miljøfremmede stoffer
- Støj

I relation til fugt og skimmelsvampe nævnes, at der er store udfordringer med dette, især i ældre ejendomme, og at håndteringen af disse ofte har store omkostninger. For de miljøfremmede stoffer nævnes tidligere udfordringer fra asbest og radon, men at de største udfordringer i dag ligger i håndteringen af PCB og bly. PCB findes i byggeri fra perioden 1950-1976, og det er netop i denne periode, udgangspunktet for REBUS findes. Under støj nævnes nabostøj som den væsentligste kilde, og som en parameter der er yderst vigtig at håndtere ifm renovering. (Landsbyggefonden 2014)

I foråret 2016 udgav Realdania og CISBO publikationen *Indeklima og sundhed i boliger*, som opridses kilderne til forurening i vores boliger (Skovgaard et al. 2016). Et overraskende resultat fra denne publikation er betydningen af partikler for vores sundhed. Det fremgår, at partikelforurening er årsag til 2/3 af alle tabte "sunde leveår", hvilket er gengivet i Figur 1.



FIGUR 1. "FORDELING AF DE ESTIMEREDE TO MILLIONER ÅRLIGE TAB AF SUNDE LEVEÅR I 26 EUROPÆISKE LANDE PÅ EKSPONERINGSFORHOLD." (Skovgaard et al. 2016)



Partikler har ikke tidligere fyldt meget i analyser af indeklima, men øget viden på området har medført øget forståelse for, hvor væsentlig denne parameter er for vores sundhed om end området stadig er langt fra afdækket. CISBO opridser de tre væsentligste kilder, der påvirker vores sundhed i boliger, som værende stearinlys (partikler), madlavning (partikler) og fugt (skimmel og husstøvmider). Herudover nævnes allergener, kemikalier og støv samt PCB og radon. De to sidstnævnte er dog ikke en del af analyserne gennemført af CISBO. (Skovgaard et al. 2016)

Ift. sundhed er der også behov for øget fokus på relationen mellem indeklima og sundhed. 30-40 % af respondenterne i en undersøgelse fra 2012 ville nemlig lufte mere ud, hvis de vidste, at der var skadelige partikler i luften i deres bolig og at udluftning var godt for deres families sundhed. (Frontczak et al. 2012)

## Opsummering – parametre til brugerorientering

Når beboerne i en bolig konstaterer problemer med deres indeklima, afhjælper de ofte ikke disse problemer, enten fordi de ikke ved hvordan de kan håndtere det, eller fordi de ikke mener problemet er stort nok, til at de vil gøre noget ved det. Resultater har vist, at hvis de var mere bevidste om konsekvenserne ved et dårligt indeklima, ville de også reagere tidligere/oftere på problemerne. Både konsekvenser og afhjælpning bør derfor indgå i materialet til brugerne udarbejdet i REBUS, når nedenstående liste skal håndteres.

De centrale parametre i indeklimaet beskrives i rapporten *Centrale parametre til karakterisering af bygningers indeklima*. Baseret på dette arbejde, fokuseres der på punkter, som brugerne bør orienteres direkte om. Punkterne fra listen ses nedenfor, i parentes angives evt. handlingsmuligheder.

- Termisk komfort
  - Operativ temperatur sommer (fx mulighed for udluftning ved overtemperatur, brug af solafskærmning)
  - Operativ temperatur vinter (Justering på termostater)
  - Træk (tætning ift. træk, reducere af kuldnefald, ventilation)
  
- Atmosfærisk komfort
  - Påvirkning fra udeluft (udluftens kvalitet – luft ud mod gården frem for gaden)
  - Påvirkning fra bygning og materialer (muligheder for ventilation, afgang, brug af mærkede materialer)
  - Påvirkning fra brug (partikler, fugt/skimmel og hvordan det undgås/mindskes)

- Visuel komfort
  - Dagslys
  - Direkte sollys
  - Udsyn, indkig og afskærmning (undgå blænding via gardiner)
  
- Akustisk komfort
  - Støj udefra (luft ud via vinduer mod gården i stedet for gaden)
  - Støj fra andre lejligheder (tag hensyn??)
  - Støj i egen bolig (tekniske installationer, afhjælpning af dårlig akustik via fx gardiner eller akustikregulerende overflader)

## Eksempler på kommunikation til beboerne

Der findes meget information om indeklima i boliger. Både indgangsvinkel til informationen til beboerne samt mængden af læsestof varierer fra brochure til brochure. Ordvalget i de mange brochurer, guider og anvisninger kan også variere mellem ord som "farlig luft", "skadelige" og "alvorlige fugtskader" over til "sundhed", "komfort" og "behagelig", hvilket svarer lidt til dilemmaet mellem pisk eller gulerod. En anden ting, der varierer mellem informationshæfterne, er mængden af information, gående fra "gode råd til adfærd" uden orientering om konsekvenser, til detaljerede forklaringer på indeklimateæssige problemer, hvordan de opstår og hvordan de håndteres. Tilsvarende er antallet af sider i disse publikationer også varierende med en faktor 10.



