

Innovationsprojekt - AL2boligs klimablok i Langkærparken



Erfaringer med pilotprojekt i AL2boligs afdeling 111
Langkærparken vedrørende en omfattende
lavenergirenovering af en standard boligblok.

Februar 2013

Indhold

Introduktion	3	Energibesparelser klimablok i forhold til referenceblok	22	Udsagn fra de involverede parter	39
Forord	3	Fjernvarme	23	Lejere	39
Forfatteridentifikation	3	Betydning af naturlig ventilation i opvarmningssæsonen	23	Bygherre og styregruppe	39
Sammenfatning og konklusioner	5	Simpel tilbagebetalingstid	25	Bygherrerådgiver	40
Baggrund	6	Indeklima	26	Følgegruppe	40
Indledning	6	Kriterier for overholdelse af kategori	26	Totalrådgiver	40
Energiklasser	6	Evaluering - lejligheder	26	Ingeniørrådgiver	41
Overordnet formål med afrapportering	6	Resultater, læsevejledning	27	Arkitektrådgiver	41
Overordnet tidsplan	7	Klimablokken lejl. 20 1. th	28	Hovedentreprenør	42
Interessentanalyse	8	Klimablokken lejl. 22 st.mf	29	Formidlingsoversigt	45
Forventede resultater	9	Klimablokken lejl. 24 1. tv	30	Afledt udviklingsprojekt og facaderenovering	45
Kan man undlade at renovere?	10	Gennemsnit. 12 lejligheder	31	Formidling	45
Helhedsplan for Langkærparken	10	Referenceblokken lejl. 8 2. mf	32	Bilag	46
Beboerdemokrati for alment byggeri	10	Referenceblokken lejl. 10 2.tv	33	Bilag 1: Besøg, fremvisninger og præsentationer	47
Beskrivelse af processen for klimaprojektet	12	Evaluering – Altanernes indvirkning på indeklimaet	34	Bilag 2: Indeklimamålinger	50
Beskrivelse af beboerprocessen for klimaprojektet	16	Økonomi	36	Bilag 3: Kvartalsrapport 4. kvartal 2011	56
Energi	18	Sammenligning med tilsvarende projekter	37	Bilag 4: Kvartalsrapport 1. kvartal 2012	60
Beregnet energiforbrug	19	Organisation	38	Bilag 5: Kvartalsrapport 2. kvartal 2012	64
Målt energibehov og sammenligning mellem målt og beregnet energibehov.....	20			Bilag 6: Kvartalsrapport 3. kvartal 2012	68
BR08 og BR10 – klimablokkens energipreformance ud fra det gældende bygningsreglement	22			Bilag 7: Langkærparken benchmarks - se selvstændig bilagsrapport	

Introduktion

Forord

Hermed har vi fornøjelsen af fremlægge rapporten om erfaringer fra pilotprojektet i AL2boligs afdeling 111, Langkærparken, vedrørende en omfattende og ambitiøs lavenergirenovering af en standardboligblok af typen "Syddjyllandsplanens etagetypehuse" med 22 lejligheder.

Rapporten er forfattet af en række personer, som på forskellig vis har været involveret i pilotprojektet (se faktaboksen til højre).

Rapporten udgives af boligorganisationen AL2bolig i december 2012 og bygger på over 3 års løbende erfaringsopsamling blandt de involverede parter. Som et led i afrapporteringen er der foretaget systematisk måling og afrapportering i ét år fra oktober 2011 til september 2012.

Rapportens formål er at dokumentere projektets resultater og videreformidle de mange og værdifulde erfaringer, som er uddraget gennem projektets levetid. Dette gælder både proces, teknik, energi, økonomi, brugeroplevelser etc. Her er tale om såvel objektive som subjektive erfaringer. Rapporten sætter også pilotprojektet i et internationalt perspektiv.

Lavenergirenovering af en hel, almen boligblok er nyt i Danmark, men forventes at få et stort omfang de kommende år. Der vil derfor være mange, som i årene fremover kan have gavn af projektets erfaringer. Målgruppen for rapporten udgøres af det almene byggeris professionelle parter, dvs.

boligorganisationer, bygherrerådgivere, tekniske rådgivere, Landsbyggefonden, Boligselskabernes Landsforening, kreditinstitutioner m.fl. Men rapporten har også interesse i forskningsmæssigt og undervisningsmæssigt perspektiv, som led i det danske og internationale byggeris udvikling.

Projektet er støttet af Landsbyggefondens innovationspulje til projektudvikling m.v. og af Realdania til information og formidling af projektet.

Uden massiv støtte fra AL2boligs dispositionsfond havde det ikke været muligt at realisere projektet. Der er til gengæld indhøstet erfaringer, som er meget værdiskabende i forhold til den forestående renovering af Langkærparkens øvrige 34 boligblokke til en samlet anlægssum på ca. 500 mio. kr.

Projektet er realiseret med Esbensen rådgivende ingeniører, Sloth-Møller rådgivende ingeniører og Nova5 arkitekter som tekniske rådgivere, Ene-mærke & Petersen A/S som hovedentreprenør og arkitekt Torben Gade, GBL som bygherrerådgiver. Disse har alle bidraget væsentligt til nærværende rapport.

Hermed en stor tak til alle, som på forskellig vis har medvirket til projektets gennemførelse og til de, som har støttet projektet økonomisk.

Claus Poulsen
Seniorkonsulent

Innovationsprojekt
- AL2boligs klimablok i Langkærparken

Udarbejdet med støtte fra Realdania og Landsbyggefonden af:

Karsten Winckler Rasmussen, projektleder, ingeniør, Esbensen A/S, KWR

Amdi Schjødt Worm, ingeniør, energi, Esbensen A/S, ASW

Olaf Bruun Jørgensen, fagleder, Esbensen A/S, OBJ

Anders Dragheim, arkitekt, Nova5 arkitekter, AD

Sven Mortensen, totalentreprenør, Enemærke & Petersen A/S, SM

Claus Poulsen, seniorkonsulent, AL2bolig, CP

Torben Gade, bygherrerådgiver, GBL gruppen for by & landskabsplanlægning aps, TG

Fotos: AL2bolig

DTP/Grafisk opsætning: Tania G Andersen kommunikationsansvarlig, AL2bolig

Tryk: AL2bolig
Oplag: 100
Rapporten kan downloades fra:
www.almennet.dk

Februar 2013



Sammenfatning og konklusioner

Vi overlader trykt til læserne at uddrage erfaringer og konklusioner, men rapportens mest markante konklusioner skal dog fremhæves her:

1. Det er teknisk muligt med kendt viden at renovere en standardboligblok fra ca. 1970 til lavenergiklasse 2020.

Klimablokkens beregnede energiramme ligger væsentligt under den ramme, som i dag gælder for lavenergiklasse 2020 (LEK2020). Dette er opnået gennem en kombination af god isolering, høj grad af tæthed, styret ventilation med genvinding, solfangere og solceller.

2. Merudgifterne til energirenovering fra energiklasse 2008 til energiklasse 2020 kan slet ikke forrentes af de opnåede energibesparelser. Det er derfor vores anbefaling, at man holder sig til den aktuelt gældende energiklasse ved omfattende renoveringer.

Renoveringen har i runde tal kostet 30 mio. kr. inkl. moms. Ca. halvdelen heraf har været udgiften til den almindelige bygningsrenovering, mens den anden halvdel kan tilskrives lavenergi-

initiativet. Var der blot blevet renoveret til standardenergiklasse havde udgiften været ca. 5 mio. kr. lavere. Denne merudgift på ca. 5 mio. kr. kan ikke hentes hjem via energibesparelser eller større huslejer.

3. Vi kan anbefale installation af solceller til produktion af el til boligblokkens fællesforbrug til belysning i opgange, kældre, elforbrug i beboervaskerier, varmecirkulation og drift af ventilationsanlæg.

Elproduktionen fra solcelleanlægget har levet op til forventningerne. Anvendelsen heraf harmonerer fint og på en enkel måde med blokkens fællesforbrug af el. Tagfladerne er velegnede til opsætning af solcelleanlæg i stor skala.

4. Vi kan ikke anbefale etablering af solfangeranlæg til varmtvandsproduktion sammenbygget med fjernvarmeforsyningen.

Kombinationen af solfangeranlæg og fjernvarme har både styringsmæssigt og teknisk givet en del udfordringer. Dette gælder f.eks. håndtering af overskydende energi fra anlægget, nedkøling på fjernvarmen, lagerkapacitet samt mekanisk støj grundet temperatursvingninger.

5. Vi kan anbefale at angribe problemerne med støj og lugtspredning i boligerne i forbindelse med omfattende renoveringsarbejder.

Stripningen af blokken afsloredede store utætheder horisontalt og vertikalt i bygningen. Tætning heraf har sammen med lydisolering af skillevægge og den nye klimaskærm betydet, at der ikke mere er lugtgener mellem lejlighederne, ligesom de tidligere støjgener stort set er elimineret.

6. Beboernes positive medvirken i beslutningsprocesserne og selve renoveringsforløbet opnås fint ved at afsætte de fornødne ressourcer til information og individuelle løsninger på genhusningsproblemer m.v.

Gennemførelse af sådanne pilotprojekter udsætter beboerne for mange gener og prøvelser. Beboernes positive medvirken tilskriver vi en omfattende informationsindsats, individuel support for hver enkelt husstand, betydelig medindflydelse og individuelle valgmuligheder, et økonomisk fordelagtigt resultat for den enkelte lejer, samt positive beboere i blokken.

Baggrund

Indledning

I AL2boligs afdeling 111, Langkærparken i Tilst er der i 2010-11 gennemført en omfattende lavenergirenovering af en eksisterende boligblok med 22 lejligheder ("Klimablokken").

Denne afrapportering og monitorering formidler de vigtigste resultater og erfaringer fra dette ambitiøse pilotprojekt, hvor et vigtigt formål har været at høste erfaringer til brug i den kommende renovering af den resterende del af Langkærparken, og til brug ved tilsvarende renoveringsopgaver, som der forestår en lang række af rundt omkring i hele landet.

Rapportens målgrupper er landets boligorganisationer, byggeriets rådgivere, Landsbyggefonden og Realdania.

Projektet er støttet af innovationsmidler fra Landsbyggefonden og en informations- og formidlingsbevilling fra Realdania.

TG

Energiklasser

På energiområdet er der sket rigtig meget siden 2009, hvor pilotprojektet Klimablokken tog sin start. Det, der i 2009 lå en større beregnings-teknisk og konceptuel udfordring i, er i dag helt normal projektering og energiledelse af lavenergi-byggeri.

Der er kommet flere producenter på banen, som kan opfylde de krav, der stilles til lavenergi-byggeri, og der er blevet et stadigt mindre spillerum til de bygherrer, som ikke ønsker lavenergi-byggeri. Dette via stadigt øgede myndighedskrav til nybyggeri og renoveringsprojekter.

Siden 2009, hvor målsætningerne for klimablokken blev fastlagt, er der sket en skærpelse af energiklasserne. De 4 energiklasser, som blev anvendt i 2009, er skærpet så BE08, LEK 2, LEK 1 og LEK 0 i dag, er som følger: BE08 er ikke mere gældende. LEK 2 betegnes nu BE10, LEK 1 betegnes nu LEK2015, og LEK 0 er i dag LEK 2020.

I denne rapport er det fortsat 2009 krav, som omtales og behandles.

KWR

Overordnet formål med afrapportering

I forbindelse med AL2boligs indsats med at udarbejde en helhedsplan for renovering og fremtidssikring af hele Langkærparken blev det besluttet, at der skulle iværksættes et pilotprojekt "Klimablokken", som bl.a. skulle bidrage til at kvalificere beslutningsprocessen omkring renoveringen af Langkærparkens resterende 34 blokke.

Et væsentligt spørgsmål, der skulle afklares for Klimablokken, var, hvilket energimål der skulle sættes for renovering af hele Langkærparken. Hertil kom indsamling af almindelig byggetek-

nisk renoveringsviden via pilotprojektet til senere anvendelse i udbud og drift. Dette som risikominimering i forhold til valg af ambitionsniveau og omkring budgettering for de øvrige blokke i Langkærparken.

Styregruppen besluttede, at de indsamlede erfaringer skulle opsamles og afrapporteres af totalrådgiveren for projektet. Ligeledes skulle der iværksættes et måleprojekt omkring energi og indeklimate. Dette for at eftervise i hvilket omfang de teoretisk beregnede besparelser også er opnåelige i virkeligheden, idet besparelser indgår i finansieringen, for at sikre at resultater og erfaringer bliver fastholdt, og for at sikre at der sker en formidling af resultater og erfaringer til byggeriets bygherrer, tekniske rådgivere og andre interessenter.

Vedrørende anlægsøkonomi var AL2bolig tidligt klar over, at det i princippet bedre kunne betale sig at bygge nyt frem for at renovere så omfattende, som det er sket i dette tilfælde. Andre aspekter tæller imidlertid også med. Dels skal Klimablokken være et fyrtårn for Langkærparken og bidrage til at skabe en positiv udvikling og image for området. Men Klimablokken skal også fungere som en forløber til, hvordan renovering af de øvrige 34 blokke kan gribes an. Samt til at få et overblik over hvad der kan bruges fremadrettet, og ikke mindst hvad der ikke kan bruges.

KWR

Overordnet tidsplan

Byggeperiode fra maj 2010 til maj 2011. Monitorering 1 år fra oktober 2011 til september 2012. Afrapportering oktober til december 2012.

Tidsplan for afrapportering

Materiale indsamles løbende, foreløbig afrapportering afsluttes ultimo november 2011. Efterfølgende bliver rapporten opdateret hver tredje måned, skulle monitoreringsdelen give anledning hertil.

Tidsplan for monitorering

Monitorering udføres fra 1. oktober 2011 til 1. oktober 2012.

Der aflæses og indrapporteres fra måler aflæsninger hver måned. Hver tredje måned aflægges statusrapport om, i hvilket omfang driften er som beregnet.

Status er, at oktobers måleresultater for Klimablokken er uploadet på webhotellet

KWR



Interessentanalyse

Klimaprojektet i Langkærparken har vist sig at have en meget bred skare af interessenter. Dette skyldes flere forhold.

Generelt har den løbende renoveringsindsats i den almene sektor i kraft af sit økonomiske volumen og sin betydning for mange tusinde beboere en

væsentlig samfundsmæssig interesse, lige som den har interesse for bygherrer, lejere, rådgivere, kreditinstitutioner, BL, Landsbyggefonden samt de dele af det statslige og kommunale system, som har relationer til det almene byggeri.

Specifikt har renoveringen af Klimablokken en betydelig interesse som pilotprojekt for de mange forestående renoveringsopgaver på blokke af lig-

nende art (Syddjyllandsplanen / Danalea) i Langkærparken og mange andre steder i landet. Dette indbefatter igen de ovenfor nævnte interessenter, men også beboere i Langkærparken og andre steder, samt den generelle offentlighed, idet der her vises nye veje for bocomfort, eget energiforbrug etc.

TG

Interessentoversigt



Interessenter	Specifik interesse	Generel interesse
Lejerne / beboerne i Langkærparken		x
Lejerne / beboerne i Klimablokken	x	
AL2boligs hovedbestyrelse	x	x
AL2boligs administration	x	
Boligselskabernes Landsorganisation		x
Landsbyggefonden		x
De involverede tekniske rådgivere og bygherrerådgiver	x	
Tekniske rådgivere generelt		x
Entreprenører og leverandører	x	x
Kreditinstitutioner		x
Kommuner		x
Resortministerierne for alment byggeri, for energi, og for sociale forhold		x
Uddannelses- og forskningsinstitutioner	x	x
Den generelle offentlighed		x

Forventede resultater

I forbindelse med udarbejdelse af Klimablokken er der udarbejdet notater, som forholder sig til energibesparelser for drift og indeklima.

Vedr. anlægsøkonomi foreligger der et godkendt licitationsresultat samt et godkendt byggeregnskab, som tilsammen udgør den samlede anlægsudgift til Langkærparkens Klimablok. Disse indgår som bilag til nærværende afrapportering.

Omkostningerne ved totalrenovering af klimablokken svarer tilnærmelsesvis til, hvad det vil koste at nedrive og genopføre boligblokken. Delvis sammenlignelige projekter – Realdanias energirenovering af 4 parcelhuse i Tilst og energirenovering af 5 almene rækkehusboliger i Albertslund realiseret af Bo-Vest, når frem til samme resultat. Meromkostningerne til renovering ud over bygningsreglementets gældende energirammer i BR08 og nu BR10 kan ikke forsvares ud fra en økonomisk vurdering. Omkostningerne kan hverken forsvares i forhold til, om værdiforøgelsen kan realiseres ved salg af parcelhuset eller ved at overføre kapitalomkostningerne til den omkostningsbestemte lejefastsættelse.

Nedrivning og genopførelse af en boligblok som udstøttet nybyggeri støder allerede på den formelle hindring i det almene regelsæt, at almene boligorganisationer ikke kan opføre udstøttet byggeri, overraskende nok end ikke i en eksisterende almen boligafdeling.

Men et sådant forsøg vil heller ikke på nogen måde have tilført den læringsværdi, som er AL2boligs reelle begrundelse for at realisere klimablokken.

Værdiansættelse af en meget stor almen boligafdeling som Langkærparken er ikke en opgave, som løses med entydig metodetilgang. I forhold til dagens rammebeløb for nyt byggeri med fradrag af bygningsafskrivninger, manglende energikomfort og almindelig nutidig boligkomfort, er det dog AL2boligs opfattelse, at Langkærparkens 73.207 m² boligareal fordelt på 35 boligblokke med i alt 865 boliger i ganske rimelig standard repræsenterer en værdi i størrelsesordenen 800 - 1.000 mio. kr..

Fornuften i investeringen i klimablokken på op mod 40 mio. kr. skal derfor først og fremmest vurderes i forhold til den viden om udfordringer og løsningsmuligheder, som AL2bolig får rådighed over, og som skal nyttiggøres i forhold til at bevare og renovere resten af afdelingen, så afdelingen fortsat vil fremstå som et godt boligområde med en god boligkomfort, god totaløkonomi og dermed et rimeligt alment lejeniveau, som gør afdelingen attraktiv for både almindelig bosætning og løsning af den boligsociale opgave i de næste 30 - 40 år.

AL2bolig vurderer, at afdelingen i 2012 priser efter bygningsrenovering til energiklasse BR 2010 kan tåle et lejeniveau på ca. 680 kr. m² ekskl. forbrugsafgifter o.l..

Klimablokken er renoveret til energiklasse 2020, og huslejen kan og skal efter reglerne om fastsættelsen af huslejen i en boligafdeling i forhold til lejlighedernes indbyrdes brugsværdi fastsættes på et højere niveau. Vores vurdering er, at lejen i klimablokken kan fastsættes ca. 10 % over afdelingens øvrige renoverede boliger, hvilket svarer til ca. 750 kr. pr. m². Huslejeforskellen begrundes ved lavere forbrugsafgifter og højere generel boligkomfort.

Klimablokken er til dels finansieret med 30-årige realkreditlån. Låneydelserne kan end ikke tilnærmelsesvis dækkes af merhuslejen i klimablokken. AL2boligs dispositionsfond ydelsesstøtter derfor projektet med ca. 1 mio. kr. årligt, eller i alt ca. 30 mio. i lånets løbetid.

Det er AL2boligs opfattelse, at den samlede støtte er særdeles rimelig i forhold til læringsværdien, som skal nyttiggøres ved kommende renoveringer i Langkærparken og i tilsvarende almene boligafdelinger.

CP



Kan man undlade at renovere?

Langkærparkens kommende bygningsrenovering er helt nødvendig. Boligorganisationen har på både beboernes vegne, boligorganisationens vegne og samfundets vegne pligt til at sikre bygningernes værdi på både kortere og længere sigt.