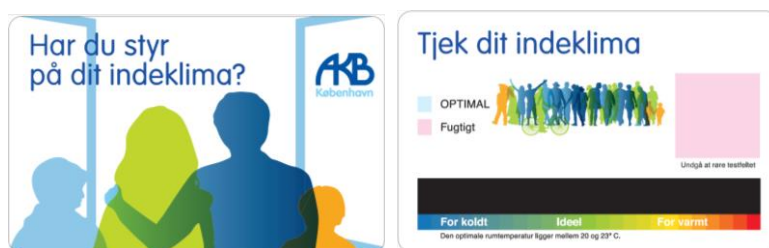
FIGUR 2. ET LILLE UDPLUK AT DE ANVISNINGER OM INDEKLIMA, DER FINDES TIL DANSKE BOLIGEJERE.

Et eksempel på den korte, orienterende pjece er folderen "Bo Sundt" udgivet af HD Ejendomme. Pjecen er målrettet beboere i lejeboliger, og indeholder 16 gode råd til at "holde din bolig sund". 12 ud af 16 punkter omhandler fugt-relaterede problemer, et punkt omhandler dagslys og 3 punkter omhandler allergi (herunder tobaksrøg). Netop det store fokus på fugt følger godt i tråd med fugt som værende en af de største udfordringer nævnt i Landsbyggefondens rapport fra 2014, jvf forrige afsnit.

I de følgende afsnit gives eksempler på forsøg med indeklimateregistreringer til påvirkning af brugere. Eksemplerne spænder fra helt billige low-tech løsninger til dyre og avancerede systemer, men fælles for dem alle er et ønske om at forbedre indeklimate via påvirkning af brugernes adfærd.

## Tjek-dit-indeklima kort

Et eksempel på påvirkning af indeklima-relateret brugeradfærd er via plastickortet udviklet af "tjekditindeklima". Kortet er bl.a. omdelt til beboerne i AKB Københavns ca. 9000 boliger og kan indikere, hvordan hhv. temperatur og relativ luftfugtighed er i boligen. Temperaturen angives på en farveskala, som måler temperaturer mellem 12 og 32°C. Den relative fugtighed angives vha. to farvekoder for hhv. optimal og fugtig luft. En illustration af kortet ses i Figur 3.



FIGUR 3. KORTET "TJEK DIT INDEKLIMA" UDVIKLET TIL MÅLING AF RELATIV LUFTFUGTIGHED OG TEMPERATUR (TILSENDT FRA CHRISTINA LUNDBYE, AKB, KØBENHAVN)

Kortet blev sendt rundt i februar 2015 sammen med et postkort, hvorpå der kort orienteres om de optimale forhold i bygningen og hvordan beboerne kan forebygge problemer. Postkortet er indsat som bilag 1. Indeklimakortet omdeles i dag også til nye beboere i AKB Københavns ejendomme.

Responserne fra beboerne på brug af "Tjekditindeklima" er god ifølge konsulent Christina Lundbye hos AKB København. Kortet bliver brugt af både beboere og driftspersonale. Der er ikke direkte foretaget måling eller registrering af fx fugtproblemer før og efter uddeling af kortet, men mange beboere har kortet med ved henvendelser og fortæller, at der fx ofte er for koldt eller at der er for fugtigt, og at dette er registreret via kortet. Driftspersonalet bruger også kortet ved henvendelse til beboerne, hvis der fx er opstået problemer med fugt. Kortet fungerer dermed også som et værktøj, der er med til at fremme kommunikationen omkring indeklima i boligen.