Det lader sig kun gøre ved at foretage den løbende vedligeholdelse på kort sigt og den nødvendige planlagte vedligeholdelse, fornyelse og modernisering på længere sigt.

Fornyelse og modernisering er ikke kun begrundet ved, at bygningernes egenskaber bevares. Krav og forventninger til boligkomfort og boligstandard udvikles med årene, og en forudsætning for bevarelse af bygningsværdien er derfor også, at forventningerne til en almindelig tidsvarende bolig opfyldes. Almenboliglovens §108 fastsætter de overordnede krav til nybyggeri, at boligerne skal være udstyret og indrettet således, at de opfylder de boligsøgendes rimelige krav til boliger af den pågældende art, dog må boligerne ikke have luksuspræg.

De boligsøgendes krav er øget siden Langkærparken blev bygget i 1969 – 1971. Men samfundets krav er også øget ganske betydeligt. Tydeligst kan det illustreres ved udviklingen siden 1970 til energirammer og til tilgængelighed. Ud over den basale bygningsbevaring må en omfattende renovering derfor også omfatte en hel eller delvis ajourføring i forhold til energiforbrug og tilgængelighed.

At undlade nødvendig renovering og modernisering betyder langsom nedslidning og forslumring. Lidt mere ressourcestærke beboere vil flytte fra

afdelingen, og genudlejningen bliver problematisk. På længere sigt er alternativet til renovering og modernisering kondemnering. Boligernes vedligeholdelse og modernisering er en kerneaktivitet for boligorganisationen.

CP

Helhedsplan for Langkærparken

Lavenergirenoveringen af blok nr. 1 Klimablokken er et pilotprojekt i forbindelse med fremtidssikringen af Langkærparken.

Langkærparken, som rummer 860 boliger og har ca. 2.000 beboere, blev opført for ca. 40 år siden. Bebyggelsen er efterhånden ved at være "træt" og trænger til en gennemgribende modernisering. Samtidig har Langkærparken, som så mange andre tilsvarende bebyggelser, en social profil, så der skal tænkes forebyggende. Med disse udgangspunkter er det besluttet at fremtidssikre afdeling 111 Langkærparken via en fysisk helhedsplan og en social helhedsplan. Gennem denne helhedsplanlægning fastlægges mål og midler, og der gives mulighed for støtte fra Landsbyggefonden.

Helhedsplanen har været undervejs siden 2008, hvor de indledende arbejder blev sat i værk. Efter en lang og omfattende proces med bl.a. betydelig beboerinddragelse og – information, blev den endelige fysiske helhedsplan vedtaget med et overvældende flertal på et afdelingsmøde i forsommeren 2012. Herefter forventes de fysiske arbejder med renovering af de resterende 34 blokke (heraf 4 med særlig god tilgængelighed), aktivitetshus og renovering af udearealerne at finde sted fra 2013 og ca. 3 år frem.

TG

Beboerdemokrati for alment byggeri

Fordele og ulemper med beboerdemokrati for projektet i Langkærparken og generelt for denne sektor:

Beboerdemokratiet er et vilkår for de almene boligorganisationer.

Beboerdemokratiet er i særdeleshed en reel meget betydningsfuld styrke i afdelinger, når afdelingsbestyrelse og grupper af beboere tager medansvar for problemformuleringer og formulering af visioner, mål og handlingsplaner. Der er en særlig kvalificeret legitimitet forbundet med store beslutninger, hvor beboerdemokratiet har spillet en afgørende rolle gennem hele beslutningsprocessen.

Beslutninger om gennemførelse af renovering, fornyelses- og moderniseringsprojekter skal godkendes på et ordinært eller ekstraordinært afdelingsmøde, og dermed er den formelle legitimitet altid til stede, inden projekterne kan realiseres.

En almen boligorganisation kan næppe opnå den formelle legitimitet – altså godkendelse på et afdelingsmøde, uden i procesforløbet at have gjort sig meget indgående overvejelser om, hvorledes projektet skal formidles og fremlægges til beslutning. Herunder indgår naturligvis, at man indgående har overvejet fordele og ulemper set fra beboersynspunkter.

Disse indgående nødvendige overvejelser er utvivlsomt med til at kvalificere de forslag, som skal fremlægges til godkendelse, så selv i afdelinger, hvor beboerdemokratiet lever et mere eller mindre passivt liv, er beboerdemokratiets blotte

eksistens med til at kvalitetssikre beslutningsoplæg og dermed beslutningerne.

Beboerdemokratiet som et vilkår er derfor en fordel.

I forhold til beslutningen om klimarenovering af en blok i Langkærparken har den beboerdemokratiske beslutningsproces nok været lettet af, at der trods alt er tale om en begrænset indsats på 1 ud af 35 boligblokke. Man har fået en demonstrationsmodel i 1:1, og det er både før projektets realisering og ikke mindst efter blevet godt modtaget i beboerdemokratiet og generelt blandt afdelingens beboere.

Afgørende for et godt beslutningsforløb har været, at beboernes rettigheder har været godt beskrevet, og at beboerne i klimablokken har oplevet et højt informationsniveau og gode kontakter til boligorganisationens administration.

AL2bolig har i Langkærparken tidligere oplevet beboerdemokratiet som en barriere for at lave forsøg med tilgængelighedsrenovering af en boligblok. I stadig større udstrækning oplever vi, at beboerne træffer beslutning ud fra egne behov. Det store flertal af beboere har ikke behov for elevatorbetjente boliger, og tidligere forsøgsprojekter er derfor nedstemt med forholdsvis klare flertal.

CP





AL2boligs mål med nu at tilgængelighedsrenovere 4 boligblokke som en del af helhedsplanen er:

- At erkende den demografiske udvikling, og dermed at behovet for tilgængelige boliger til ældre og handicappede øges.
- Det er en strategisk styrke for en stor boligafdeling at have et bredere udbud af forskellige boligtyper.
- Flere boliger til ældre og handicappede ændrer beboersammensætningen med en større vægning af rolige og stabile beboere.
- Afdelingens "samfundsnytte" øges.

Der er en særlig informationsudfordring i at forklare disse mål og transformere målene til også at være foretrukne mål for afdelingens beboere.

Det skal dog understreges, at det konkrete projekt med at gennemføre projektet med klimablokken blev vedtaget stort set enstemmigt på et ordinært afdelingsmøde i september 2009 med deltagelse af ca. 200 beboere.

På samme beboermøde blev den ambitiøse vision og hovedmålene for Langkærparkens helhedsplan også vedtaget stort set enstemmigt.

Den 11. juni 2012 vedtog et stort flertal af beboere at gennemføre helhedsplanen. Langkærparken står nu overfor at skulle have bygningsrenoveret de resterende 34 blokke, 4 som senior- og handicapboliger, foretaget miljøforbedringer og opført et nyt aktivitetshus.

Fra andre energirenovierungsprojekter og for Klimablokken gælder det, at det er meget vanskeligt at få stemt et rent energirenovierungsprojekt igennem beboerdemokratiet. Den enkelte lejer vil for besværet opleve en indvendig forbedring af boligen som nyt bad eller køkken, gerne mere. Det, at energjudgiften reduceres, eller at der bidrages til, at den samlede CO2 udledning reduceres, er ikke nok.

For Klimablokken har det også været et fordyrende parameter, at lejerne ikke ønskede at være fraflyttet under renoveringen i mere end 3 måneder. Det betød, at frem for en helt fraflyttet blok skulle der nu renoveres en opgang ad gangen. Hvilket har været en udfordring i en så omfattende renovering, som Klimablokken har gennemgået.

CP

Beskrivelse af processen for klimaprojektet

Klimaprojektet tog sin start efteråret 2008, hvor forskellige strategi- og energidrøftelser fandt sted mellem administration og bygherrerådgiver i forbindelse med den kommende helhedsplan.

Der blev udarbejdet en projektbeskrivelse med idé, baggrund, perspektiver, interessenter etc. Projektbeskrivelsen blev revideret gennem en dialogproces. Tanken var fra starten at afdække økonomi, energi, arkitektur, teknisk indhold, boligkomfort m.v. ved renovering til forskellige energiklasser. Først var tanken at gennemføre samtidig renovering af fire blokke til hver sin energiklasse (BR08, LEK 2, LEK 1, LEK 0). Denne tanke blev dog forladt igen, idet det økonomiske omfang hermed ville forudsætte betydelig støtte fra Landsbyggefonden, som igen ville forudsætte en fysisk

helhedsplan, som igen ville forudsætte en flereårig proces før noget kunne sættes i gang. I stedet blev det besluttet at arbejde med én blok samt en referenceblok. Den renoverede blok skulle så projekteres og udbydes, så der blev givet pris på fire energivarianter. På denne måde blev det sikret, at der blev sat realistiske priser på de forskellige energiniveauer. Referenceblokken skulle bruges til at sammenligne energiforbrug m.v. i en lignende, ikke renoveret blok.

Projektbeskrivelsen blev benyttet som grundlag for en ansøgning til Socialministeriets Innovationsmidler, hvorfra der blev bevilliget kr. 500.000 til udviklingen og gennemførelsen af projektet. Herefter blev en række initiativer igangsat.

Styregruppen for helhedsplanen for Langkærparken, og hermed også for klimaprojektet, blev nedsat januar 2009 og har fungeret lige siden. Styregruppen mødes cirka hver anden måned og består af repræsentanter fra afdelingsbestyrelsen, hovedbestyrelsen, administrationen samt bygherrerådgiver. Efter behov har styregruppen undervejs været suppleret med f.eks. totalrådgiver og informationsmedarbejdere.

En række særligt sagkyndige personer vedrørende lavenergirenovering blev inviteret til at deltage i en følgegruppe. Her er tale om professor Per Heiselberg (Aalborg Universitet), arkitekt maa Rie Øhlenschläger (AplusB arkitekter), udviklingschef Susanne Højholt (Isover) og Olav Jørgensen (Esbensen A/S). Sammen med administration og

bygherrerådgiver har dette været et særdeles værdifuldt forum for program- og ambitionsdrøftelser, erfaringsudveksling, informationsspredning m.v. Følgegruppen har været samlet 3-4 gange undervejs.

Der blev tilrettelagt en række workshops mellem afdelingsbestyrelsen, hovedbestyrelsen og administrationen, hvor projektet blev videreudviklet. Én af disse workshops var en studietur maj 2009 til forskellige lavenergibyggerier og – renoveringer i Sydtykland, Østrig og Schweiz.

Efter en drøftelse i afdelingsbestyrelsen besluttede man at udpege blok nr. 1 (Torstilgårdsvej 20-24) som vært for pilotprojektet. Denne blok blev udpeget, idet den ligger synligt i området,



vender med havefacaden mod vest (hvilket giver en sværere opgave frem for en blok med sydvendt havefacade), og fordi her boede flere medlemmer af afdelingsbestyrelsen, som så kunne være "forsøgskaniner". Blok nr. 8 blev senere i forløbet udpeget som referenceblok.

I forbindelse med et ekstraordinært beboermøde maj 2009 blev afdelingen orienteret om klimaprojektet. Der var meget bred tilslutning til at arbejde videre med projektet. Forud for afdelingsmødet var de berørte beboere i blokken blevet særligt orienteret på et blokmøde. Man tog positivt imod informationen, men havde naturligvis også mange spørgsmål om husleje, genhusning, modernisering af lejlighederne osv.

Der gennemførtes en proces vinteren 2008-09 for at finde frem til totalrådgiveren på opgaven. Efter en forudgående annoncering indkom ansøgninger fra 21 teams. Heraf blev udvalgt 3, som afgav tilbud på opgaven. Der skulle afgives tilbud på pris, kvalifikationer, svares på forskellige spørgsmål m.v. Bedømmelseskriteriet var det økonomisk mest fordelagtige bud ud fra en samlet vurdering. På denne baggrund blev valgt Esbensen rådgivende ingeniører A/S som totalrådgiver med underrådgivere NOVA5 og Sloth Møller A/S. Totalrådgiveren fik en rådgivningskontrakt opdelt i to faser: Fase 1 til og med dispositionsforslag, samt fase 2 for det eventuelt efterfølgende arbejde frem til færdigt byggeri. Faseopdelingen skyldtes, at beboermødet efter dispositionsforslag med økonomi m.v. skulle beslutte, om projektet skulle gennemføres eller ej. Denne beslutning fandt sted i august 2009.

Et projekthotel (projektweb) hostet af Esbensen



A/S blev oprettet og har gennem hele processen været fælles platform for administration, hovedbestyrelse, afdelingsbestyrelse og rådgivere. Det har været meget nyttigt at have denne platform for de mange involverede parter.

Fra januar til juni 2009 blev der arbejdet på byggeprogrammet. Fra foråret til september 2009 blev der arbejdet på dispositionsforslaget. På be-

boermødet i august 2009 blev der givet grønt lys for at fortsætte med projektet.

Fase 2 for totalrådgiveren blev herefter iværksat. Projekteringen foregik fra sommerferien 2009 og frem til udbud i februar 2010. Der blev foretaget ekstern granskning af udbudsmaterialet, hvilket gav anledning til en række afklaringer og justeringer i projektet.

Som led i projekteringsforløbet forhandlede totalrådgiveren med AffaldVarme Århus om en særlig ordning for varmeafregning, i lyset af bygningens ekstremt lave energibehov til opvarmning. Dette lykkedes, og aftalen har efterfølgende dannet skole for en ny, generel ordning herfor under AffaldVarme Århus.

Som et andet led i projekteringsforløbet skulle der naturligvis ansøges om byggetilladelse. Her gav to forhold anledning til ekstra overvejelser. Dels ønskede Århus Kommune en partshøring blandt naboerne, under hensyntagen til en eventuel risiko for reflekser fra bygningens nye solcelleanlæg. Høringen gav anledning til krav om refleksdæmpning på paneler placeret på sydgavlen (blev senere udeladt i projektet). Et andet forhold var et krav om fuld tilgængelighed frem til de udvendige indgangsdøre, uanset at der lige inden for hoveddøren er et trappeløb.

Projektet blev udbudt som hovedentreprise. Efter forudgående annoncering blev der blandt 13 ansøgere udvalgt 6 til at afgive tilbud. Blandt 5 konditionsmæssige bud blev Enemærke & Petersen A/S i april 2010 valgt som hovedentreprenør på opgaven.

Enemærke & Petersen A/S' bud var på kr. 30,0 mio. inkl. moms for LEK 0. Tilbuddets pris på LEK 1 var kr. 27,4 mio. Prisen på LEK 2 var kr. 26,2 mio. Prisen på BR08 var kr. 24,8 mio. På denne baggrund indstillede forretningsføreren, at man valgte den mest ambitiøse (og dyreste) variant til udførelse, under hensyn til læringsværdi, formidlingsværdi og imageværdi. Dette blev tiltrådt af styregruppe og hovedbestyrelse. Konsekvensen er et løbende, årligt driftstilskud på i starten ca. 1 mio. kr. fra organisationens dispositionsfond.



Vigtige refleksioner på dette tidspunkt i forløbet: Det er her værd at bemærke, at det er ca. 20% dyrere at opgradere fra BR08 til LEKO. Renovering af denne art hænger ikke økonomisk sammen. Andre værdier skal lægges til (sikring mod stigende energipriser, fremtidssikring af blokken, topmodernisering, godt indeklima, god støjdæmpning, image, PR-værdi etc.) Alternativet var måske nedrivning og erstatning med nyt byggeri. Det er en stor udfordring (nationalt) at gøre det rentabelt at energirenovere. Til brug for afrapporteringen er der behov for at adskille økonomien i hhv. klimatiltag og almindelig renovering. Hvor langt kunne man nå ved "kun" at klimarenovere? Det bemærkes også, at entreprenøren tilbød arbejdet ca. 0,5 mio. kr. billigere og 8 uger hurtigere, hvis hele blokken var tømt under arbejderne. Dette skulle i givet fald afvejes i forhold til ulemperne ved længere genhusning, udgifterne hertil, huslejetab, utryghed, indbrud og hærværk.

De fysiske arbejder blev påbegyndt maj 2010 og afleveret maj 2011 på grundlag af en stram gennemførelsestidsplan. Det var forudsat, at der skulle renoveres én opgang ad gangen, og genhusningen fandt sted 3-4 måneder i møblerede lejligheder andre steder i Langkærparken. Styregruppen havde tillige fastlagt, at ingen skulle være genhuset hen over jul og nytår. Disse uforventede forudsætninger gav anledning til en temmelig hektisk opstart af byggeriet, problemer med hurtig elementproduktion, ligesom beboerne efterfølgende har tilkendegivet, at det havde været bedre at være genhuset hen over jul og nytår frem for at vende tilbage til deres lejligheder med flyttekasser osv. lige før jul. Beboerne fik i øvrigt individuel vejledning og flytteassistance fra ejendomsfunktionærer m.fl., alt efter behov.

Aflevering og mangelfhjælpning fandt sted fra maj 2011. Indflytning skete successivt, med sidste opgang indflyttet maj 2011.

Realdania bevilligede kr. 1,5 mio. til formidling af projektet, herunder monitorering og afrapportering. Dette gav også mulighed for at etablere en udstillingslejlighed, til glæde for de mange besøgende, som løbende har været på stedet. Lejligheden blev forberedt efteråret 2010, åbnet december 2010 og fungerede frem til sommerferien 2012.

Afrapporteringen blev forberedt løbende i løbet af 2011, og monitoreringen med systematisk indsamling af data påbegyndt pr. 01.10.2011. Dataindsamlingen afsluttes 31.09.2012, hvorefter afrapportering og monitorering afsluttes og formidles.

Som en sideeffekt betød renoveringen af Klimablokken, at der kunne gennemføres en grundig byggeteknisk vurdering af eksisterende forhold, i form af en Tilstandsrapport, som er en nødvendig del af Helhedsplanen for Langkærparken.

TG

Beskrivelse af beboerprocessen for klimaprojektet

På det ordinære afdelingsmøde den 21. september 2009 godkendtes visioner og mål for helhedsplanen for Langkærparken samt som et helt specifikt projekt, totalrenoveringen af klimablokken.

Umiddelbart derefter organiserede AL2bolig samarbejdet med de 22 beboere i klimablokken, idet

Langkærparkens driftsleder og en informationsmedarbejder blev udpeget som kontaktpersoner til beboerne.

Den 27.10.2009 var klimablokkens beboere inviteret til et informationsmøde, hvor reglerne for enten permanent eller midlertidig genhusning blev gennemgået i deltaljer, og beboerne blev oplyst om, at de enkeltvis ville blive inviteret til en samtale med de 2 udvalgte medarbejdere med henblik på at aftale en løsning på de individuelle forhold.

Beboerne blev tilbudt:

- Fraflytning til en anden bolig i eller uden for AL2bolig uden istandsættelse i den fraflyttede fra og med det tidspunkt, hvor detailtidsplanen for totalrenoveringen var udmeldt og med godtgørelse efter regning for rimelige flytteomkostninger.

- Eller midlertidig genhusning i en af 4 møblerede og bohave udstyrede genhusningsboliger i afdelingen.

- Eller permanent genhusning i Langkærparken i en lejlighed tilsvarende den fraflyttede i Langkærparken uden istandsættelse i den fraflyttede bolig og med godtgørelse af rimelige flytteomkostninger efter regning.

1 husstand flyttede selv for helt egen regning, inden detailtidsplanen blev udmeldt.

5 husstande flyttede efter detailtidsplanens udmelding internt eller ud af AL2bolig uden istandsættelse og med omkostningsrefusion af direkte flytteomkostninger.

16 husstande blev genhuset midlertidigt i en anden bolig i Langkærparken eller et andet sted for

egen regning mod fritagelse for at betale husleje i genhusningsperioden.

Beboernes bohavne blev opbevaret af et flyttefirma i genhusningsperioden, idet enkelte personlige genstande kunne flyttes med til genhusningslejligheden.