Produktionsprisen for kortet er kr. 11,50 (kræver produktion af min. 1000 stk.), så udgiften er væsentligt mindre end de forventede fordele ved brug af kortet. Forsikrings-selskabet TRYG sælger i dag kortet til deres kunder og har sammen med AKB København lavet en analyse af effekten for brug af kortet, som blev afsluttet i marts 2017. Analysen var opdelt i tre runder med spørgeskemaer og blev udsendt til 2000 beboere. Desværre er der kun 69 beboere, som har gennemført alle tre spørgeskemaer, hvorfor resultaterne kun kan give en indikation af kortets brug og ikke betragtes som valid. Desuden konkluderer de i undersøgelsen, at besvarelsenerne hovedsageligt kommer fra de beboere, der i forvejen interesserer sig for indeklima, idet 84% af respondenterne har tænkt over deres indeklima indenfor den seneste måned. Dette vil sandsynligvis også påvirke svarene i positiv retning.

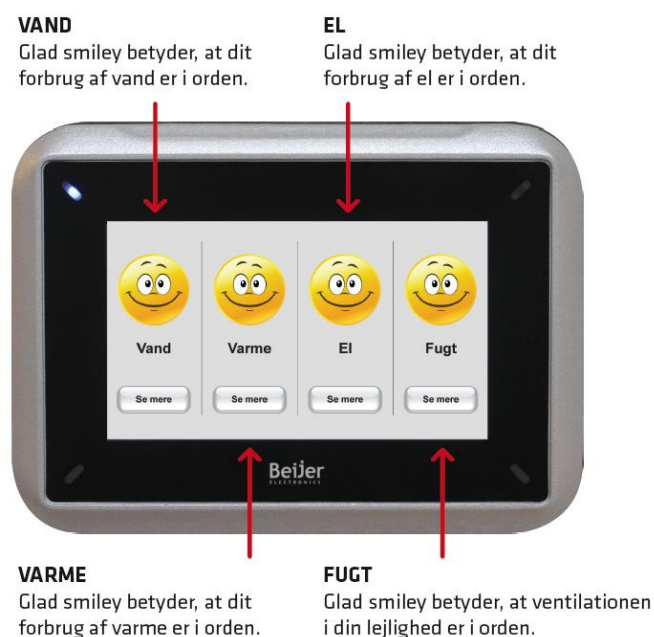
Resultaterne fra undersøgelsen viser bl.a at:

- 96% havde læst flyeren om kortet, da de fik det tilsendt
- 85% er glade for indeklima-kortet
- 80% lufter ud minimum en gang dagligt i lejligheden

Desuden fremgår det, at interessen for kortet falder en anelse mellem svarene i spørgeskema 2 og 3 (det fremgår ikke hvor lang tid, der er mellem disse spørgeskemaer), og at færre husker at flytte kortet mellem forskellige rum. Dog svarer 58% af respondenterne, at de er blevet mere opmærksomme på deres indeklima efter modtagelsen af kortet og 28% af respondenterne lufter mere ud efter modtagelsen af kortet. Resultaterne indikerer også, at færre tager bad med åben dør og tørrer tøj indendørs efter orienteringen om problematikken med dette.

## Smiley-panel

Hos Frederikshavns boligselskab benyttes et Smiley-panel, som er et lille display med Smileys, der løbende følger forbrug på hhv. vand, varme og el samt den relative luftfugtighed. Panelet indikerer desuden hvornår el produceres via solceller, og dermed er billigere. Forbrugsdata sammenholdes med beboerens aconto-betalinger til forbrug. For fugt angives et optimalt niveau mellem 45 – 55 %. Dette kan via central styring ændres efter behov. Ved sur Smiley skal viceværten kontaktes. Denne får desuden alarm efter en given tid med konstant alarm i lejligheden. Smiley-panelet ses i Figur 4.



FIGUR 4. SMILEY-PANELET, SOM BRUGES HOS FREDERIKSHAVN BOLIGFORENING. (FREDERIKSHAVN BOLIGFORENING 2015)

Erfaringerne ved brug af Smiley-panelerne viser ifølge Brian Thomsen, Frederikshavn Boligselskab (FB) at beboerne aktivt følger med i deres forbrug. "Nogle ved måske ikke hvad kWh eller m<sup>3</sup> betyder, men beboerne sammenligner ofte forbrug med hinanden og kan fint fortælle om forbruget i dag har været højere eller lavere end i går. Nogle skriver også forbrugsdata op i bøger for at følge deres forbrug over tid", fortæller Brian Thomsen. I dag logges alle data centralt, men ikke alle brugerne har endnu adgang til dette. Dette vil oprettes løbende i løbet af forår/sommer 2017.

I forhold til registreringer i lejlighederne registreres der i alle rum aktuell temperatur, ønsket temperatur og luftfugtighed. Prisen for også at måle CO<sub>2</sub> er ca. 1000 kr. pr. føler, hvilket er skønnet for dyrt og dermed ikke inkluderet i målingerne i øjeblikket. Erfaringerne fra registrering af relativ luftfugtighed har efter 5 års drift endnu ikke vist problemer med fugt i lejlighederne.

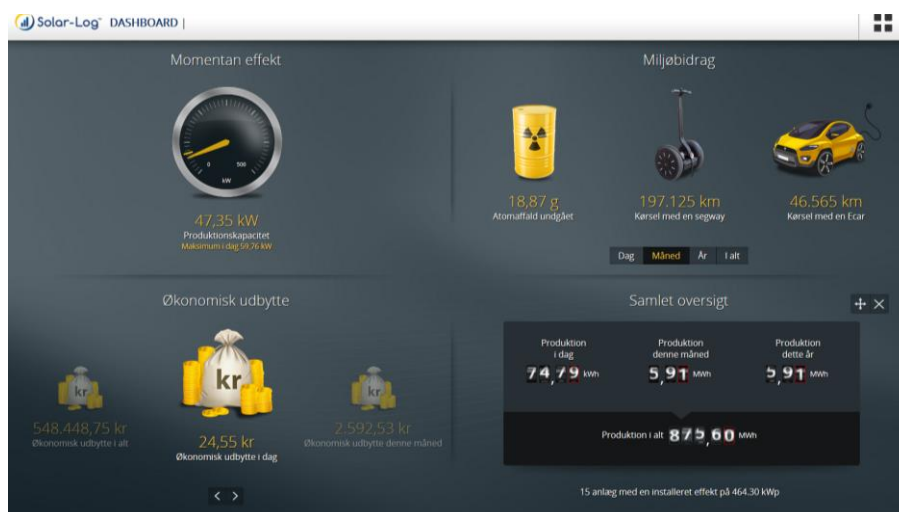
Som nævnt viser Smiley-panelet også, hvornår der produceres strøm fra boligblokkens solcelleanlæg, og strømmen dermed er billigere. Erfaringer med dette viser ifølge de årlige opgørelser at prisen på el kommer ned på mellem 1,30-1,80 kr./kWh (afhængig af produktion og forbrug). I de afdelinger der har varmforsyning via varmepumper fås hermed også en meget billig varme. Det gennemsnitlige forbrug af el pr lejlighed ligger på 1700 kWh pr år.

Prisen for installation af Smiley-panelet er 67.643 kr. inkl. moms pr lejlighed. Dette kan umiddelbart lyde som en høj pris, men ved vurdering af prisen er det væsentligt at nævne, at bl.a. panelerne, styring, følere, alle målere, hoved-eltavler og sammenkobling af samtlige systemer i de pågældende afdelinger udbydes i særskilt entreprise. Smiley-panelet er desuden en del af et CTS anlæg, som man derfor heller ikke skal ud at investere i sideløbende. Dette giver en del besparelser på både VVS-, EL- og ventilations-entreprisen, da der udgår en del fra disse entrepriser. De ca. 67.000 kr. er dermed ikke prisen for selve panelet men for den samlede løsning.

Der ligger en del besparelser i selve panelet, men der ligger også meget store besparelser i at alle installationer styres centralt og interagerer. Desuden ligger der en tidsmæssig besparelse i at have god dokumentation for samtlige lejligheders forbrug. Er der problemer kan forbrug og andre målte parametre med lethed udskrives til den pågældende beboer som dokumentation. FB har bl.a. derfor aldrig haft en sag i beboerklagenævnet.

Frederikshavn Boligselskab har udviklet deres egen hjemmeside til systemet, hvor information om brug, tips til energibesparelser og information om produktion af el fra solcelle-anlæg kan ses. Siden ligger på [ww.godboligenergi.dk](http://ww.godboligenergi.dk). Figur 5 viser et udsnit fra siden med den samlede oversigt for solcelle-el.