En husstand havde en hjemmeboende søn med svær autisme. Autismen kræver ro i det daglige liv, og derfor flyttede vi i dette tilfælde sønnens værelsesinventar til genhusningslejligheden.

Genhusningerne er forløbet godt og uden egentlige konflikter. Totalomkostningerne til genhusning og flyttegodtgørelse m.v. udgør i dette projekt ca. 2,5 % af totalomkostningerne.

I perioden fra 1.5.2011, hvor alle beboere var flyttet tilbage, og til dato (ult. januar 2012) har der ingen opsigelser været i klimablokken. De 16 oprindelige husstande bor der således fortsat tillige med de 6 husstande i de boliger, som blev udlejet umiddelbart efter renoveringens afslutning.

Vores læring fra beboerprocesserne er:

- Informationsniveauet skal omfatte både generel information på møder, i nyhedsbreve o.l., og personlig direkte kommunikation.
- Præcise tidsplaner giver tilfredse beboere. En måned mere eller mindre i en midlertidig genhusningsbolig er ikke afgørende, men det er afgørende, at man kan stole på udmeldingerne fra processen går i gang, og at perioden ikke er længere end højst nødvendig.

- Man skal respektere, at det er et stort indgreb i det daglige liv at skulle fraflytte sin bolig permanent eller midlertidigt.

- Man skal i god tid informere grundigt om beboernes formelle rettigheder og om, hvordan vi i den konkrete byggesag har til hensigt at praktisere genhusningsrettighederne, både for permanent og midlertidig genhusning.

- Nogle få beboere vil i forbindelse med permanent fraflytning forsøge at presse citronen. Man skal også over for disse henholde sig til de udmeldte vilkår, således at der ikke opleves reel forskelsbehandling.

CP



Energi

Klimablokken er i princippet et rent energirenoveringsprojekt hvor Klimablokken er et pilotprojekt for Helhedsplanen for hele Langkærparken. Dvs. et pilotprojekt, som skal bidrage til at bestemme et muligt ambitionsniveau for renovering af Langkærparkens 34 boligblokke rent teknisk og økonomisk.

Derfor blev det vedtaget, at Klimablokken skulle udbydes, så de bydende kunne prissætte projektet i de 3 gældende energiklasser samt LEK 0, som var det energikrav, vi forventede skulle blive gældende i 2020, men som endnu ikke var officielt formuleret.

Det, som viste sig at være særligt interessant og den største udfordring, var at komme fra klima-

blokkens eksisterende energiforbrug til BE08 krav, som udgjorde en reduktion på over 100 %.

Det var besluttet, at den af de 4 energiklasser, som styregruppen besluttede skulle udføres for Klimablokken, skulle omsættes til virkelighed. Derfor blev det relativt hurtigt klart, at det ville være uhensigtsmæssigt at forholde sig helt teoretisk til opgaven. Dvs. at beskrive og udbyde de primære bygningsdele med præcis den U-værdi og komponent virkningsgrader, som netop var nødvendig for at opfylde den pågældende energiklasse.

F.eks. ville det ikke være en god løsning at udbyde en facade med 200 mm isolering, hvis anlægsudgiften til en facade med 300 mm isolering ikke var væsentlig større.

Derfor blev det besluttet, at alle de bygningsdele, som udgjorde klimaskærmen med lang levetid, skulle være ens i udbuddet, med udgangspunkt i energiklasse 1.

For at prissætte de forskellige energiklasser blev der justeret med forskellige tiltag som U- værdi på vinduer, isolering af kældere, ventilationsanlæg, solvarme, solceller mv.

KWR



	Energi -rammekrav	Energi -rammekrav	Varme	EI	EI- produktion
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Oprindelig	-	143,7	134,3	3,8	0
BR08	74,4	67,9	51	6,8	0
Lavenergi klasse 2	50,6	45,9	33,6	4,9	0
Lavenergi klasse 1	35,4	34,4	30,3	4,9	3,2
Lavenergi klasse 0	17,5	17,1	30,3	4,9	10,2

Tabel 1: Energitklasser.

Beregnet Energiforbrug

Som et led i evalueringen af klimablokkens energimæssige ydeevne, er der med udgangspunkt i den projekterede bygning foretaget energirammeberegning i det dengang gældende Be06-beregningsprogram med henblik på eftervisning af, at de opsatte mål for bygningens energimæssige ydeevne overholdes.

Der blev således foretaget 4 beregninger til hhv. BR08 standard, LEK2, LEK1 og LEK"0". Af disse 4 varianter blev det besluttet at opføre byggeriet svarende til det dengang endnu ikke fastlagte LEK"0". Samtidig blev der foretaget en energirammeberegning ud fra informationer om den eksisterende urenoverede bygning. Resultaterne af disse beregninger fremgår af Figur 1.

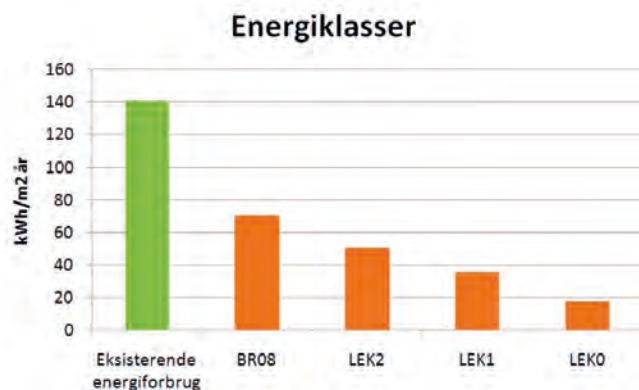
I beregningen af bygningens samlede energibehov indgår både elbehov og varmebehov. Derudover indgår produktion fra både solvarme (varme) og solceller (el). Resultaterne af beregningen er ikke et udtryk for bygningens faktiske behov, idet el-behov og varmebehov faktoriseres med hhv. 2,5 og 1,0, hvilket omtrent svarer til forskellen i CO₂ udledning pr. produceret kWh for hhv. el og fjernvarme. På Figur 2 ses bygningens beregnede behov uden vægtningen mellem el og varme dvs. det beregnede "rå" forbrug samt bygningens beregnede behov med denne vægtning (primært energibehov) svarende til resultatet af energirammeberegningen (som af forbrug og produktion).

Af Figur 2 fremgår det, at bygningens samlede energiramme er under 20 kWh/m²/år, der forventes at være kravet til den daværende lavenergi

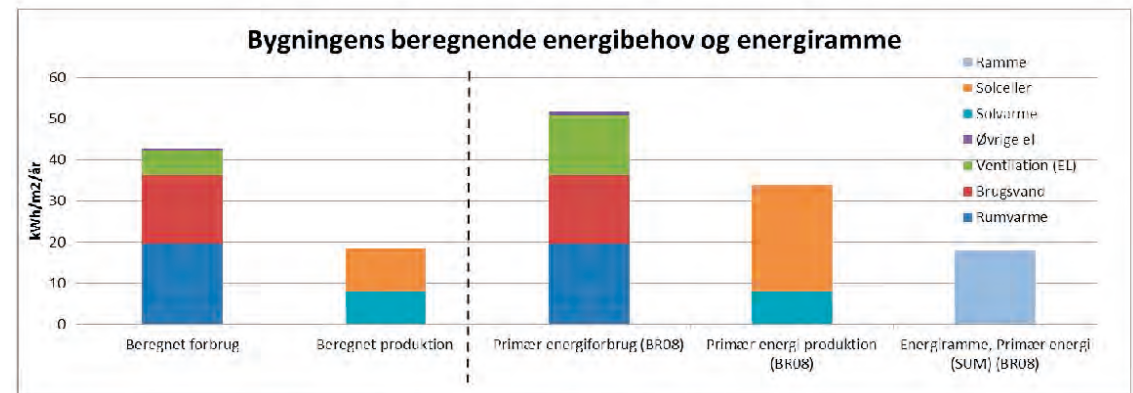
klasse "0". Samtidig er de enkelte behovs andel vist, så forholdene mellem rumvarmebehov, behov til varmt brugsvand og elbehov bliver synlige.

Ved beregning af bygningens energibehov anvendes en række forudsætninger, der baserer sig på hhv. bygningsreglementet og SBI anvisning 213 til beregning af bygningens energibehov. Disse forudsætninger indebærer blandt andet, at indetemperaturen fastlægges til 20 grader C for hele byggeriet, samt at energibehovet beregnes efter et vejrmæssigt normalår kaldet DRY (Design reference year). Endelig forudsættes bygningstætheden for dette byggeri at svare til bygningsreglementets krav på daværende tidspunkt.

ASW



Figur 1: Bygningens energibehov beregnet efter Br08.



Figur 2: Bygningens beregnede energibehov og energiramme (klimablokken).

Målt energibehov og sammenligning mellem målt og beregnet energibehov

Ud over det beregnede forbrug baserer evalueringen af klimablokken sig også på et måleprogram, hvor bygningens energibehov og produktion måles. Målingerne foretages med henblik på dels at evaluere performance af de energibesparende- og producerende tiltag på den aktuelle bygning, men også for i et bredere perspektiv at kunne vurdere, hvilke tiltag der med fordel kan udbredes og anvendes i den samlede helhedsplan. Endelig kan målingerne anvendes til at optimere bygningens tekniske installationer, så besparelses-potentialet maksimeres.

Til forskel fra beregningerne baserer målingerne sig på de faktiske forhold omkring udeklima, indetemperatur samt bygningens tæthed. Samtidig baserer produktionen sig også på de aktuelle solskinstimer. Det medfører potentielt en række forskelle i de grundlæggende forudsætninger mellem energiramens beregnede energibehov og det faktiske forbrug. At foretage en direkte sammenligning mellem det målte og beregnede forbrug er derfor ikke mulig. Ønskes en sådan sammenligning mellem det beregnede og målte forbrug, er det derfor nødvendigt i videst muligt omfang at korrigere for disse forskelle.

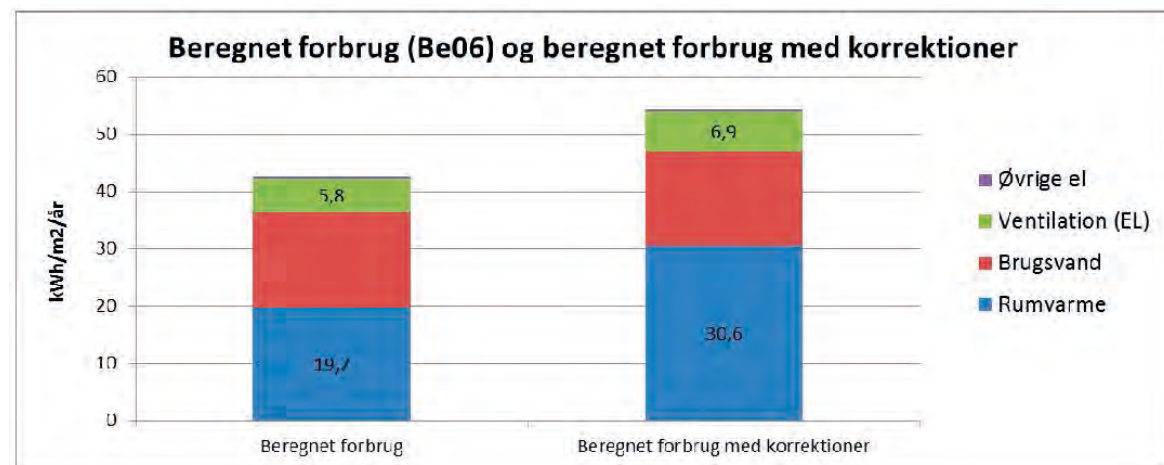
For klimablokken er der målt en gennemsnitlig indetemperatur i opvarmningsæsonen på 22,2 grader C. Samtidig er der målt færre graddage end i et normalår (varmere udeklima). Endelig medtages udsug fra emhætter ikke i det beregnede energiforbrug, idet det anses for procesudsug. Dette udsug medfører både større elbehov og var-

mebehov, og ved sammenligning skal der derfor om muligt også korrigeres herfor. Disse korrektioner har primært indvirkning på rumvarmebehovet og elforbruget til ventilation. Figur 3 viser ændringernes effekt på klimablokkens energibehov

Som det fremgår af figuren, har disse ændringer markant betydning for rumvarmebehovet. Figur 3 viser ændringen i kWh/m²/år og repræsenterer stadig kun de beregnede værdier, dog nu korrigeret for de væsentligste forskelle i forudsætninger mellem det beregnede og det målte forbrug. En korrektion, som den der er udført ovenfor, kaldes en "normalisering" af bygningens energiforbrug.

Med en sådan normalisering bliver en sammenligning mellem det beregnede og målte forbrug mere retvisende, idet de grundlæggende forudsætninger for bygningens energimæssige ydeevne nu er mere enslydende.

Figur 4 viser sammenligning af det målte normaliserede forbrug og produktion og hhv. det beregnede forbrug og den beregnede produktion. Bemærk at der i det beregnede forbrug er indregnet de tidligere beskrevne korrektioner for indetemperatur og emhætte-drift, således at energiforbrugene har mere enslydende forudsætninger og dermed bedre kan sammenlignes.



Figur 3: Beregnet forbrug (be06) og beregnet forbrug med korrektioner for rumtemperatur og brug af emhætter.

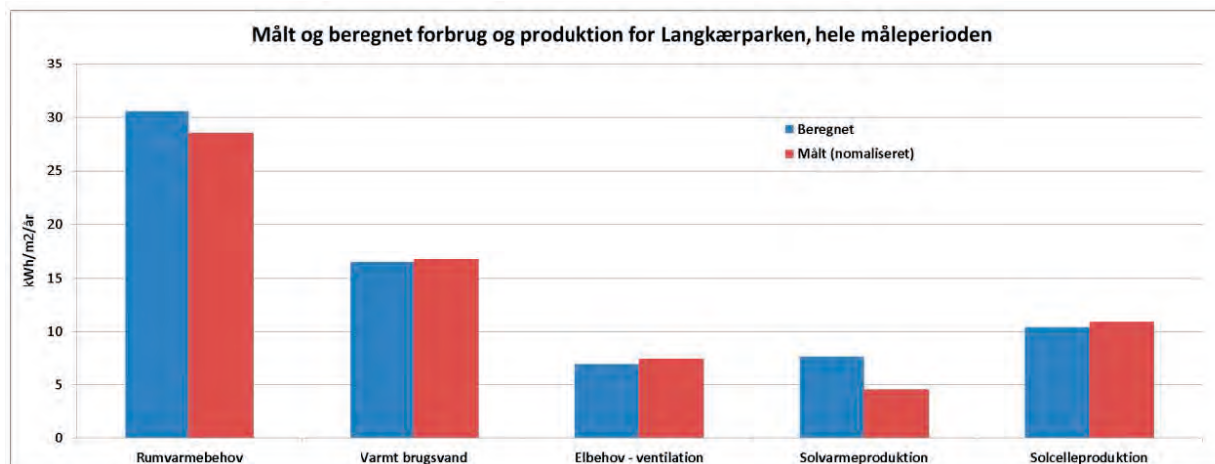
Som det kan ses på Figur 4 er der generelt god overensstemmelse mellem det målte og det beregnede forbrug. Rumvarmebehovet er marginalt lavere end det tilsvarende beregnede. Det målte energibehov til varmt brugsvand er på linje med det forventede, og det samme gør sig gældende for elbehovet til ventilation. Elbehovet til ventilation svarer til en SEL-værdi på ca. 2,0 kJ/m³. Denne værdi kunne umiddelbart ønskes lavere, men grundet udfordringer omkring transport af ventilationsanlæggets dele gennem de eksisterende åbninger, samt pladsudfordringer til føringsveje generelt, var en reduktion af dette energiforbrug ikke realistisk.

Solvarmeproduktionen er lavere end forventet. Dette skyldes flere faktorer. I løbet af måleåret har der vist sig udfordringer med luft i anlægget samt spotkogning forårsaget af indreguleringsmæssige udfordringer ved overproduktion. I tilfælde af evt. overproduktion føres varmen enten ud i varmesystemet til dækning af evt. gulvvarme om sommeren, mens resten af en eventuel overproduktion føres ud i kælderens som varme via strålevarmepaneler. Omfordeling af varmen ved overproduktion var imidlertid ude af drift i sommerperioden, hvorfor spotkogning opstod. Endelig indikerer nærstudier af resultaterne, at energibehovet til varmebrugsvand fordeler sig således, at der er brugt en lidt større del af

energiebehovet til cirkulation end forventet og en lidt mindre del af energibehovet til opvarmning af "reelt forbrugt" brugsvand end forventet. Solvarmen vil have bedst afsætningsmuligheder ved opvarmning af brugsvand til reelt forbrug, idet tilgangstemperaturen til solvarmespiralen her er betydeligt koldere (ca. 10 grader C) end de ca. 40 grader C ved genopvarmning af cirkulationsvand. Dermed kan afsætningsmuligheden for solvarmen være blevet forringet.

Solcelleproduktionen har vist sig marginalt bedre end forventet. De ca. 220m² solceller svarende til 32,22 kWp har produceret omkring 31.400 kWh. Dermed fås en produktion pr kWp på 975 kWh eller 142,9 kWh/m² solcelle.

ASW



Figur 4: Sammenligning af beregnet (normaliseret) behov og produktion samt målt behov og produktion.

BR08 og BR10 – klimablokkens energi-performance ud fra det gældende bygningsreglement

Som det er beskrevet ovenfor, er beregningerne for dette projekt foretaget i Be06 og ikke Be10, da denne version ikke var udkommet på projekteringstidspunktet. Ligeledes var det ikke på daværende tidspunkt fastlagt, hvorledes den frivillige LEK 2020 skulle udformes. Kravene til Lek2020 blev derfor fastlagt ud fra de daværende krav med primær-energifaktorer på 1,0 for fjernvarme og solvarme og 2,5 for el.

Med det gældende bygningsreglement BR10, er LEK2020 og beregningskriterierne for denne lavenergiklasse blevet fastlagt. Det har medført

ændringer i primær-energifaktorerne, således at fjernvarmebehovet nu faktoriseres 0,6. El-forbrug og el-produktion faktoriseres med 1,8. Konkret for klimablokken medfører disse forskelle, at det er blevet "lettere" at overholde LEK2020. På Figur 5 ses resultaterne for de forudsætninger, der blev brugt på projekteringstidspunktet sammenlignet med de forudsætninger der med BR10s indførelse nu er gældende for den frivillige LEK2020.

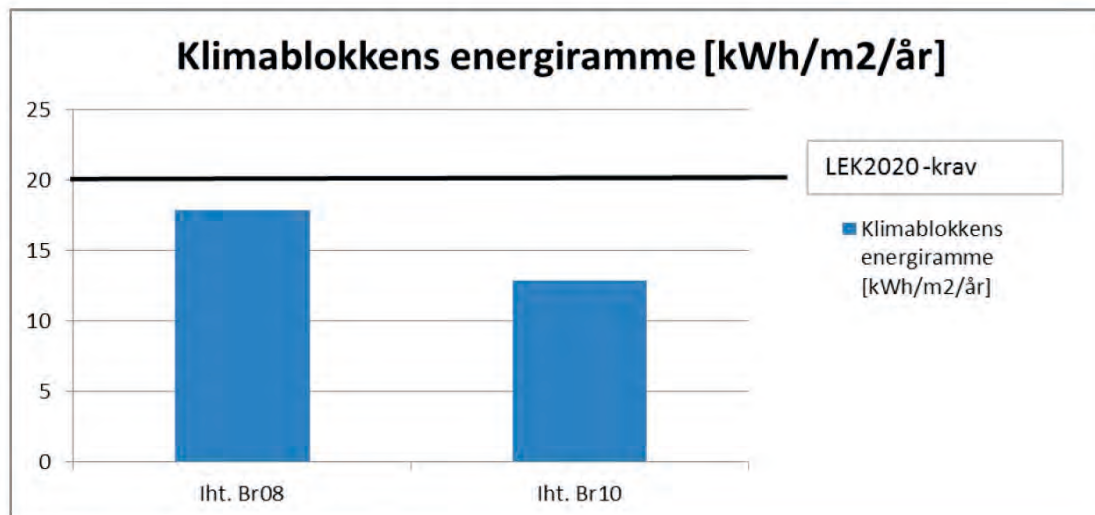
Det ses, at der med beregning efter Br10 er en betydelig margin op til den ønskede LEK2020. Havde man ønsket at lave tilsvarende byggeri i dag med det nuværende BR10, kunne man således have "sparet" svarende til ca. 60m² solceller eller ca. 120.000 kr.

Energibesparelser klimablok i forhold til referenceblok

En del af incitamentet for at lave en så omfattende renovering var naturligvis også det forventede lavere energiforbrug som ændring af klimaskærm og installationer måtte forventes at medføre. I projektets designfase blev der med baggrund i energiberegninger foretaget beregningsmæssigt skøn på disse besparelsers størrelse. Efterfølgende er det som en del af måleprogrammet blevet opgjort, hvor store besparelserne har været. For at kunne vurdere en besparelse på forhånd, er det vigtigt at tage højde for mulige forskelle i forudsætninger. Derfor bør der som ved sammenligningen mellem målt og beregnet forbrug tages højde for, at rumtemperaturen i såvel referenceblok som klimablok forventeligt vil være over 20 grader C. Samtidig bør emhættes anvendelse også medtages.

Når der for det konkrete projekt tages højde for disse faktorer, ser resultaterne for hhv. klimablokken og referenceblokkens energiforbrug ud som vist på Figur 6. Bemærk, at det realiserede energiforbrug for hhv. klimablokken og referenceblokken også er vist.

Som det fremgår af Figur 6 er referenceblokkens energiforbrug for rumvarme korrigeret for de aktuelle graddøgn for måleåret. Det har vist sig, at der i måleåret var færre graddøgn end i standard DRY-året. Samtidig har det også vist sig, at forbruget i referenceblokken er mindre end forventet. Den samlede målte besparelse på hhv. brugsvand og rumvarme er således ca. 2 kWh/m²/år på varmt brugsvand og ca. 35 kWh/m²/år på rumvarme. Det skal bemærkes, at rumvarmebehovet



Figur 5: Klimablokken energiramme BR08 og BR10

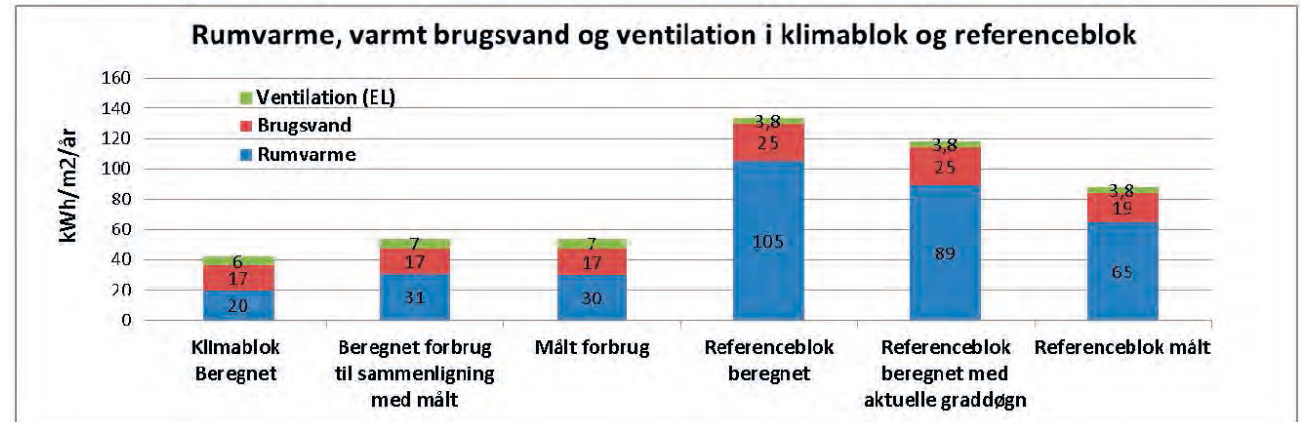
for hhv. klimablok og referenceblok udelukkende er angivet for den del, der går til opvarmning af lejlighederne fordelt pr. m² lejlighed.

Endelig er der en forventet forøgelse i energiforbrug til ventilation, idet dette anlæg er ændret fra et rent udsugningsanlæg i referenceblokken (kun betjenende lejlighederne) til et balanceret mekanisk anlæg med varmegenvinding i klimablokken, der både betjener lejligheder og kælderens. Forøgelsen i energiforbrug baserer sig på en forventet SEL-værdi for det eksisterende anlæg sammenlignet med det målte energiforbrug for klimablokken og antager for referenceblokken ca. 3,8 kWh/m²/år.

ASW

Fjernvarme

Under planlægningen af renoveringsprojektet blev fjernvarmeleverandøren kontaktet, idet rådgiveren på andre lavenergi-projekter havde fået reduceret den faste andel af fjernvarme udgiften i forhold til bygningens forventede effektbehov. Fra fjernvarmeleverandøren blev der givet tilsagn om, at klimablokken som forsøgsbyggeri kunne få nedsat det faste bidrag svarende til den procentuelle reduktion af effektbehovet i forhold til et byggeri efter br08 standard. Det betød en reduktion i bidraget på ca. 30%. Den generelle udvikling på takst-området betød imidlertid, at denne ordning blev ændret i løbet af måleperioden således, at klimablokken som andet byggeri, der inden for leverandørens område mindst overholder LEK2015, kunne få 50% rabat på den faste andel af fjernvarmeudgiften. For klimablokken betød det en besparelse på 19.450 kr. / år.



Figur 6: Rumvarme- og varmt brugsvandsbehov for klimablok og referenceblok.

Opsamling

Generelt viser målingerne, at klimablokkens forbrug ligger på niveau med eller er lidt bedre end forventningerne i forhold til beregningerne. Det gælder både rumvarmebehov og forbrug af varmt brugsvand. Solcellernes ydelse er ligeledes på linje med det forventede. For solvarmens vedkommende har der været nogle udfordringer med luft i anlægget samt i forhold til indregulering. Det har betydet en reduceret ydeevne, som det også kan ses på Figur 4.

ASW

Betydning af naturlig ventilation i opvarmningssæsonen

Al2bolig har ønsket at få undersøgt, hvilken indflydelse naturlig ventilation kan have, hvis der i en lejlighed udluftes utilsigtet i opvarmningssæsonen.

Vurderingen sker med udgangspunkt i forskellige luftmængder for den naturlige ventilation hhv. 0,1, 0,2 og 0,4 h⁻¹ (gange i timen). Der tages udgangspunkt i en 4-værelseslejlighed. Forøgelsen i energiforbrug udregnes pr. m² lejlighed og kan som sådan faktoriseres med den enkelte lejligheds areal. Energiforbruget udledes med baggrund i varighedskurven for udetemperatur sammenholdt med luftskiftet og det energiforbrug, der kræves for at opvarme udeluften til indetemperatur iht. metode i DANVAK ventilationsteknik kap 7.

Som forudsætning for hhv. indetemperatur og tidspunkt for varmesæsonens indtræden anvendes konkrete måledata fra måleprojektet. Disse viser en gennemsnitlig indetemperatur i opvarmningssæsonen på 22,2 °C. Opvarmningssæsonen indtræder ved en udetemperatur på ca. 14 grader C.

For at give et indtryk af hvor meget vinduerne i en



typisk 4 værelses-lejlighed skal åbnes for overslagsmæssigt at give luftskifterne, er åbningsvinklen (for vinduerne i østfacaden) og forskydningen (for vinduerne i vestfacaden) angivet. Der tages udgangspunkt i ensidig ventilation. Til opnåelse af luftskifterne er der således ikke tale om, at vinduerne i øst- og vestfacaden er åbne samtidig.

Lejligheden har 4 oplukkelige vinduer i østfacaden og 5 skydepartier i vestfacaden. Åbningsgraden er angivet pr. vindue.

Luftskifte [h-1]	Åbning ved skydevinduer [cm]	Åbning ved hængte vinduer [°]	Merenergiforbrug i kWh/m ² /år
0,1	3	3	2,7
0,2	6	5	5,5
0,4	12	12	10,9

Tabel 1: Utsigtet luftskifte ved vinduesåbning og merenergiforbrug.

Luftskiftet er beregnet ud fra sammenhængen mellem effektivt åbningsareal og luftskifte som angivet i SBI 213 for boliger med manuelt oplukkelige vinduer.

Selvom ovenstående resultater er baseret på overslagsberegninger, giver resultaterne et billede af, at selv relativt små vinduesåbninger vil afstedkomme et merenergiforbrug. Til sammenligning med det beregnede merenergiforbrug skal nævnes, at klimablokken i gennemsnit har et rumvarmebehov på ca. 30 kWh/m²/år. Forskellen i rumvarmebehov mellem en lejlighed, hvor der forekommer utilsigtet åbning af vinduerne og andre lejligheder hvor dette ikke sker, kan således være i størrelsesordenen 20-35 %, hvis luftskifterne svarer til mellem 0,2 og 0,4 h-1.

Simpel tilbagebetalingstid

Jf. udbudsmaterialet med udbud til de 4 energiklasser er der herunder foretaget en overordnet vurdering af tilbagebetalingstiden på de samlede tiltag, der fører til overholdelse af energiklasserne.

Beregningsmæssigt kan følgende skema sættes op. Tabel 2 angiver såvel besparelsen i kr./m² som kg CO₂/m². Den samlede Investering er vist i kr. inkl. moms. Investeringen er udelukkende håndværkerudgiften. Rådgiverhonorar etc. er således ikke indregnet. Der er regnet såvel en simpel tilbagebetalingstid uden medregning af renter og energiprisstigning som en tilbagebetalingstid, hvor energiprisen er regnet stigende med 4% (for både fjernvarme og el) og med en rente på 7% for den samlede investering. Ydermere er det angivet,

hvilken tilbagebetalingstid den enkelte merinvestering har for at gå fra BR08 til hhv. LEK2, LEK1 og Lek"0". For merinvesteringerne er der mellem de enkelte energiklasser tale om følgende:

Mellem Br08 og LEK2:
Ekstra isolering af tag og ydervægge, bedre vinduer samt mere effektivt ventilationsanlæg. Her fås en tilbagebetalingstid med energipris-stigning på 33 år.

Mellem LEK2 og LEK1:
Tilføjelse af solvarme (50m²), samt opsætning af solceller (4m² pr. lejlighed). Her fås en tilbagebetalingstid på 36 år.

Mellem LEK1 og LEK0:
Tilføjelse af solceller til totalt ca. 10m² pr. lejlig-

hed. (220m² total) med en tilbagebetalingstid på 14 år.

Konklusion

Både beregningsmæssigt og i praksis har det vist sig ikke at være økonomisk rentabelt at foretage én samlet renovering med ambitionsniveau svarende til LEK0. Tilbagebetalingstiden for at nå denne energiklasse er beregnet til ca. 70 år, At foretage en så gennemgribende renovering har ikke desto mindre givet et grundigt indblik i, hvilke enkelt-tiltag der hver for sig er rentable.

Her viser det sig, at særligt solceller samt efterisolering, hvor isoleringen kan foregå billigt, og hvor denne opsættes på områder med en i forvejen lille isoleringsgrad, har god rentabilitet.

	Besparelse i alt		Samlet				Merinvestering				
	Kr./m ²	kg CO ₂ /m ²	Investering Kr.	Rentabilitet			Investering t.Kr.	Rentabilitet			
				Kr./m ²	Simpel	7% og 4%		Kr./m ²	Simpel	7% og 4%	
Oprindelig	0	0									
BR08 Ref	46	8									
BR08	50	9	24.803.246	8.568	172	86					
Lavenergiklasse 2	65	12	26.341.046	9.099	140	79	531	183	35	33	
Lavenergiklasse 1	74	15	27.432.626	9.476	129	77	908	313	38	36	
Lavenergiklasse 0	86	18	29.428.750	10.162	118	72	850	293	16	14	

Tabel 2: Oversigt over investering og rentabilitet.



Indeklima

I forbindelse med evaluering af det termiske indeklima er der foretaget måling i totalt 6 lejligheder. 3 lejligheder i klimablokken og 3 lejligheder i en blok ved siden af klimablokken der ikke er renoveret. I de målte lejligheder er der målt temperatur i 2 rum hhv. stuen og altanen. Begge rum ligger i blokkenes vestlige del og vil således primært være eksponeret for eftermiddags- og aftensol. Der er foretaget målinger i lejligheder med forskellig størrelse.

Vurdering af målingerne foretages for det termiske ved brug af retningslinjerne opstillet i "DS/EN/CR 1752, Ventilation i bygninger – Projekteringskriterier for indeklimaet".

Kriterier for overholdelse af kategori

I DS/EN 15251 er en metode til vurdering af, hvornår en komfortklasse er overholdt. I Annex G – Anbefalede kriterier for acceptable afvigelser er det anbefalet at benytte 3 eller 5 % som maksimal afvigelse, hvilket på månedsbasis vil svare til 22 og 36 timer og på årsbasis til 259 og 432 timer. Det vælges i projektet at benytte dette kriterium som vurderingsparameter for, om kategori II er overholdt.

Der har ikke specifikt i byggeprogrammet været opstillet krav til det termiske indeklima, men da renoveringen af klimablokken er så gennemgri-

bende anses en opfyldelse af kategori B som værende tidssvarende. Samme krav til indeklimaet er i øvrigt anvendt i andre udviklingsprojekter som f.eks. komforthusene og energiparcel.

Evaluering - lejligheder

Med henblik på at foretage en sæson-opdelt analyse på baggrund af de i Figur 8 opstillede kriterier, er der for hver lejlighed foretaget opdeling af måledata i hhv. en sommer- og en vinterperiode. Denne opdeling er nødvendig, idet overhedning om sommeren ikke sker ved samme temperaturer som om vinteren bl.a. grundet ændring i beboernes påklædning.



Figur 7: Oversigtbillede med klimablok (rød) og referencblok (hvid).

Aktivitetsniveau	[met]	1,2		
Kategori		A Utilfredse < 6%	B Utilfredse < 10%	C Utilfredse < 15%
Operativ temperatur	Sommer	24,5 ± 1,0	24,5 ± 1,5	24,5 ± 2,5
	Vinter	22,0 ± 1,0	22,0 ± 2,0	22,0 ± 3,0

Figur 8: Indeklimakriterier for evaluering

Evalueringen giver således mulighed for inden for hver sæson at undersøge, hvorvidt afvigelserne fra kategori A, B og C skyldes overophedning eller underafkøling.

Herunder er resultaterne vist for først lejlighederne i klimablokken, dernæst et gennemsnit målt i udsugningskanalen umiddelbart efter afgang fra 12 lejligheder og til sidst resultater for referencenblokken.

Resultater, læsevejledning

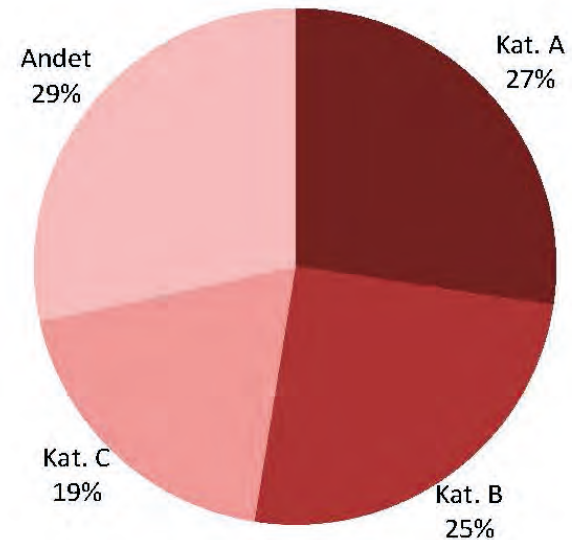
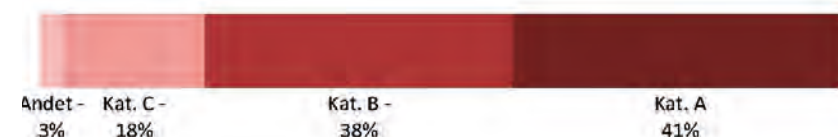
I de følgende afsnit vil resultaterne blive præsenteret ved to forskellige diagrammer. Cirkeldiagrammet angiver, hvor stor en del af tiden i måleåret lejligheden overholder kravene for hver af de 3 indeklimakategorier. Kategorien "andet" beskriver termisk indeklima, der er dårligere end indeklimakategori C.

De liggende søjlediagrammer uddyber dernæst cirkeldiagrammet ved at vise, om det er fordi det er for koldt eller for varmt, at en bedre indeklimakategori ikke overholdes. Et "-" efter en kategori betegner således, at det er den kolde del af intervallet der overholdes, mens et "+" efter en kategori betegner, at det er den varme del af intervallet, der overholdes. Eksempelvis vil "Kat. C -" betyde, at temperaturen ligger mellem 22-23 °C om sommeren, mens "Kat. C +" betyder, at temperaturen ligger mellem 26-27 °C om sommeren.



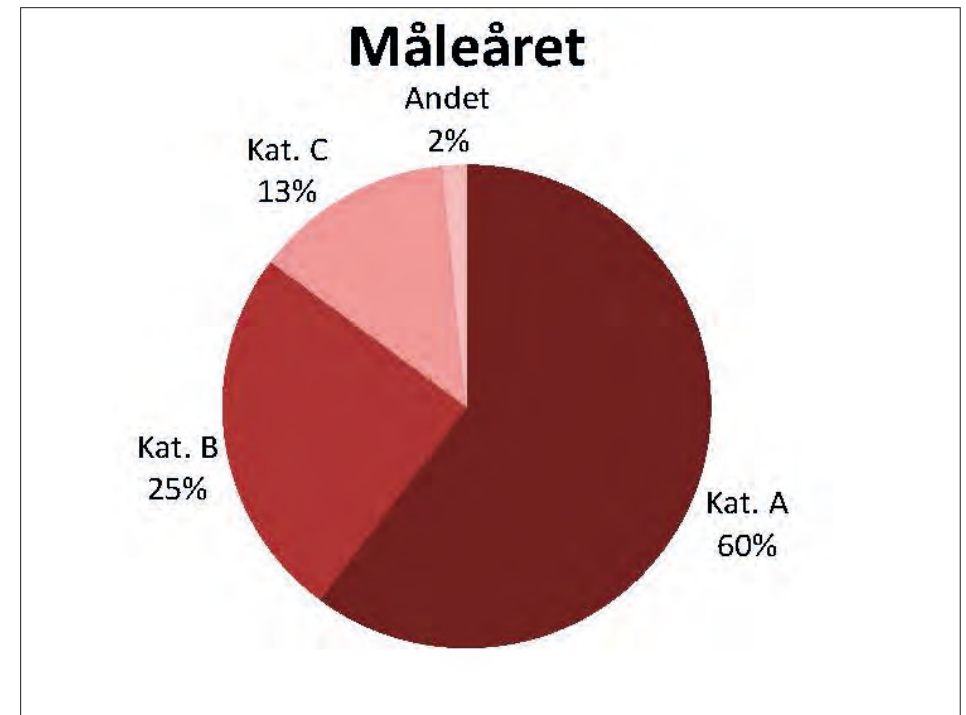
Klimablokken lejl. 20 1. th.**Konklusion**

For sommerperioden ses en tendens til, at rummet generelt er køligt. Der er således ingen timer, hvor Kategori A overskrives i den øvre del af temperaturintervallerne. Dette indikerer god anvendelse af solafskærmning samt god brug af den naturlige ventilation i sommerperioden. Det samme gør sig gældende for vinterperioden. I denne periode kunne de lave temperaturer skyldes problemer med tilstrækkelig opvarmingskapacitet, men analyser af sammenhængen mellem udetemperatur, solskinstimer og indetemperatur viser, at dette ikke er tilfældet. Der er således tilstrækkeligt med opvarmingskapacitet, og den relativt lave temperatur formodes derfor i højere grad at skyldes beboernes ønske til en lavere temperatur og dermed et ønske om en kølig lejlighed.