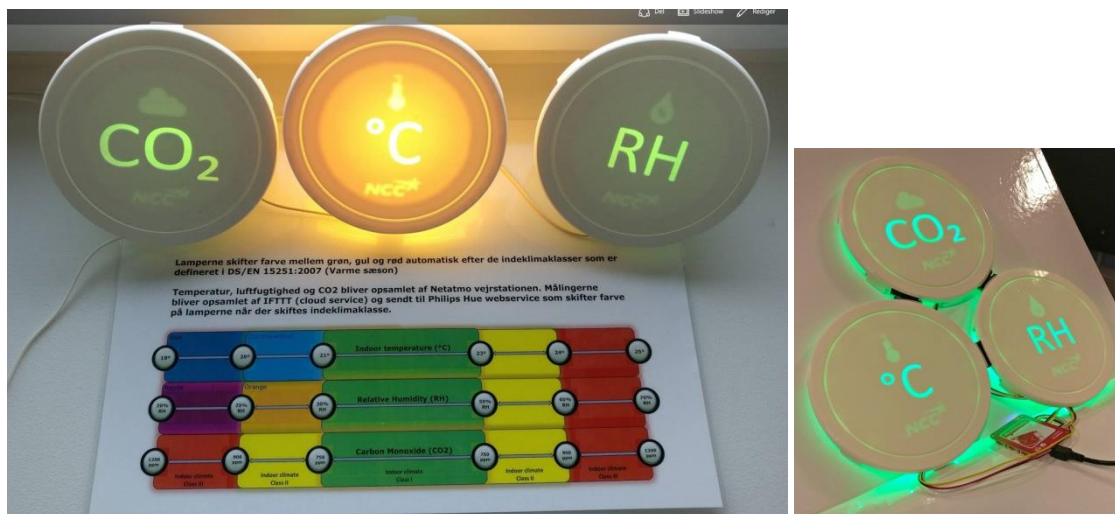
På samme side ses boligselskabets energihandlingsplaner, som bl.a. har skabt grundlaget for den guide, der er lavet af Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter, til disse planer.



FIGUR 5. SCREEN-DUMP FRA [WWW.GOBBOLIGENERGI.DK](http://WWW.GOBBOLIGENERGI.DK) SOM VISER PRODUKTION AF SOLCELLEENERGI I FREDERIKSHAVNS BOLIGSELSKAB.

## Feedback via lysdisplay

Hos NCC i Gladsaxe tester udviklingschef Lars Andersen i øjeblikket en hjemmelavet model til illustration af det aktuelle indeklima på kontoret. Systemet består af en Netatmo til registrering af indeklima og 3 stk. Philips Hue Go lamper, som er bundet sammen (via en NodeRed IoT service - visuel IoT programmerings platform). NodeRed læser temperatur, relativ luftfugtighed og CO<sub>2</sub> fra netatmo og indstiller farve i Hue lamperne alt efter hvilken indeklimaklasse der opnås. Illustration af dette ses i Figur 6.



FIGUR 6. FORSØG MED ORIENTERING OM INDEKLIMA HOS NCC. FOTO FRA LARS ANDERSEN, NCC. COVERS TIL HUE LAMPERNE ER DESIGNET OG 3D PRINTET AF EN AF NCC'S EGNE INGENIØRER.

Formålet med brug af lamperne hos NCC udsprang som et sideprojekt af et andet projekt, hvor der i forvejen skulle registreres energiforbrug, varmebelastning (i form af bl.a. tilstedeværelse) og indeklima. Erfaringerne ved brug af lamperne viser ifølge Lars Andersen, NCC, at brugerne bliver mere opmærksomme på, hvordan deres indeklima er. Hos NCC køres der med et kontant luftskifte på ca.  $8 \text{ h}^{-1}$ , og der er derfor kun yderst sjældent tidspunkter, hvor indeklimaet falder udenfor acceptabelt område og pærene skifter farve. Næste skridt hos NCC bliver at montere systemet i et mødelokale for dermed at se, om brugerne vil reagere på dårligt indeklima med fx udluftning eller pause i mødet. Lars Andersen har desuden afprøvet systemet i privat regi, hvor både udsving og reguleringsmuligheder er større, og her giver systemet langt mere mening end i et automatisk reguleret kontor.

## Andre erfaringer

Andre forsøg med påvirkning af brugere via displays eller farvede pærer har vist at kunne medføre øget brugeropmærksomhed og brugerstyring på indeklimaet. Der er ifølge Frontczak et al. (2012) dermed en dokumenteret effekt af påvirkningerne. Larsen et al. (2010) finder samme positive effekt af displays, dog indenfor energibesparelser, men her angives de opnåede energibesparelser for boliger med display til 5 – 15 % og boliger uden display til 0 – 10 %. Det pointeres dog også, at interessen for displays eller lignende forsvinder over tid. Det er hermed væsentligt at sikre beboerne gode vaner inden interessen for displayet eller lignende anordning.