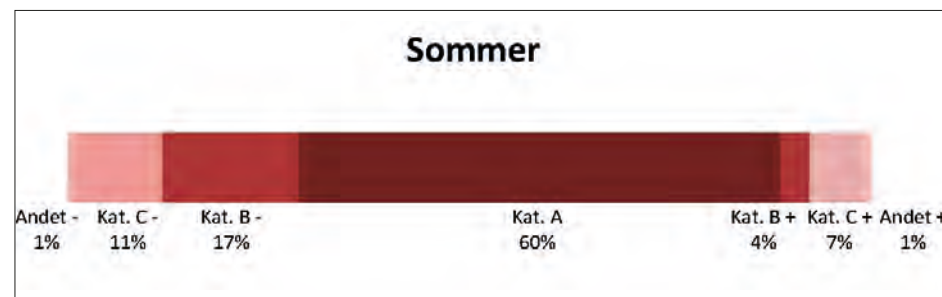
Måleåret*Resultater, måleåret.***Sommer***Resultater, sommer.***Vinter***Resultater, vinter.*

Klimablokken lejl. 22 st. mf.**Konklusion**

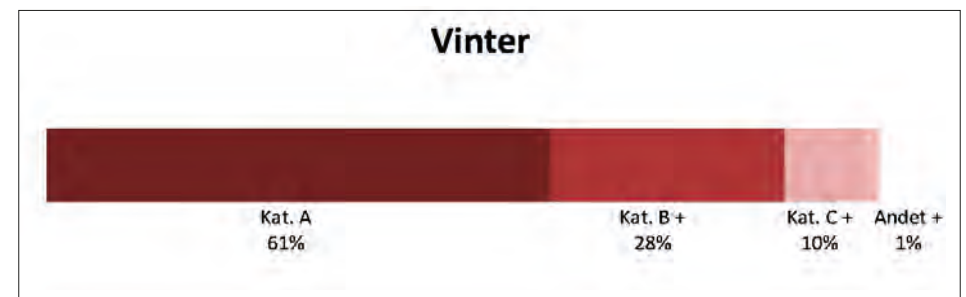
For denne lejlighed er resultatet for sommerperioden generelt som for foregående lejlighed. Dog bemærkes det, at der er registeret enkelte timer med overtemperatur om sommeren, således at 8% af timerne om sommeren er uden for kategori B. For vinterperioden ses en tendens til højere temperatur, hvilket kunne indikere, at beboeren i denne lejlighed ønsker højere temperatur. Den målte lejlighed er modsat den tidligere indeliggende, hvilket medfører lavere varmetab til omgivelserne pr m² etageareal og dermed mere følsom overfor passiv solvarme i vinterperioden. Det kunne være baggrunden for den generelt højere temperatur i vinterperioden.



Resultater, måleåret.



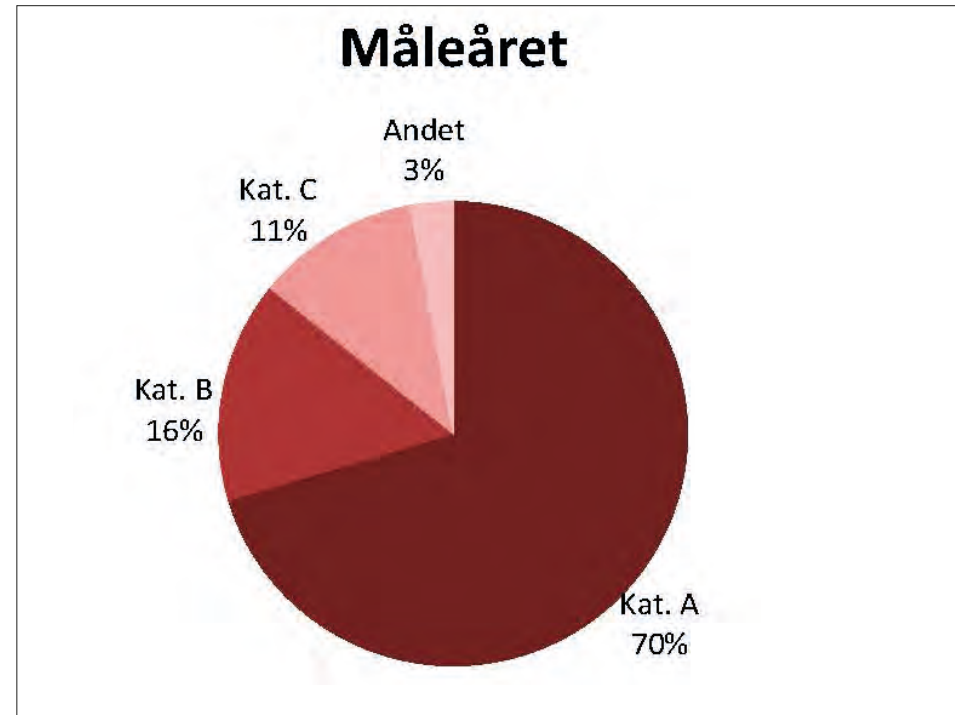
Resultater, sommer.



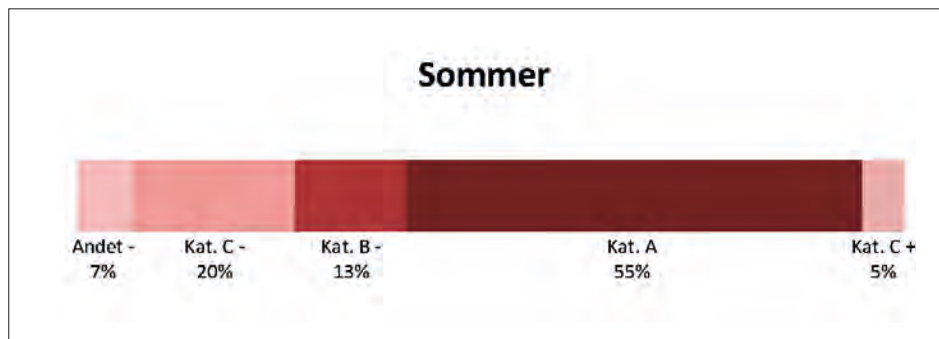
Resultater, vinter.

Klimablokken lejl. 24 1. tv.**Konklusion**

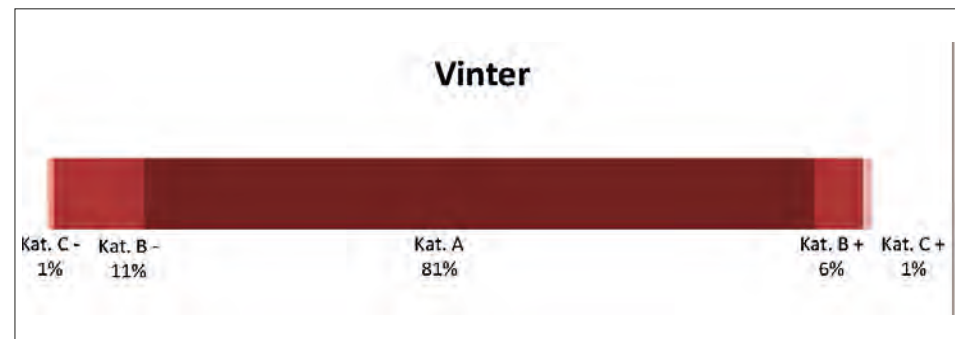
Som for første lejlighed er der tale om, at næsten alle timer med afvigelse fra kategori A om sommeren er grundet lavere temperaturer end optimum. Overophedning uden for kategori B forekommer kun i 5% af sæsonens timer. For vinterperioden ses en meget stor del af den samlede periode at ligge inden for kategori A (81%) kun 2% af vinterens timer ligger uden for kategori B. Den store andel af vinterperioden, der ligger inden for kategori B (98%), indikerer som for første lejlighed, at de enkelte kølige perioder ikke skyldes manglende varmekapacitet men udelukkende er et ønske fra beboeren om en køligere indetemperatur.



Resultater, måleåret.



Resultater, sommer.



Resultater, vinter.

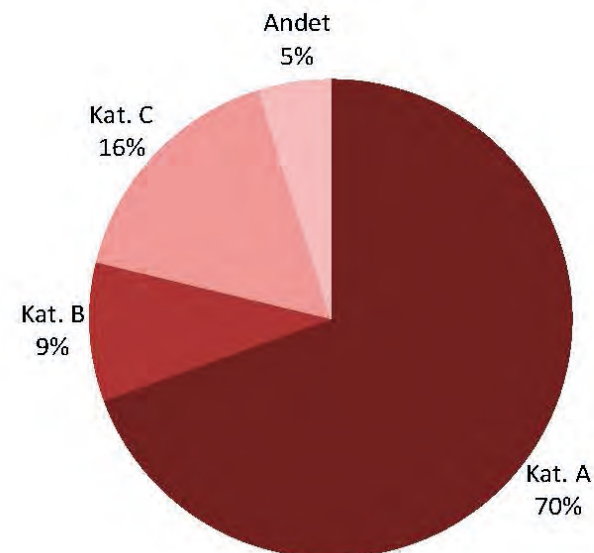
Gennemsnit. 12 lejligheder

Konklusion

For sommerperioden, viser gennemsnittet for de 12 lejligheder målt i udsugningsluften generelt samme tendens som de enkelte målinger fra stuen i de 3 lejligheder. Overophedning (timer uden for kategori B i "+ retning") er stort set ikke eksisterende. Afvigelsen fra kategori B er således udelukkende målt i "- retningen", altså hvor det er køligere end optimum. Det vurderes ikke som et problem, men mere som et udtryk for beboernes ønske, at der generelt er køligt i de målte lejligheder om sommeren.

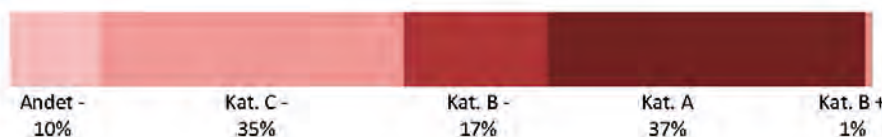
For vinterperioden ligger den gennemsnitlige måling tættere på det optimale (98 % af tiden inden for kategori A), hvilket kunne antyde, at stuerne i de målte lejligheder generelt er køligere end gennemsnittet af alle rum i lejlighederne. Udsugning sker i praksis fra toilet / bad og køkkener, hvorfor disse rum må forventes at være varmere end stuerne. I en del af lejlighederne er stuen dog i åben forbindelse med køkkenet.

Måleåret



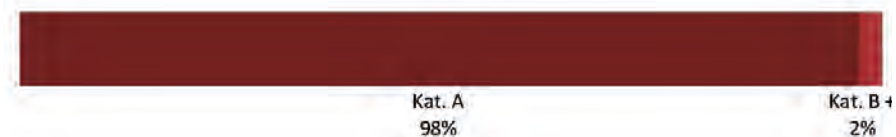
Resultater, måleåret.

Sommer



Resultater, sommer.

Vinter



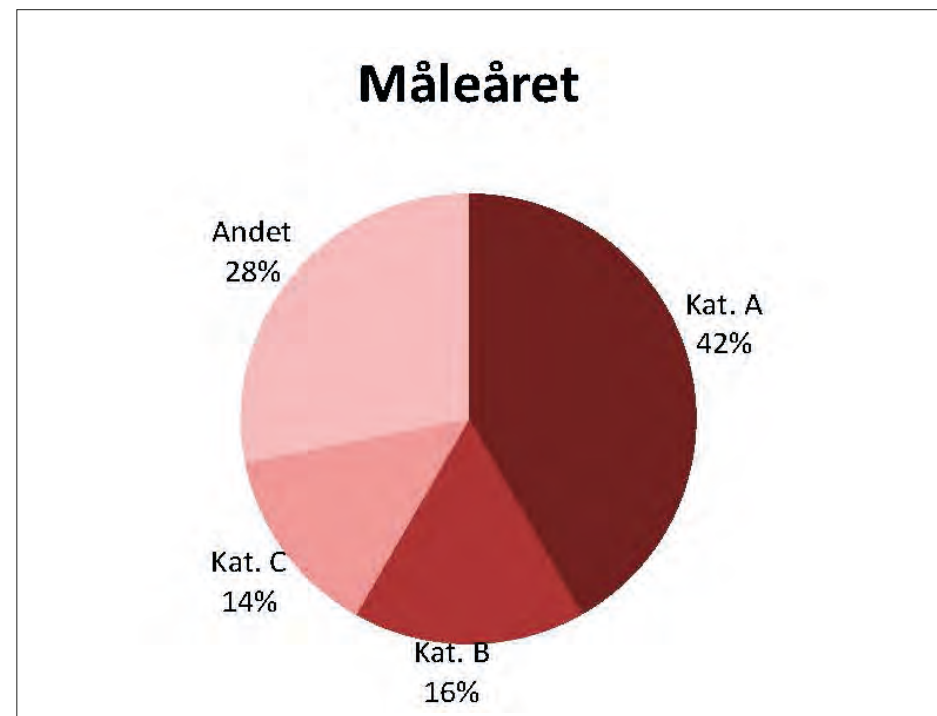
Resultater, vinter.

Referenceblokken lejl. 8 2. mf.

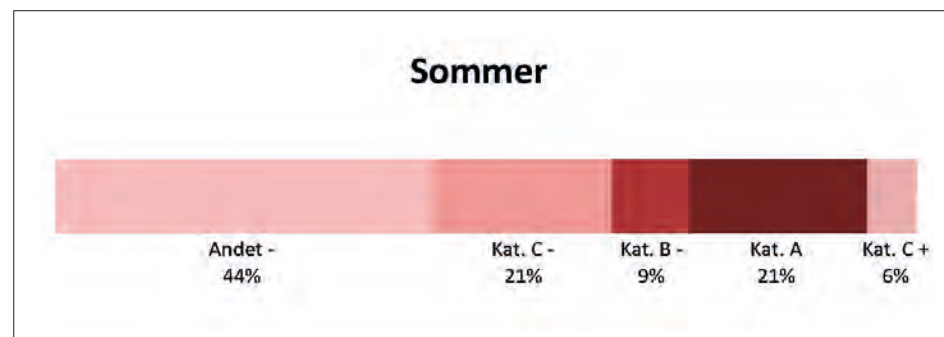
Konklusion

Resultatet for sommerperioden viser en generel tendens til lave temperaturer i sommerperioden. Som for lejlighederne i klimablokken findes der kun ganske få % af sæsonens timer (2 %), hvor overhedning uden for grænserne for kategori B forekommer.

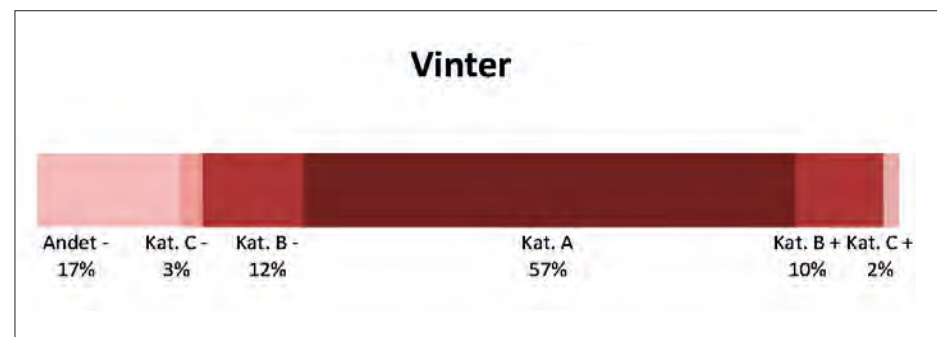
For vinterperioden er der igen tendens til kølige perioder, men igen uden generelle tendenser til klager blandt beboerne. Som for klimablokken må det derfor antages at være beboernes ønske med relativt lave temperaturer.



Resultater, måleåret.



Resultater, sommer.



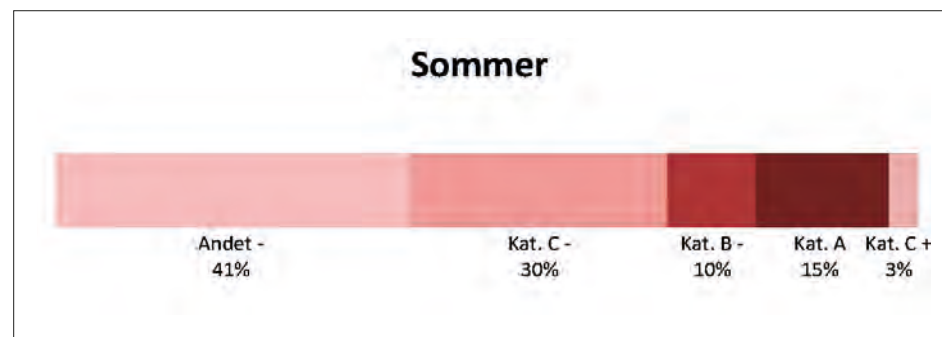
Resultater, vinter.

Referenceblokken lejl. 10 2. tv.

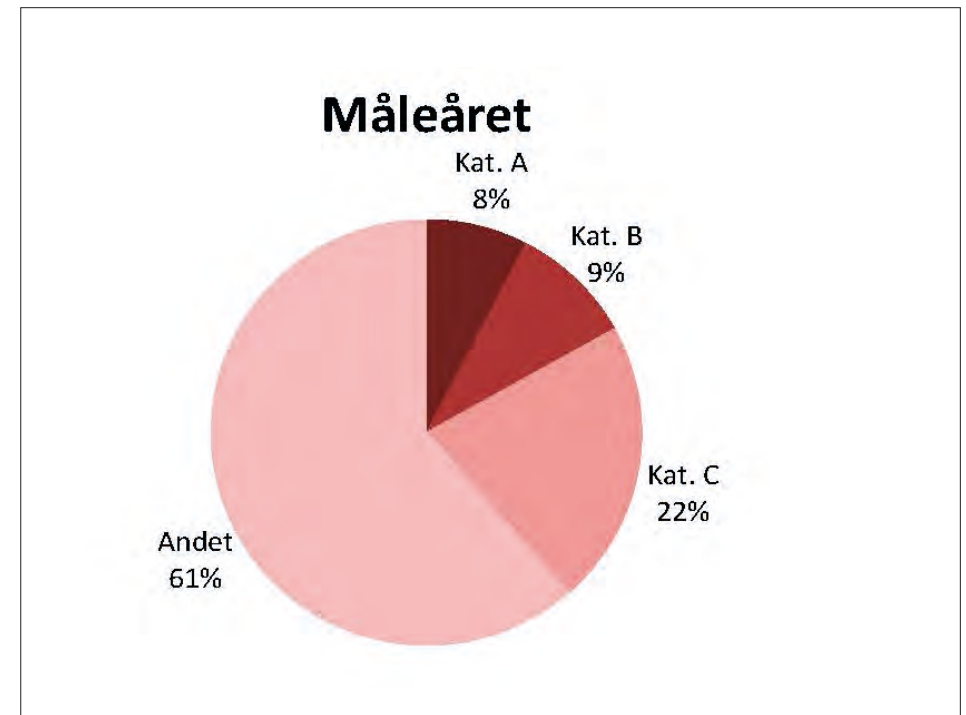
Konklusion

For sommerperioden ses generelt samme tendens til kølige perioder som for den forrige lejlighed. For vinterperioden ses meget store dele af perioden at ligge uden for kategori C-. En optegning af en kurve for samtlige årets timer tyder på, at lejligheden enten har været ubeboet, eller at beboerne har været uden for lejligheden i en længere periode. Resultaterne for den aktuelle lejlighed kan derfor være svære at foretage en generel tolkning på. Dog antyder målingerne, at sommerperioden har været beboet, idet målingerne i denne periode ikke i samme grad afviger fra forventningerne til typiske udsving for perioden.