## Brugeradfærd relateret til indeklima

Den tætte forbindelse mellem indeklima og energiforbrug er en del af nøglen til at opnå en høj energibesparelse, men forudsætningen for dette er, at vi bliver i stand til at ændre beboernes indeklima-relaterede adfærd og deres interesse for at påvirke deres indeklima i en positiv retning. Erfaringer fra tidligere renoveringsprojekter viser dog overvejende, at beboere efter renovering stort set fortsætter med samme adfærd i relation til indeklimaet, som de havde før renovering. Dette kan i mange tilfælde være u hensigtsmæssigt i forhold til indeklimakvalitet og energiforbrug, da den renoverede bygning sandsynligvis fungerer helt anderledes end før.

Dette bør ses som en udfordring for REBUS, både i relation til indeklimaet, og det arbejde der pågår omkring dette, men også ift. energiforbruget og den opnåede energibesparelse efter renovering. Målsætningen i REBUS er en energibesparelse på minimum 50 %, men den realiserede energibesparelse vil i høj grad være påvirket af brugernes adfærd.

Som en del af UserTEC-projektet (User Practices, Technologies and Residential Energy Consumption) er det undersøgt, hvordan beboere interesserer sig for det termiske indeklima (justering af temperatur), luftkvalitet (udluftning) samt energiforbrug i deres bolig. Undersøgelsen er udsendt til 1750 personer hvoraf 1216 personer svarede (69,5 %). 53 % af besvarelserne er fra mænd, gennemsnitsalderen for personerne der svarede var 56 år. (Knudsen et al. 2016)

Ift. det termiske indeklima vurderer 76 % af deltagerne i undersøgelsen, at de har 20-22°C i stuen og mindre end 20°C i soveværelset, hvilket viser, at en høj del af beboerne bevidst justerer på temperaturen i deres bolig. Desuden tilpasser 71 % af beboerne deres påklædning og går med varmere tøj om vinteren og 65 % bruger tilmed hjemmesko eller sokker om vinteren. Samme beboeres vaner ift. udluftning viser, at de væsentligste årsager til daglig udluftning er i forbindelse med behov for frisk luft, ved bad og ved madlavning. Mindre væsentlige årsager til åbning af vinduerne er rengøring og dug på ruden. Faktisk er det kun lidt under 40 %, der åbner vinduerne pga. dug på ruden. (Knudsen et al. 2016)

Undersøgelsen fra Knudsen et al. (2016) omkring udluftning viser, at kun ca. 60 % lufte ud i deres bolig dagligt. Netop mængden af ventilation er i REBUS udvalgt som en af de centrale parametre ved vurdering af forudsætningerne for et godt indeklima. Er beboerne ikke bevidste om dette (og har lejligheden ikke mekanisk ventilation), vil den manglende udluftning skabe et dårligt indeklima i boligen.

I forhold til det meget ensrettede fokus på energibesparelser, som tidligere er brugt som motivation for renovering, viser erfaringerne fra UserTec at ca. 70 % af deltagerne i

undersøgelsen synes, at det er vigtigt at spare på energien enten pga. miljø eller økonomi, men kun 13 % har været logget på eButler (system til registrering af energi via fjernaflæsning) en eller flere gange i løbet af en måned. Undersøgelsen viste desuden at kun 2 % af brugerne havde været logget på indenfor den seneste måned. (Knudsen et al. 2016).

Beboerne siger altså i ovenstående, at de synes energibesparelser er vigtige, men adfærden viser noget andet, som kunne indikere, at det ikke er energibesparelser, der er den største driver for en renovering (om end det er en væsentlig sidegevinst).