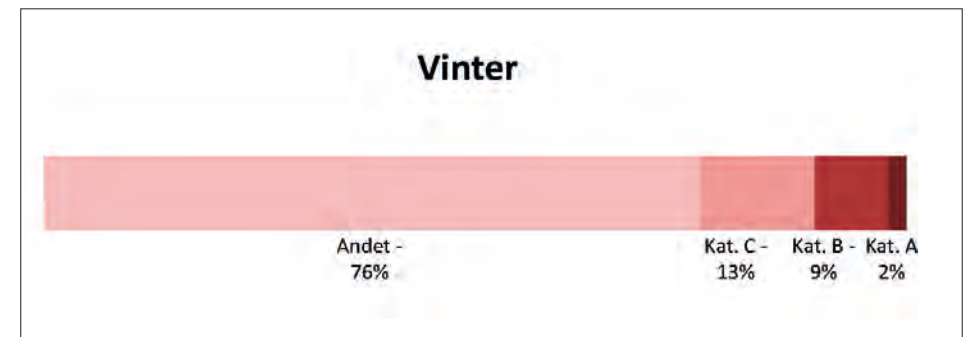
Data for den 3 lejlighed for referenceblokken har desværre vist sig at være registeret udelukkende for altanen. Måleren for hhv. stue og altan viser samme resultater, hvilket tyder på, at måleren i stuen er blevet flyttet ud på altanen i begyndelsen af måleperioden. Det har derfor ikke været muligt at uddrage konklusioner fra målinger i denne lejlighed.



Resultater, sommer.



Resultater, måleåret.



Resultater, vinter.

Overordnet konklusion

For klimablokken ses det generelt, at sommerperioden er karakteriseret ved meget få timer med overtemperatur. Krav til indeklima kategori B er således overholdt for alle målinger i min. 92% af årets timer. For alle lejligheder på nær en samt også for gennemsnittet af de 12 lejligheder overholdes kategori B for overtemperaturer i mindst 95% af perioden. De kølige sommertemperaturer målt i klimablokken anses ikke som et problem, idet denne temperatur vil kunne justeres af beboeren i forhold til dennes aktivering af naturlig ventilation og udvendig solafskærmning.

Sammenholdes resultaterne for klimablokken og referenceblokken, ses der generelt meget lav tendens til overophedning, og der ses også tendens til lave vintertemperaturer.

Resultaterne for klimablokken viser, at der for 2 af lejlighederne er større andel af timerne inden for kategori A og B end i lejlighederne i referenceblokken. Det samme gør sig gældende, hvis man ser på gennemsnittet for klimablokken ud fra målinger i udsugningsluften fra de 12 lejligheder.

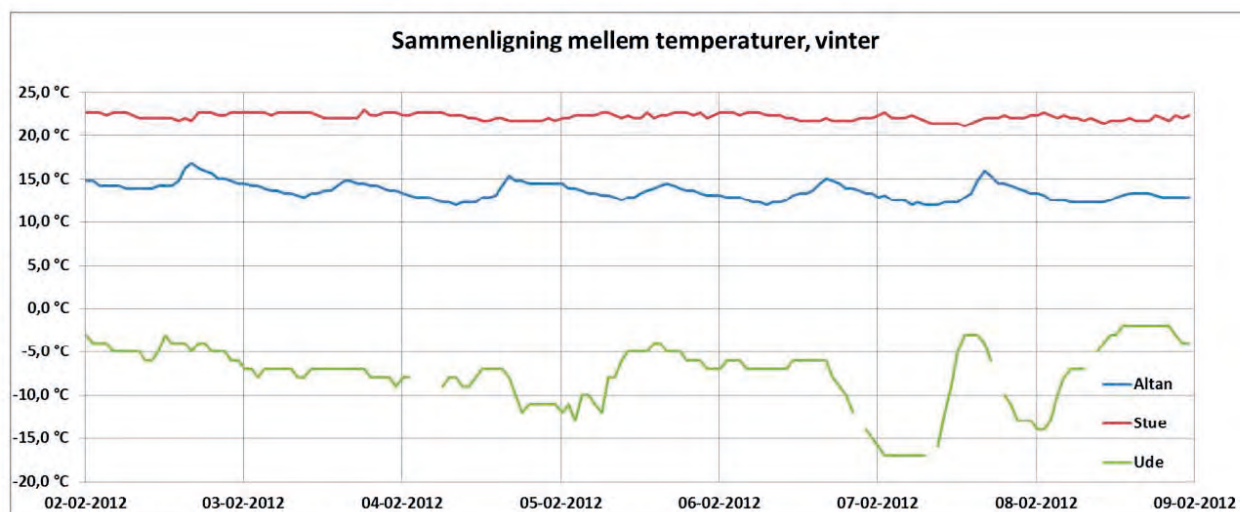
Idet klimablokken i forhold til overophedning generelt holder sig inden for intervallerne, der overholder kategori B, kan der for denne del ikke forventes mere end 10% utilfredse. En enkelt lejlighed overholder kategori C, hvorfor der for denne type ikke forventes mere end 15% utilfredse. Det generelle billede ud fra gennemsnitsmålingerne overholder kategori A for overophedning, og disse målinger antyder derfor en utilfredshed på maksimalt 5%.

Evaluering – Altanernes indvirkning på indeklimaet

I det følgende er vist 3 figurer hver visende temperaturer i hhv. stue og på altanen i en af lejlighederne i klimablokken. I projektets designfase blev det undersøgt, hvorvidt der med fordel kunne laves en ny "klimaskærm" på udvendig side af den uopvarmede altan. "Klimaskærmen blev udført idet Bsim-beregninger viste, at der i vinterperioden var større temperaturforskel mellem altan og udeluft end mellem lejligheden og altanen. Temperaturforskellene mellem altan og udeluft viste også samtidig, at der med fordel kunne opføres en ny "klimaskærm" for at begrænse linjetabet

mellem altan og udeluft. Det kunne have flere fordele. Den passive solvarme kunne bedre bevares i lejlighederne og på altanen, og samtidig ville man "forsikre" beboerne og boligforeningen mod utilsigtet brug af altanen, idet anvendelse af altanen som opholdsrum ikke ville medføre de typiske store ændringer i lejlighedens rumvarmebehov. For at belyse ovenstående er der udarbejdet figurer for hhv. klimablokken og referenceblokken visende stuetemperatur, temperatur på altan, og udetemperatur i samme periode.

Det ses tydeligt af figur 9, at der som forventet er større forskel mellem altantemperatur og udetemperatur end mellem stuetemperatur og altantem-



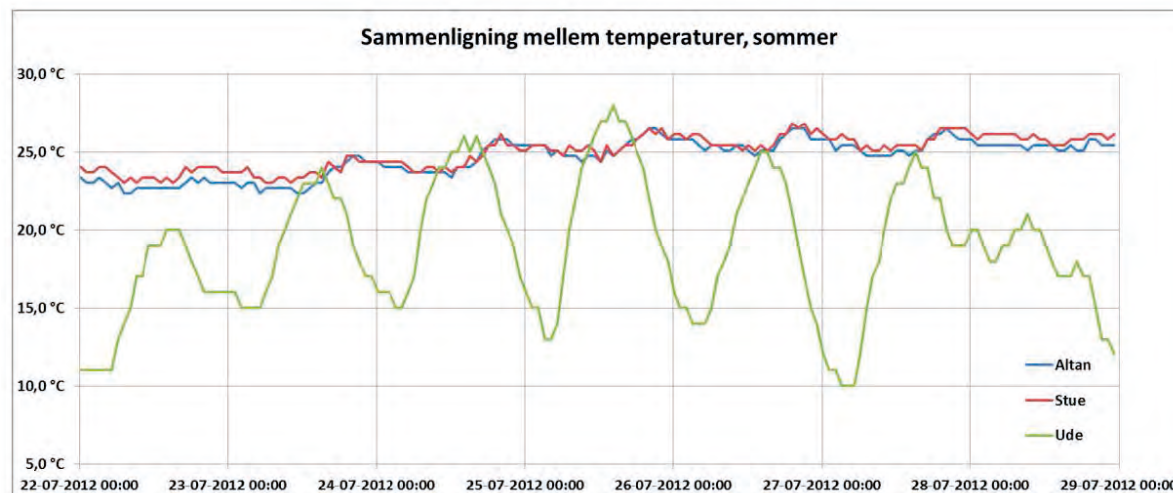
Figur 9: Udetemperatur, stuetemperatur og altantemperatur for en lejlighed i klimablokken, vinter.

peratur. Der er således god nytte af den isolerede facade mellem altan og udeklima. Temperaturen på altanen er relativt konstant set i forhold til udetemperaturen, og altanen har således en god effekt som "klimabuffer" i forhold til stuen/lejligheden. Det er desuden tydeligt, at der er lukket mellem altan og stue grundet forskellen mellem temperaturerne i de to rum. Bemærk ophold i kurven for udetemperatur, der skyldes kortvarige udfald på målingen.

I sommerperioden indikerer målingerne, at altanen i denne lejlighed anvendes aktivt, idet temperaturerne målt i stuen og på altanen med lille tilnærmelse er ens.

Generelt indikerer måleresultaterne, at altanerne har positiv indflydelse på såvel energiforbrug som indeklima. Dog tyder målingerne for nogle lejligheder på, at altanerne anvendes til ophold også i opvarmningssæsonen. Det kan naturligvis have en negativ indflydelse på opvarmningsbehovet i bygningen. Da det samlede målte rumvarmebehov ligger så tæt på det beregnede, vurderes utilsigtet anvendelse af altanen enten kun at have begrænset omfang eller at have begrænset indvirkning på energiforbruget grundet den velisolerede "klimaskærm" mellem altan og udeklima.

ASW



Figur 10: Udetemperatur, stuetemperatur og altantemperatur for en lejlighed i klimablokken, sommer.

Økonomi

Det blev vedtaget, at Klimablokken skulle renoveres til LEK 0, som er den mest ambitiøse af de 4 energiklasser, der skulle belyses i projektet.

Det har ikke været økonomisk rentabelt at energirenovere og modernisere klimablokken. Selv i et længere perspektiv med forventet væsentligt øgede energipriser vil investeringerne ikke være rentable.

Arbejdet med Klimablokken har givet væsentligt input til, hvad der kan udføres, hvilket ambitionsniveau der kan sættes, hvis krav om rentabilitet skal overholdes. Det har for Klimablokken ikke været en løsning blot at forhøje huslejen, idet huslejen meget væsentligt vil overstige det lejedes værdi med tomme boliger og lejetab til følge.

Omkostningerne til klimarenoveringen er finansieret ved realkreditbelåning og boligblokkens andel i afdelingens hensatte midler til planlagt vedligeholdelse i de kommende 20 år.

AL2bolig vurderer, at ved nuværende energipriser og markedslejeværdi i en almen etagebolig i Tilst kan den årlige leje i klimablokken fastsættes til 750 kr. pr. m² eksklusive forbrug. For at opnå driftsbalance tilføres afdelingen derfor ca. 1 mio. kr. årligt i driftsstøtte til dækning af en væsentlig andel af ydelserne på det nyetablerede realkreditlån.

Da værdien af de opnåede energibesparelser selv sagt øges i takt med udviklingen i energipriserne, er det forudsat, at driftsstøtten fra dispositionsfonden aftrappes i takt med, at energipriserne stiger med udgangspunkt i et afvejet gennemsnit for el- og fjernvarmepriserne pr. 1.1.2012.

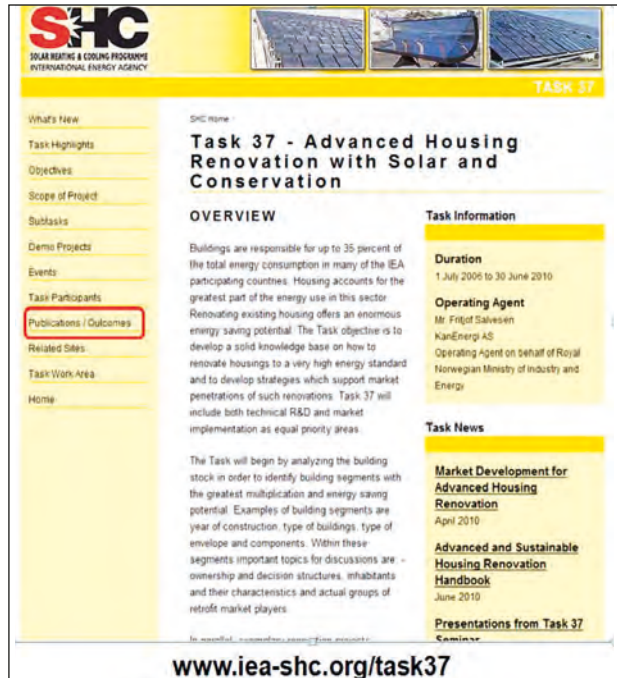


AL2bolig står foran renovering af 44 tilsvarende boligblokke for et samlet anslået beløb på ca. 750 mio. kr. i de kommende år. Det er AL2boligs opfattelse, at værdien af de opsamlede erfaringer fra klimablokken rigeligt opvejer den samlede driftsstøtte på op med 30 mio.kr. i realkreditlånets løbetid.

CP



Sammenligning med tilsvarende projekter



SHC
SOLAR HEATING & COOLING PROGRAMME
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

TASK 37

What's New
Task Highlights
Objectives
Scope of Project
Subtasks
Demo Projects
Events
Task Participants
Publications / Outcomes
Related Sites
Task Work Area
Home

SHC name
Task 37 - Advanced Housing Renovation with Solar and Conservation

OVERVIEW

Buildings are responsible for up to 35 percent of the total energy consumption in many of the IEA participating countries. Housing accounts for the greatest part of the energy use in this sector. Renovating existing housing offers an enormous energy saving potential. The Task objective is to develop a solid knowledge base on how to renovate housings to a very high energy standard and to develop strategies which support market penetrations of such renovations. Task 37 will include both technical R&D and market implementation as equal priority areas.

The Task will begin by analyzing the building stock in order to identify building segments with the greatest multiplication and energy saving potential. Examples of building segments are year of construction, type of buildings, type of envelope and components. Within these segments important topics for discussions are ownership and decision structures, inhabitants and their characteristics and actual groups of retrofit market players.

Task Information

Duration
1 July 2006 to 30 June 2010

Operating Agent
Mr. Frigt Salvesen
KanEnergy AS
Operating Agent on behalf of Royal Norwegian Ministry of Industry and Energy

Task News

Market Development for Advanced Housing Renovation
April 2010

Advanced and Sustainable Housing Renovation Handbook
June 2010

Presentations from Task 37
Seminar

www.iea-shc.org/task37

Der er endnu kun få erfaringer fra lignende afsluttede projekter i Danmark. I Frederikssund er for boligselskabet Domea ved boligforeningen Rosenvænget gennemført en omfattende energirenovering af facader og ventilationsanlæg samt nogle få øvrige installationer. Også her er facaderenoveringen udført med højisolerede præfabrikerede elementer. Projektet forventes at ende med et energibehov til rumopvarmning og ventilation som er på niveau med energiklasse 2015 jf. BR10. For yderligere oplysninger henvises til Bent Gordon Johansen, Domea.

I Albertslund er der gennemført en omfattende renovering af Albertslund Syd, hvor der også er gennemført analyser af forskellige energirenoveringsambitionsniveauer. For yderligere oplysninger henvises til Anders Dragheim, NOVA5 arkitekter.

Et andet interessant ambitiøst energirenoveringsprojekt er renoveringen af Hedebygadekareen på Vesterbro i København. I projektet er fokuseret på renovering af eksisterende ejendomme fra omkring år 1900 eller ældre. Esbensen har været involveret i 2 af disse projekter (Prisme med fokus på forøget dagslysadgang til etageboliger i en tæt bebyggelse, samt fleksible facader med fokus på etablering af en række forskellige facaderenoveringstiltag i ét fælles fleksibelt montagesystem).

For yderligere oplysninger henvises til Kurt K. Kristensen, SBS Byfornyelse.

Herudover er der i Engelsby, Flensborg gennemført et ambitiøst energirenoveringsprojekt af tre 8-etagers punkthuse. Projektet er en del af EU-projektet SHINE. For yderligere oplysninger henvises til Olaf Bruun Jørgensen, Esbensen A/S.

Endelig henvises til det internationale forsknings- og udviklingsprojekt IEA SHC Task 37: "Advanced Housing Renovation – Solar and Conservation".

I dette projekt findes en række eksempler på ambitiøse energirenoveringsprojekter i en række lande. For hvert af disse er udarbejdet en kort informativ brochure om de enkelte projekter. Disse kan downloades jf. nedenstående. Esbensen har deltaget i projektet og har som en del af dette arbejde udarbejdet en række koncepter som inspiration for ambitiøs renovering af etageboliger i DK. For yderligere oplysninger henvises til Olaf Bruun Jørgensen, Esbensen A/S.

I bilag 8 (selvstændig rapport) til denne afrapportering findes en nærmere sammenligning med en række tilsvarende lavenergirenoveringer i ind- og udlandet.

OBJ



Organisation

Organisationen omkring Klimaprojektet er grundlæggende en traditionel organisation omkring et alment byggeprojekt, dog suppleret på enkelte punkter.

Overordnet er bygherren afdeling 111, hvis beslutende organer er afdelingsmødet/beboermødet, og som repræsenteres af afdelingsbestyrelsen. Forretningsfører for afdelingen er AL2bolig.

Omkring Klimaprojektet og den efterfølgende helhedsplan er nedsat en styregruppe, bestående af 2-3 repræsentanter fra afdelingsbestyrelsen, AL2boligs hovedbestyrelse, administrationen i AL2bolig samt bygherrerådgiveren.

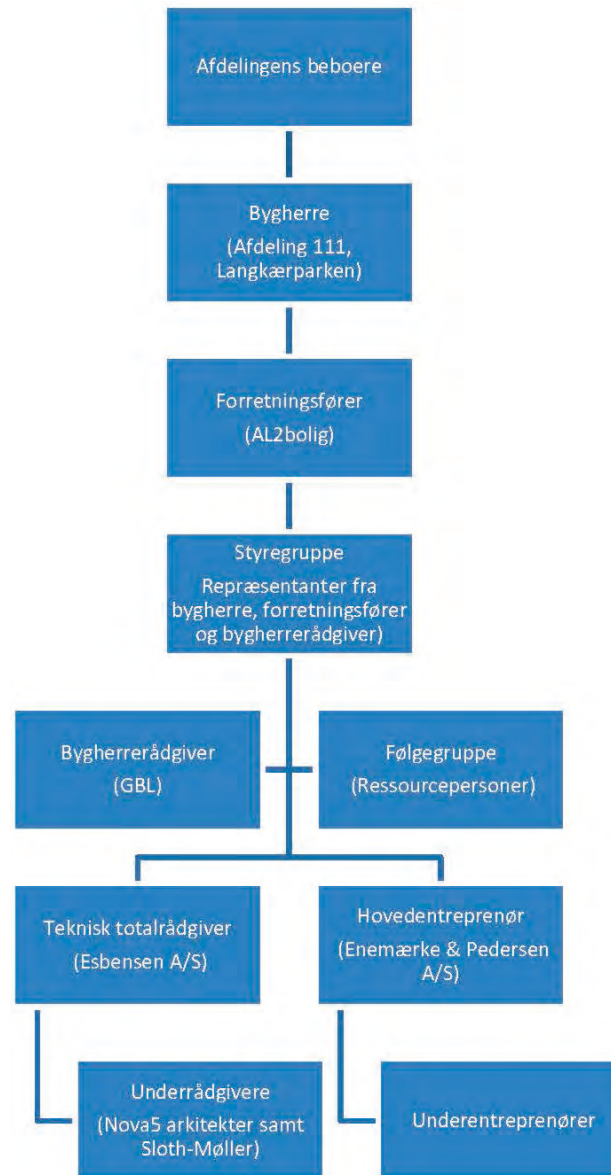
Der er tilknyttet en bygherrerådgiver, som støtter og faciliterer styregruppen og løser ad hoc opgaver undervejs.