I projektet *Beboer-nudging: Værdiskabende effekter på indeklima og varmekonsum i almen renovering* arbejdes der med ændring af beboernes adfærd ved hjælp af nudging. Et af de væsentligste principper i nudging er at give beboerne valg ift. adfærd, men også at hjælpe dem til at træffe det rigtige valg. Nudging skal således ikke begrænse beboerne i deres adfærd, men blot lære dem konsekvensen af u hensigtsmæssig adfærd. Hvad koster det fx at skru temperaturen op en ekstra grad? Og ville det være bedre at tage sokker og striketrøje på som i eksemplet ovenfor? Formålet med nudging-projektet er at undersøge i hvor høj grad nudging af beboerne i et nyrenoveret, alment etagebyggeri, kan resultere i en værdiskabende adfærd, der understøtter et godt indeklima og et lavt varmekonsum. Der blev målt CO<sub>2</sub> koncentration, temperatur og relativ luftfugtighed i stuen i mere end 50 lejligheder over en periode på cirka to måneder i vinterperioden 2015/2016 og igen i vinterperioden 2016/2017. Nudging kampagnen blev implementeret i løbet af 2016 midt mellem de to måleperioder. I løbet af begge måleperioder blev der desuden gennemført en spørgeskemaundersøgelse omkring adfærd, oplevelse og tilfredshed. Målinger, besvarelser samt varmekonsumet skal dokumentere den eventuelle effekt af nudging kampagnen. Nudgingen bestod blandt andet i klistermærker på vinduer (fx "Husk at luft ud") og ved radiatorer (fx "Sænkes temperaturen med 1 grad spares X kWh") samt en folder med mere information omkring indeklima generelt. Resultaterne fra projektet forventes afleveret senest efteråret 2017.

# Opsummering: Hvordan sikrer vi en ”indeklima-venlig” brugeradfærd i boliger?

Målet i REBUS er en opnået energibesparelse på min. 50 % i de gennemførte renoveringer, men samtidigt er det væsentligt, at de gennemførte energibesparelser ikke opnås på bekostning af et dårligere indeklima. Vi ved at brugerne kan få energiforbruget i identiske boliger til at variere med en faktor 3 (Larsen et al. 2010). Erfaringer viser også, at beboere, der flytter tilbage til en renoveret bolig, med stor sandsynlighed genoptager deres tidligere vaner og adfærd ift. udluftning, temperaturregulering osv. Samtidig er der andre ting der skal ændres, når de flytter tilbage, fx er der måske kommet mekanisk ventilation, ny opvaskemaskine eller vaskemaskine, der tændes anderledes, ny indretning, som gør, at man bruger lejligheden anderledes. Så der bliver lavet nye vaner i den nyrenoverede bolig, men hvordan sikres det, at vanerne bliver hensigtsmæssige for at understøtte et godt indeklima?

**Hvis REBUS for alvor skal rykke på indeklima-området og sætte en ny standard på området, skal vi også fremme og understøtte beboernes adfærd, når de flytter tilbage til den renoverede lejlighed.**

Ud fra litteraturstudier og erfaringer i dette notat findes følgende muligheder for påvirkning af brugerne, når de returnerer til den nyrenoverede bolig:

- Øget fokus på og orientering om indirekte parametre som sundhed og komfort, da disse opfattes som mere vigtige end temperatur og luftkvalitet af beboerne
- Nudging – give beboerne et valg, men sikre at valget peger i den rigtige retning
- Displays/lysindikatorer

Punkterne kan omformuleres til følgende seks forskellige test-scenarier, for at evaluere tiltagene hver for sig:

1. Der gøres intet.
2. Enkel brochure med orientering til beboerne omkring muligheder for at påvirke deres indeklima samt konsekvenser ved et dårligt indeklima
3. Brug af indeklimakortet
4. Display med smileys eller lignende, der fortæller beboerne om indeklimaets kvalitet her og nu. Orientering om muligheder for at forbedre indeklimaet ved dårlig score.

5. Nudging. Beboerne påvirkes, så de ændrer adfærd og med større sandsynlighed foretager de rigtige valg i forhold til at opretholde et godt indeklima. Beboerne kan være mere eller mindre bevidst om påvirkningen/nudging-metoderne.
6. Alt kører automatisk

De enkelte tiltag kan løbende testes i renoveringssager med boliger, hvor der findes data inden renovering. Desuden vil test-scenarierne blive inddraget i de fuldskalamålingerne, der foretages i REBUS demonstrationsbyggerierne.

Udarbejdelsen af brochuren (pkt 2) målrettes punkterne medtaget på REBUS-nettolisten. Registreringer og brug af Indeklimakortet (pkt 3) samt smiley-paneler (pkt 4) testes i REBUS-regi i forbindelse med udarbejdelse af plan for målinger af indeklima for at sikre en hensigtsmæssig brug i boligerne efterfølgende. Udarbejdelse af tiltag for nudging (pkt 5) tilknyttes arbejdet omkring vurdering af de centrale parametre, der indgår ved vurdering af indeklima.

## Referencer

- Frederikshavn Boligforening, Frederikshavn. 2015. "Smiley Manual."
- Frontczak, Monika, Rune Vinther Andersen, and Pawel Wargocki. 2012. "Questionnaire Survey on Factors Influencing Comfort with Indoor Environmental Quality in Danish Housing." *Building and Environment* 50:56–64.
- Knudsen, Henrik N., Anna Heebøll, Geo Clausen, and Gabriel Bekö. 2017. *Oplevet Indeklima - Spørgeskema Til Evaluering Før Og Efter Renovering*. REBUS samfundspartnerskab.
- Knudsen, Henrik N. and Ole Michael Jensen. 2015. *SBI 2015:28 - Tenants' Experiences and Satisfaction with Renovated and Energy Retrofitted Social Housing*. Statens Byggeforskningsinstitut.
- Knudsen, Henrik N., Rune K. Andersen, Anders Rhiger Hansen, and Kirsten Gram-Hanssen. 2016. "House Owners' Interests and Actions in Relation to Indoor Temperature, Air Quality and Energy Consumption." P. Paper #665 in *Proceedings of 12th REHVA World Congress CLIMA 2016 : volume 6*.
- Landsbyggefonden. 2014. *Nye Udfordringer for Det Almene Boligbyggeri*.
- Larsen, Tine Steen et al. 2010. *Occupants Influence on the Energy Consumption of Danish Domestic Buildings*. Department of Civil Engineering, Aalborg University.
- Larsen, Tine Steen. 2011. *Vurdering Af Indeklimaet I Hidtidigt Lavenergibyggeri : Med Henblik På Forbedringer I Fremtidens Lavenergibyggeri*. Department of Civil Engineering, Aalborg University & Erhvervs- og Byggestyrelsen.
- Larsen, Tine Steen et al. 2017. *Centrale Parametre Til Karakterisering Af Bygningers Indeklima*. REBUS samfundspartnerskab.
- Larsen, Tine Steen and Henrik N. Knudsen. 2017. *Brugerkommunikation – Vejen Til et Bedre Indeklima?* REBUS samfundspartnerskab.
- Skovgaard, Maja, Dea Lindegaard, and Lise Lotte Beck, Jesper Kirkeskov Raunkjær. 2016. *Indeklima Og Sundhed I Boliger*. Retrieved (<https://realdania.dk/publikationer/faglige/publikationer/indeklima-og-sundhed-i-boliger>).



## Bilag 1: Postkort til ”tjekditindeklima”

Nedenstående postkort blev medsendt til ”Tjekditindeklima”-kortet hos AKB, København. (Christina Lundbye, AKB, København)

### Har du styr på dit indeklima?

**Hav altid mellem 20 og 23 grader i alle rum – og så dem, du ikke opnåder dig i**

**Luk døren, når du er i bad, så den fugtige luft kan sive ud gennem udluftnings-systemet!**

**Tør ikke tøj indenfor**

**Har du mistanke om, at der er skimmelsvamp i din bolig? Kontakt dit lokale ejendoms kontor – de kan hjælpe dig**

**Undgå vinduer, der hele tiden står på klem**

**Luft i stedet ud flere gange om dagen**

**AKB København**

**Kære AKB, Københavner**

Måske er du en af dem, der har tjek på både udluftning og korrekt rumtemperatur i hjemmet. Men langt de fleste af os kan blive bedre til at skabe et godt indeklima med lav luftfugtighed og passende temperatur.

Et godt indeklima er sundt for både dig og din bolig. Derfor sender vi dig her et indeklimakort, så du let kan måle temperatur og luftfugtighed. Indeklimakortet kan hjælpe dig med at skabe det bedste indeklima i dit hjem. Placer kortet i det rum, hvor du vil tjekke indeklimaet.

Læs mere på [www.akb-kbh.dk/indeklima](http://www.akb-kbh.dk/indeklima)

De bedste hilsner fra  
Boligselskabet AKB, København

Lav gennemtræk i 5 minutter mindst 10 gange om dagen – vær særlig opmærksom på at få luften ud hvis testfeltet er lyserødt

**Tjek dit indeklima**

Testfelt til måling af luftfugtighed – skal helst være lyseblåt

Termometer til måling af temperatur. Ideel rumtemperatur er 20-23 grader

Husk: Indeklimakortet er kun en indikator for måling af temperatur og luftfugtighed. Kortet er din hjælp til at huske at lufte ud.

Følg os på Facebook.com/AKB.KBH

**AKB København**

## Bilag 2: Brochure til beboere udarbejdet ud fra REBUS nettoliste

Udarbejdes inden fuldskala-demonstration.