Der er endvidere etableret en følgegruppe af ressourcepersoner fra forskellige dele af byggebranchen for at kvalificere Klimaprojektet, give sparring, udveksle viden og formidle projektets resultater.

Efter forudgående prækvalifikation og konkurrence blev tilknyttet en teknisk totalrådgiver med tilhørende hold af underrådgivere.

Efter forudgående prækvalifikation og udbud blev tilknyttet en hovedentreprenør med tilhørende hold af underrådgivere.

Denne organisation har vist sig at være velegnet til håndtering af opgaven. Grundlæggende var organisationsformen velkendt af alle involverede,



hvilket gav den nødvendige klarhed over kommunikation, kompetencer, kontraktforhold etc.

Der blev valgt udbud i hovedentreprise på grundlag af et færdigt projekt (med fire varianter), udarbejdet af teknisk totalrådgiver. Denne opdeling muliggjorde et omhyggeligt forarbejde med program, drøftelse af varianter, udbudsstrategi m.v. forud for entrepriseudbuddet. Havde vi i stedet valgt en totalentreprisemodel ville disse forudgående arbejder være yderligere komplicerede, lige som tilbudsprincippet med udbud på fire varianter (ambitionsniveauer) ville blive sløret.

Der blev som nævnt tilknyttet en følgegruppe af ressourcepersoner fra forskellige dele af byggebranchen for at kvalificere Klimaprojektet, give sparring, udveksle viden og formidle projektets resultater. Gruppen bestod af udviklingschef Susanne Højholt, Saint-Gobain Isover. Professor Per Heiselberg, Aalborg Universitet. Arkitekt Rie Øhlenschläger, AplusB. Arkitekt Inge Vestergaard, Arkitektskolen Aarhus. Ingeniør Olaf Bruun Jørgensen, Esbensen rådgivende ingeniør. Følgegruppen var sammensat således, at den på højt kvalificeret niveau dækkede både bygherre-/rådgiver-/leverandør-/forsknings- og undervisningsaspekterne. Følgegruppen er mødtes en række gange med styregruppen for bl.a. at drøfte ambitionsniveau, byggeprogram, dispositionsforslag, resultater, erfaringsudveksling, formidling etc. Følgegruppen har endvidere haft diverse materialer til udtalelse, lige som man fungerer som ambassadører for projektet. Følgegruppen har været meget værdifuld for projektet og har til fulde opfyldt de nævnte forventninger.

Udsagn fra de involverede parter

Lejere

I samarbejde med Ålborg Universitet blev der i maj måned 2012 gennemført en spørgeskemaundersøgelse om beboernes subjektive oplevelser med indeklimaet efter renoveringens afslutning. Spørgeskemaet omdelt til beboerne med henblik på skriftlig besvarelse, men besvarelsen kunne også foregå digitalt.

12 af de 22 husstande besvarede spørgeskemaet.

Samtidig gennemførte AL2bolig en helt tilsvarende spørgeskemaundersøgelse i en boligblok i Åbyhøj, som ligeledes er helt nyrenoveret, dog kun til energiklasse svarende til BR 2010. Udover det lavere ambitionsniveau med hensyn til energiklasse, er de 2 projekter forskellige med hensyn til valg af ventilationsløsning med varmegenvinding. Klimablokken er udstyret med et centralt styret varmegenvindingsventilationsanlæg, medens boligerne i boligblokken i Åbyhøj blev forsynet med et decentralt varmegenvindingsventilationssystem.

Vi skønner, at anlægsprisen pr. bolig for de 2 principielt forskellige løsninger er nogenlunde den samme. Vi har ønsket at få afklaret, om beboerne har forskellige oplevelser af ventilationskomforten ved de 2 løsninger.

Også i boligblokken i Åbyhøj svarede 50% af husstandene på spørgeskemaet.

Boligblokken i Åbyhøj er blevet vurderet af beboerne i 2 runder, nemlig en spørgeskemaundersøgelse i maj 2012 baseret på erfaringerne fra vinterhalvåret, og en undersøgelse igen i september 2012 baseret på erfaringerne fra sommeren 2012.

Sammendraget af besvarelserne skal naturligvis vurderes i forhold til de få besvarelser – 12 husstande ud af 22.

I begge boligblokke giver beboerne udtryk for, at de i meget høj eller høj grad er optaget af at passe på miljøet og spare på energien.

Desværre bærer besvarelserne i klimablokken præg af, at den samlede vurdering af indeklimaet – lys, temperatur, luftkvalitet – ikke forekommer bedre efter klimarenoveringen.

Der er mange nuancer i besvarelserne, men et gennemgående træk synes at være, at man føler sig i nogen grad umyndiggjorte i forhold til mulighederne for selv at kunne styre temperatur og ventilation. 71% af beboerne svarer, at der er situationer eller tidspunkter, hvor man ikke er tilfredse med indeklimaet i boligen.

I blokken i Åbyhøj er kun 27% ikke tilfredse i vinterundersøgelsen, medens sommerundersøgelsen dog har 60% utilfredse.

Det fremgår af besvarelserne fra Åbyhøj, at beboerne benytter sig af mulighederne for at påvirke ventilationsanlægget med tænd/sluk. Det fremgår også af besvarelserne, at beboernes overvejelser bl.a. er styret af, at ventilationsanlægget i drift bruger elektricitet.

Alt i alt er tilfredsheden med indeklimaet højere i boligblokken i Åbyhøj, men vi kan dog ikke frigøre os for tanken om, at klimablokkens relative manglende tilfredshed skyldes, at forventningerne har været stemt meget højt. Desuden kan man overveje, om de manglende besvarelser fra halvdelen af husstandene i virkeligheden skyldes en relativ

tilfredshed. Og at de modtagne besvarelser kommer fra kritiske beboere.

CP

Bygherre og styregruppe

Bygherren AL2bolig afdeling 111 Langkærparken besluttede at forankre det daglige bygherreansvar i en styregruppe sammensat som følger:

2 repræsentanter udpeget af afdelingsbestyrelsen samt afdelingens driftsleder

1 repræsentant udpeget af AL2boligs hovedbestyrelse

AL2boligs forretningsfører og tekniske chef

Bygherrerådgiveren

Projekteringslederen

Styregruppen refererede til både afdelingsbestyrelse og AL2boligs hovedbestyrelse

Styregruppen mødtes efter en i forvejen udarbejdet dagsorden ca. hver anden måned under hele projekteringsforløbet og i hele udførelsesperioden. Alle væsentlige byggetekniske og økonomiske forhold blev forelagt styregruppen til godkendelse. Formelt var styregruppens beslutninger dog først bekræftet ved afdelingsbestyrelsen henholdsvis hovedbestyrelsens efterfølgende stillingtagen til styregruppens mødereferater med de refererede beslutninger.

I praksis blev styregruppens velovervejede beslutninger altid efterfølgende taget til efterretning i både afdelingsbestyrelsen og i hovedbestyrelsen.

Erfaringerne med at forankre beslutninger i en bredt sammensat styregruppe er udelukkende po-

sitive i den konkrete byggesag, idet styregruppen både repræsenterede betydelig fagkundskab og det politiske niveau. Styregruppens beslutninger var altid enstemmige, men ofte som resultatet af en meget indgående behandling og debat om de rejste problemstillinger.

En forudsætning for denne vellykkede organisering af bygherre- og varetagerens samarbejde er selvsagt, at både afdelingsbestyrelsen og hovedbestyrelsen har absolut tillid til arbejdet i styregruppen.

CP

Bygherrerådgiver

Klimaprojektet er et fyrtårn for lavenergirenovering i Danmark. Det har som det første af sin art vakt stor opmærksomhed blandt byggeriets parter og andre interessenter. PR-værdien og brandingen af Langkærparken har været stor. Det har været givende at samarbejde med en så visionær bygherre, som tør at gå foran, også for egen regning. Det har også været givende at samarbejde med dygtige rådgivere og entreprenører på opgaven.

Projektet har været udfordrende, som følge af det innovative indhold. Men også udfordrende på den led, at her er tale om et pilotprojekt, der naturligvis er underlagt beboerdemokratiet med de muligheder og begrænsninger, der ligger heri.

Som vigtige erfaringer kan nævnes, at det nu er bevist, at man på en god måde kan lavenergirenovere boligblokke. Det er også vist, at lavenergirenovering på nuværende økonomiske vilkår er meget problematisk. Lavenergirenoveringen bør kombineres med forbedringer af lejemålene, så

beboerne oplever en forbedret bolig. Det er som altid bedre at arbejde med realistiske frem for optimistiske tidsplaner. Det er vigtigt at kommunikere direkte med de enkelte beboere om deres respektive forhold.

TG

Følgegruppe

Der blev som nævnt tilknyttet en følgegruppe af ressourcepersoner fra forskellige dele af byggebranchen for at kvalificere Klimaprojektet, give sparring, udveksle viden og formidle projektets resultater.

Gruppen bestod af:

- Udviklingschef Susanne Højholt, Saint-Gobain Isover.
- Professor Per Heiselberg, Aalborg Universitet.
- Arkitekt Rie Øhlenschläger, AplusB.
- Arkitekt Inge Vestergaard, Arkitektskolen Aarhus.
- Ingeniør Olaf Bruun Jørgensen, Esbensen rådg. ing.

Byggeskadefonden fik tilbudt en plads, men sagde nej tak. Ligeledes fik Aarhus Kommune tilbudt at sidde med i følgegruppen, men har af praktiske årsager ikke kunnet deltage.

Følgegruppen var sammensat således, at den på højt kvalificeret niveau dækkede både bygherre-/rådgiver-/leverandør-/udviklings-/forsknings- og undervisningsaspekterne.

Følgegruppen er undervejs mødtes fire gange med styregruppen for bl.a. at drøfte ambitionsniveau,

byggeprogram, dispositionsforslag, resultater, erfaringsudveksling, formidling etc. Følgegruppen har endvidere haft diverse materiale til udtalelse, lige som man fungerer som ambassadører for projektet.

Det er projektledelsens opfattelse, at følgegruppen har været meget værdifuld for projektet, har tilført betydelig merværdi og til fulde har opfyldt de nævnte forventninger.

Følgegruppemedlemmerne har tilsvarende oplevet det som interessant og værdifuldt for dem at medvirke. Man har draget vigtig erfaring herfra, man har sparret med andre ressourcepersoner, man har kunnet sammenligne med andre projekter, man har høstet viden, som kan bruges i f.eks. forskning og undervisning.

TG

Totalrådgiver

Projektet har taget livtag med en af de største udfordringer i forhold til nedbringelsen af energiforbrug og CO2 udledning fra byggeriet gennem renovering af den eksisterende bygningsmasse. Projektet er grebet an på en måde, der gennem byggeriets forskellige faser giver mulighed for at udtrække god læring af de erfaringer, der er gjort. Som eksempel herpå kan nævnes Bygherrens indledende overvejelser omkring klimarenoveringen som frontløber for en helhedsplan, der udmynter sig i en renovering af de eksisterende boligblokke i afdelingen. Desuden har arbejdet med den beboer-demokratiske proces givet indblik i de beslutningsprocesser som renovering i den almene sektor omfatter. Derudover udbuddet i de 4

energiklasser for at skabe overblik over den økonomiske ramme i direkte relation til målsætningen på energi og miljø, og endelig den efterfølgende monitorering og rapportering som base for erfaringsopsamling og videndeling. Denne samlede proces har været givende at deltage i og har givet unik læring som totalrådgiver i forhold til styring af proces og tidsplan på denne type projekter.

Generelt har det i øvrigt været en stor fordel for projektet, at AL2 bolig havde stor erfaring med og iver omkring at sørge for et højt informationsniveau til beboerne. Det gælder både i den indledende proces og under byggeriet.

Ingeniørrådgiver

I projektet har der været gjort en række tiltag for at nå energimålet - lavenergi klasse "0" svarende til den nuværende energiklasse 2020. Byggeriet er grundet tidspunktet for myndighedsgodkendelsen bygget i h.t. Br08, og der var således ikke konkret som i BR10 defineret klare krav til LEK2020. Trods det viser beregningerne, at bygningen mere end lever op til Lek2020 i relation til den samlede energiramme.

De tekniske tiltag i byggeriet har spændt vidt fra det mekaniske ventilationsanlæg, over solvarme og til solceller. Af udfordringer i projektet kan nævnes de pladsmæssige forhold over lofter i lejlighederne, samt kælderens. Desuden var det et udtalt ønske at løse udfordringen omkring tæthed ved renovering udtrykt i det konkrete byggeri som en øvelse i samlingen mellem nye lette ydervægs-elementer og den eksisterende betonkonstruktion

i varierende kvalitet. Der blev fundet løsninger, der medførte en bygningstæthed, der gennemsnitligt for de målte lejligheder er under kravet til LEK2015 i dag.

Endelig har solfangeranlæggets regulering via CTS vist sig at være en udfordring i forhold til samkøring med det øvrige anlæg, og der har været udfordringer omkring luftlommer i anlægget.

ASW

Arkitekturrådgiver

NOVA5 har deltaget i mange forskellige renoveringssager, og vi har derfor oplevet mange forskellige ambitionsniveauer fra bygherrer.

Det har været en meget positiv oplevelse på denne byggesag at arbejde sammen med en bygherre, der sætter overliggeren højt. Mange gange i tidligere byggerier, hvor vi har foreslået miljø- og energitiltag, er de blevet sparet væk.

Dialogen i udviklingen af projektet har været frodig, men det har også været en beslutningsdygtig organisation. Det har været frugtbart at have de faglige debatter med følgegruppen.

NOVA5 har været impliceret i flere renoveringer af den aktuelle bygningstype, Boligselskabernes Etagebyggeri, også kaldet "Sydjyllandsplanen", og det har i den sammenhæng været en særlig tilfredsstillelse at kunne trække på tidligere erfaringer og videreudvikle afprøvede metoder og løsninger.

Således var den radikale løsning med at fjerne de gamle betonfacadebrystninger resultatet af erfaringer med at se en entreprenør montere fa-

cadeisolering på stedet i 10 graders frost og stærk blæst. Ved at fjerne hele facaden fik vi optimale forhold for at udføre en tæt facade uden kuldebroer, og hele facaden blev produceret på fabrik under kontrollerede forhold - det er langt mere rationelt og med større sikkerhed for kvaliteten!

Fire alternativer

Set i bakspejlet var der ikke ret stor forskel på de fire modeller set med arkitektøjne - bortset fra BR08-modellen, der var uden indblæsning i ventilationen, så der kunne man bl.a. undlade det nedhængte loft i gangzonen og den lodrette skakt. Forskellen på de tre øvrige modeller var primært omfang af solpaneler og -fangere samt kvalitet af vinduer. Arkitektonisk var der kun ubetydelig forskel.

De tre modeller med ventilationsskakt havde den store fordel, at de gav mulighed for at flytte køkkenet, hvilket gav en mangfoldighed af boligtyper. Vi oplevede, at beboerne satte stor pris på disse valgmuligheder.

To ting der ærgrer mig er, dels at det viste sig, at de store skydedøre mellem stuer og altaner i den valgte høje energiklasse blev meget tunge at betjene, dels at den (overflødig?) konvektor foran de samme glaspartier ikke blev monteret oppe på siden af det nedhængte loft.

Det havde været meget flottere, havde minimeret rørtræk under gulv og havde været en konsekvent løsning af energiforsyningen.

Alt i alt har det været en positiv proces, og vi synes med et godt resultat.

AD

Hovedentreprenør

Enemærke & Petersen A/S oplevede her en byggherre, som var så ambitiøs, at han ville renovere en boligblok, så resultatet af det færdige byggeri skulle være fuldt på højde med nybygget nulenergibyggeri.

E&P har bygget meget energimæssigt nybyggeri med meget ambitiøse bygherrer. Det var derfor, at vi med store forventninger gav os i kast med en renoveringssag, der ville give os erfaringer og viden, om dette var muligt. Specielt var vi spændt på, om vi kunne strippe det oprindelige hus ned til et råhus.

Blokken blev strippet fuldstændigt indtil det bærende råhus, og man konstaterede, at de gamle bærende betonelementer var helt i orden, demon-

teringen af de gamle sandwich betonelementer gik fuldstændigt smertefrit.

Selve råhusets sammenstøbninger var utætte pga. mangelfulde udstøbninger ved opførelsen, men da disse var eftergået, stod der et råhus som modsat nybyggeri var knastørt.

Det endelige byggeri eller slutprodukt var fuldt ud på højde med nybyggeri og på visse punkter bedre, f.eks. ingen udtørring, omkringliggende haver og infrastruktur er bibeholdt, næsten alle forsyningsledninger ind i husets kælder kunne bruges

Set udefra er byggeriet udseendemæssigt flot som et nybyggeri.

Erfaringen vedr. energibyggeri i dette omfang var stor, og forventningen var, at vi byggede et hus,

der ville ende med at producere mere energi, end det brugte.

Der blev afholdt kick-off-møde med alle parter, møder med alle naboer, nuværende og genhusede beboere. Her blev det også oplyst, hvem E&P var, og hvordan sagen ville blive grebet an.

Efter opstarten, hvor alle de involverede parter så hinanden an, opstod der et helt fantastisk samarbejde.

Erfaringen fra klimaprojektet er:

- at det ikke er svært at skille et gammelt betonelementhus.
- at det er hurtigt og super at bygge videre på.
- at da vi først lærte hinanden at kende, så blev samarbejdet med alle parter bedre end på Sjælland.





Formidlingsoversigt

Afledt udviklingsprojekt og facaderenovering

Tidligt i projektfasen blev det besluttet, at blokens indgangsfacader skulle skrottes, da facadekonstruktionen hverken kunne tillægges nogen væsentlig byggeteknisk, energioekonomisk, totaløkonomisk eller arkitektonisk æstetisk værdi. Den oprindelige facade blev erstattet med præfabrikerede højisolerede facadeelementer, og det viste sig, at man til sidst i facadelukningsprocessen kunne lukke en etageopgang på 2 arbejdsdage, en dag til de 3 boliger til venstre og tilsvarende en dag til de 3 boliger til højre for trappeopgangen.

Med henblik på at videreudvikle en industrialiseret tilgang til kommende facaderenoveringer i bl.a. Langkærparken har klimaprojektet derfor været

en væsentlig inspiration til et udviklingsprojekt efter almenboliglovens forsøgs- og udviklingsmidler.

Dette forsøgsprojekt "Bygherrekrav til opnåelse af bedre, hurtigere og billigere energifacaderenoveringer af etageboliger opført 1960 – 1976" arbejder desuden også med afsæt i evalueringsmetoder i Klimablokken med udvikling af generelle værktøjer til effektevaluering af renoveringsarbejder.

Udviklingsprojektet er støttet af Boligministeriet med et tilskud på 1 mio. kr., og det forventes, at en kreds af almene bygherrer går sammen om prækvalifikation og rammeudbud af facaderenoveringer med henblik på at nyttiggøre projektets anbefalinger og værktøjer.

Formidling

Med støtte af Realdania har AL2bolig desuden brugt mange ressourcer på formidling og fremvisning af klimablokken. Blokken har været besøgt af endog særdeles mange almene boligorganisationer og tekniske rådgivere, foreningen Almenet, uddannelsesinstitutioner m.v.. De tekniske rådgivere og AL2bolig har formidlet erfaringer fra projektet ved en række konferencer i løbet af 2010 – 2012.

Projektet er omtalt i ny litteratur om renovering og klimaprojekter og tilmed i en nylig bogudgivelse fra Dansk Bygningsarv. Ligesom projektet har været ret detaljeret omtalt i fagtidsskrifter.

I bilag 1 findes en nærmere oversigt over formidlingen.



Bilag 1

Besøg, fremvisninger og præsentationer

Der har gennem hele forløbet været meget stor interesse fra forskellig side for at høre om Klima-projektet og besøge stedet. Nedenfor findes en oversigt over de kendte besøg, fremvisninger og præsentationer forestået af AL2bolig i perioden fra maj 2010 til juni 2012. Her ud over har mange på egen hånd været forbi for at se byggeriet tage form og beundre det færdige resultat. Endelig bør det også nævnes, at projektets rådgivere på forskellig vis har præsenteret projektet på konferencer, kurser etc.

Samlet set er der registreret godt 1.800 gæster/tilhørere. Heraf har 1.300-1.400 personer været på besøg, mens 400-500 har hørt om projektet på konferencer og lignende. Lægges hertil de "private gæster", samt de der har modtaget information på andre konferencer og kurser end de her nævnte, nærmer tallet sig sandsynligvis de 2.500.

De besøgende spænder fra egne beboere i Langkærparken og AL2boligs andre afdelinger, via gæster fra andre almene boligorganisationer, fagfolk af forskellig art (arkitekter, ingeniører, entreprenører, leverandører), myndigheder (kommuner, forsyningsselskaber, kreditinstitutioner, Landsbyggefond, folketingspolitikere m.fl.), studerende fra en række uddannelsesinstitutioner (arkitekt, ingeniør, konstruktør), til pressen samt interesseorganisationer. Næsten alle besøgende har været fra Danmark.

Udstillingslejligheden og hele blokken har selvfølgelig været de vigtigste informationsværktøjer, men også informationsfolderne på dansk og engelsk, planchematerialet og mock up af facadeudsnit har været værdifulde værktøjer i formidlingsøjemed.

Dato	Gæster/tilhørere	Antal deltagere
05-09-10	Klimablokkens beboere	25
28-09-10	Kinesisk delegation	16
30-09-10	Bestyrelsen, afd. bestyrelsen og administrationen	25
02-10-10	Frederikshavn Boligforening	70
13-10-10	Helsingør Boligselskab	25
14-10-10	Ejendomsforvaltningen	10
17-11-10	Almennet	15
15-12-10	Forretningsførere i Århus	10
16-12-10	Lejerbo + Kompetencecenter Århus	10
10-01-11	René Skau Bjørnsson, MF	1
18-01-11	Nykredit	3
02-02-11	Andreas Kragh, MT Højgaard	1
10-02-11	Inspektører hos ÅMC	5
18-02-11	Niras	1
22-02-11	Kick off møde, bygherrekrav energifacaderenov.	25
10-03-11	Energikonsulenter + inspektører	12
25-03-11	Medborgercenter Tilst	3
17-05-11	Bf. Århus Omegn/Rosenhøj	10
28-04-11	Bf. Århus Omegn	6
28-04-11	JP Århus	1
28-04-11	Rosenhøj	10
30-04-11	Åbent hus	250
01-05-11	Åbent hus	250
08-05-11	TV2 Østjylland	3
12-05-11	Realdania	2
26-05-11	Socialministeriet	3
27-05-11	Sahl Arkitekter	30
30-05-11	Fremtidsforsker Jesper Bo Jensen	2
14-06-11	DAI + boligforeninger	20
15-06-11	Fællesmøde helhedsplan, afd. best. 111 m.fl.	20
16-06-11	Rambøll	20
17-06-11	Bf. Skt. Jørgen Holstebro	7
17-08-11	Bovia, AAB Kolding + Nykredit	18
29.08.11	Boligkontoret Fredericia	15
24-09-11	Kuben Management	30
30-09-11	Arkitekturens dag, anslået	50
12-10-11	AffaldVarme, Aarhus	8
02-09-11	Almene bolig dage, projektpræsentation på messe, over	200
03-09-11	Almene bolig dage, projektpræsentation på messe, over	100
07-10-11	Landsbyggefonden m.fl.	10
29-10-11	Bf. Bo-Vest	9
10-11-11	Energiforum Roskilde, konference, præsentation inkl. Realia	31
14.11.11	Energiforum Horsens, konference, præsentation	50
09.11.11	Enemærke & Petersen entreprenørfa.	10
17.11.11	Bolig.nu Fredericia, Århusark. Og DAI	32

Dato	Gæster/tilhørere	Antal deltagere
25.01.12	Aarhus Tech	25
22.02.12	Arkitektskolen Aarhus	25
23.02.12	VIA Horsens, bygningskonstruktørstuderende	35
29.02.12	Arkitema, Effekt og ing. fa. Viggo Madsen	15
06.03.12	Boligselskabet Viborg	7
11.04.12	Boligkontoret Danmark, Ribe	14
11.04.12	Bascon Århus	5
28.04.12	Arkitektskolen Aarhus	30
26.04.12	Præsentation på VIA Horsens	60
10.05.12	Arbejdernes Boligforening Vordingborg	2
21.05.12	Lionsklubben Hvorslev	15
24.05.12	Domea Høje Tåstrup, Byggeafdelingen	9
07.06.12	Skanderborg Andelsboligforening	15
08.06.12	Nørresundby Boligselskab	60
08.06.12	Arbejdernes Boligforening Vordingborg	22
14.06.12	Esbjerg Kommune, teknik og miljøforvaltningen	21
	I alt	1814

Omtale og præsentationer

Klimaprojektet har fået meget bred omtale i fag- og dagspressen, på hjemmesider og på konferencer. Her følger en fortegnelse. Listen er ikke udtømmende, men giver dog en god indikation af omfang, fora etc.

Omtale i bøger

"Energi + arkitektur". Solar City Copenhagens Forlag, 2012.

Omtale i artikler

"Energioptimering af Etageboligblok, Langkærparken, Tilst, Århus." Per Heiselberg, AAU, DCE Technical Report No. 97. Juni 2010.

"Langkærparken – fra energisluger til bæredygtigt byggeri". Lise Bøgevald Sørensen, AL2bolig. Artikel i fagbladet Bæredygtige byer og bygninger, 1/2010.

"Et fyrtårn af en boligblok", "Hjem til mere lys og bedre komfort" samt "Et projekt, som vil sætte standarder". Fagbladet Dansk VVS, februar 2011.

"Transforming the existing building stock to high performed energy efficient and experienced architecture". Inge Vestergaard, Aarhus School of Architecture, 17.11.2011. Paper presented at 4th Nordic Passive House Conference, Helsinki, Finland.

"Architectural freedom and industrialized architecture – retrofit design to passive house level". Inge Vestergaard, Aarhus School of Architecture, 29.06.2012. Paper presented at the conference Passivhus Norden 2012.

Omtale i dagspressen

"Klar til klimarenovering af betonbyggeri". Morgenavisen Jyllands-Posten, 16.06.2009.

"Åbent hus i Langkærparken". Lokalavisen Aarhus, 22.04.2011.

"Boligblokkens version af Den grimme Ælling". Aarhus Stiftstidende, 30.04.2011.

"Tilbage til fremtiden". Morgenavisen Jyllands-Posten, 30.04.2011.

Omtale på nettet

AL2boligs hjemmeside: <http://www.al2bolig.dk/Default.aspx?ID=3850>

Bo-energi.net's hjemmeside: <http://bo-energi.net/cases/Klimaprojekt%20i%20Langk%C3%A6rsparken>

Databasen Dansk Byøkologi: <http://www.dansk-byokologi.dk/projectinf.asp?iProjectId=464&s1=Bygherrerådgiver&s2=Arkitekt&s3=Ingeniør&s4=Bygherre&iSubProjectId=>

AlmenNet's hjemmeside (inspirationskatalog): <http://inspirationskatalog.dk/projekter/energi-miljoe/2010/stor-energirenovering-af-klimaskaermen-i-langkaerparken,-tilst>

Den almene forsøgspuljes hjemmeside: http://www.denalmeneforsogspulje.dk/media/129959/20121024_forord_web.pdf

Sund og energirigtig renovering

http://www.plan-c.dk/pic_m/8_verdi_184_Bilag2_dp4_energirigtigogsundrenovering_ldekatalog.pdf

Film

"En bedre blok i Langkærparken". Janus Film, 11.04.2011. <http://janusfilm.dk/uploads/media/2011-04-11-energiblok-janusfilm.wmv>

Præsentation på konferencer

Hillerød, FBBB temadag, 14.04.2010

Almene Boligdage, BL messe, 02.-03.9.2011

Energiforum Roskilde, konference, 10.11.2011

Energiforum Horsens, konference, 14.11.2011

VIA Horsens, FBBB temadag 26.04.2012

Solceller i boligorganisationer, temamøde, Ecopark og Solar City Copenhagen, Aarhus, 02.10.2012

Kurser i energirenovering af etageboliger for Byggecentrum (2 stk.). www.byggecentrum.dk

Foredrag afholdt for kursusdeltagere på kursus om renovering af etageboliger "on location". Link til udviklingsprojekt omkring energirenovering: <http://rum1.aarch.dk/index.php?id=85580>

TG

Dato	Arrangement	Titel - Præsentation
2009.03.26	Byggesocietetet, Bæredygtig renovering - med fokus på Energiforbedringer, SBI	Energirenovering - eksempler og erfaringer fra udvalgte projekter i Danmark og internationalt, Olaf Bruun Jørgensen
2009.04.24	Henning Larsen Arkitekter, Hvordan kan energirenovering drives af drømme	Hvordan kan energirenovering drives af drømme? Olaf Bruun Jørgensen
2009.06.20	Efteruddannelseskursus – Energirenovering Inspiration, overblik og State of the Art	Praksiserfaringer fra renoveringsprojekter, Olaf Bruun Jørgensen
2009.08.13	Grøn mønt i grå boligmasse? Debatmøde i Almen Boligforum	Bæredygtig renovering – Hvordan? Olaf Bruun Jørgensen
2009.10.23	Frederiksberg Boligfond Energirenovering	Miljø & Bæredygtighed, Olaf Bruun Jørgensen
2010.02.25	Kursusdag i forbindelse med udviklingsprojektet Sund og energirigtig renovering af etageboliger, Arkitektskolen aarhus	Energirenovering i praksis med udgangspunkt i Langkærparken, Tilst, Amdi Schjødt Worm
2010.04.22	AlmenNet, Bygherreforeningen og Ejendomsforeningen Danmark ENERGIRENOVERING AF LEJEBOLIGER HVAD GØR VI OG HVORDAN FÅR VI RÅD?	Løsninger der virker, Olaf Bruun Jørgensen
2010.08.24	BoligfondenKuben - strategidag ENERGI & BÆREDYGTIGHED	Det energineutrale byggeri, Olaf Bruun Jørgensen
2010.09..23	VIA University, Horsens Temadag om energirenovering	State of the art i DK, energirenovering af Langkærparken, Tilst, Amdi Schjødt Worm
2010.11.29	Faggruppemøde, Kuben Management Lavenergiklasser og energirenovering	De nye lavenergiklasser, Olaf Bruun Jørgensen
2011.01.26	IBC Euroforum, Energieffektiv renovering og drift af eksisterende byggeri	Praktiske erfaringer med store energiprojekter, Olaf Bruun Jørgensen
2011.11.24	Nohr-Con, Kursus om energioptimering af plejeboligbyggeri	Energirenovering, grønne tage og modernisering af Fælledgården, Olaf Bruun Jørgensen
2012.01.19	Præsentation i Green network Aarhus – Tema aften om energirenovering	Renovering eksisterende bygninger Amdi Schjødt Worm
3 kurser i løbet af 2012	Kurser i energirenovering i Byggecentrum-regi	Energirenovering af etageboliger - praksiserfaringer, Amdi Schjødt Worm



Bilag 2

Indeklimamålinger

Denne rapport indeholder måleresultater fra indeklimamålinger i tre udvalgte lejligheder i den færdigrenoverede Klimablok, og tre i en lejlighedsblok som ikke er renoveret, kaldet referenceblok.

Der er foretaget målinger i følgende lejligheder i Langkærparken:

- Klimablok nr. 20, 1. th.
- Klimablok nr. 22, st. mf.
- Klimablok nr. 24, 1. tv.
- Referenceblok nr. 8, 2. mf.
- Referenceblok nr. 10, 1. th.
- Referenceblok nr. 10, 2, tv.

Indeklimamålingerne består af en temperaturmåling i to forskellige rum i hver lejlighed. En på altanen og en i stuen. Den målte temperatur beskriver således det termiske indeklima. Temperaturmålingerne er foretaget hver time i et helt år, fra d. 1. oktober 2011 til d. 30. september 2012.

Graferne for målinger vises i denne rapport, mens der henvises til Excel-arket "Bilag, indeklimamålinger" for datasættene til graferne.

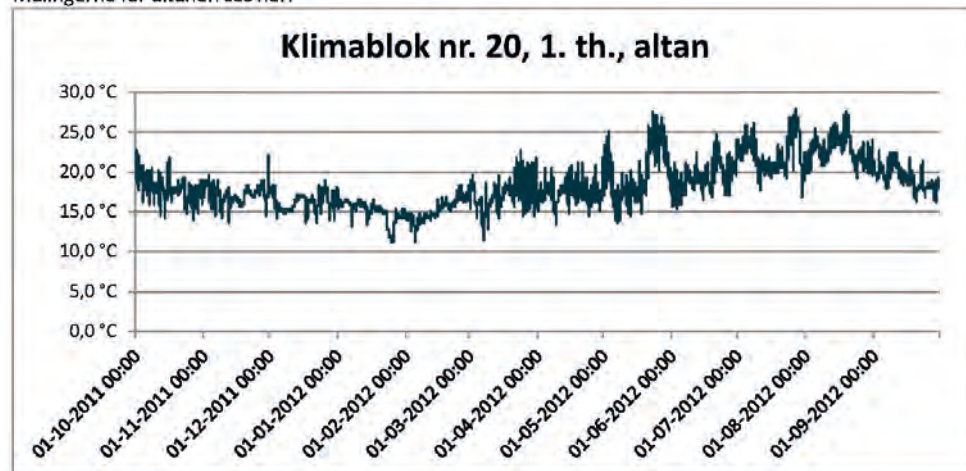
Bilagsoversigt

- Bilag 1: Klimablok nr. 20, 1. th., altan
- Bilag 2: Klimablok nr. 20, 1. th., stue
- Bilag 3: Klimablok nr. 22, st. mf., altan
- Bilag 4: Klimablok nr. 22, st. mf., stue
- Bilag 5: Klimablok nr. 24, 1. tv., altan
- Bilag 6: Klimablok nr. 24, 1. tv., stue
- Bilag 7: Referenceblok nr. 8, 2. mf., altan
- Bilag 8: Referenceblok nr. 8, 2. mf., stue
- Bilag 9: Referenceblok nr. 10, 1. th., altan
- Bilag 10: Referenceblok nr. 10, 1. th., stue
- Bilag 11: Referenceblok nr. 10, 2, tv., altan
- Bilag 12: Referenceblok nr. 10, 2, tv., stue



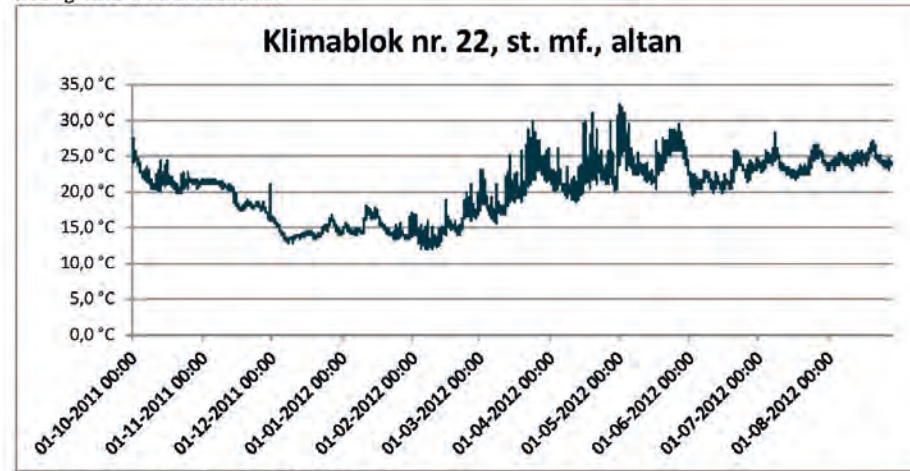
KLIMABLOK NR. 20, 1. TH.

Målingerne for altanen ses her:

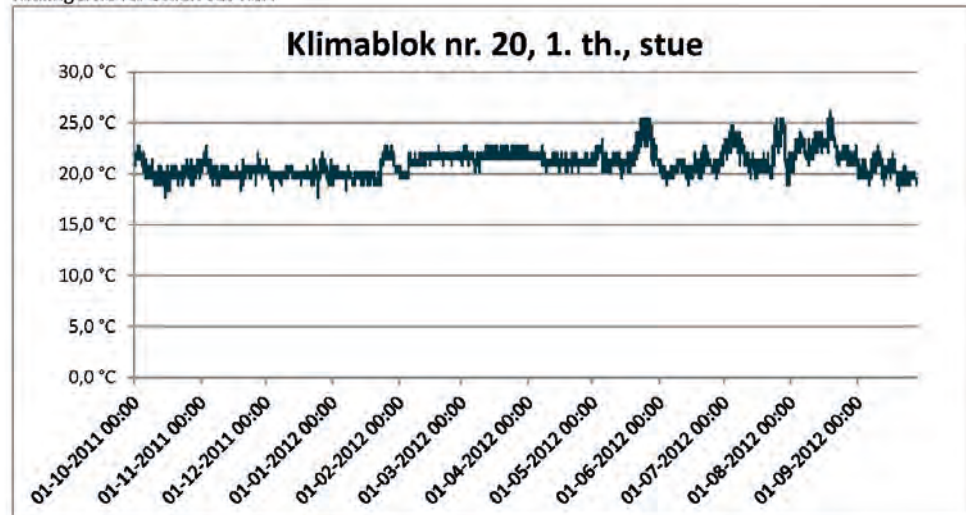


KLIMABLOK NR. 22, ST. MF.

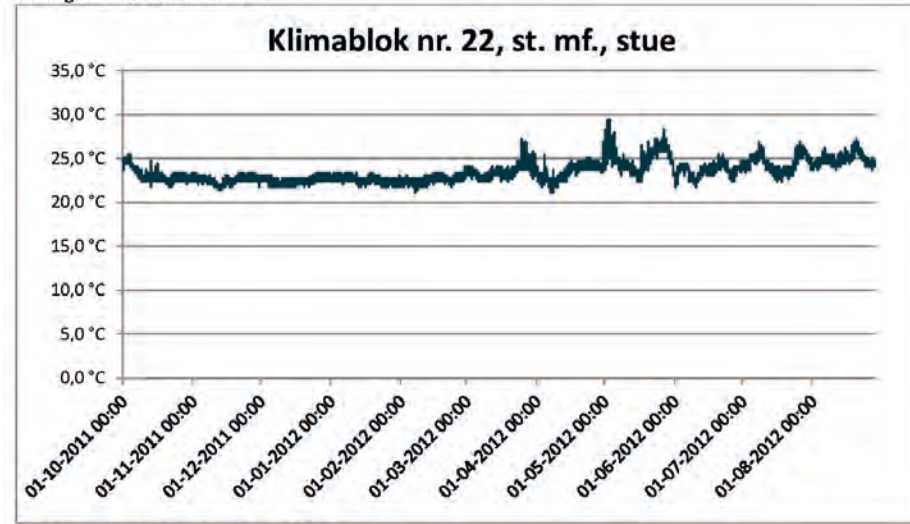
Målingerne for altanen ses her:



Målingerne for stuen ses her:

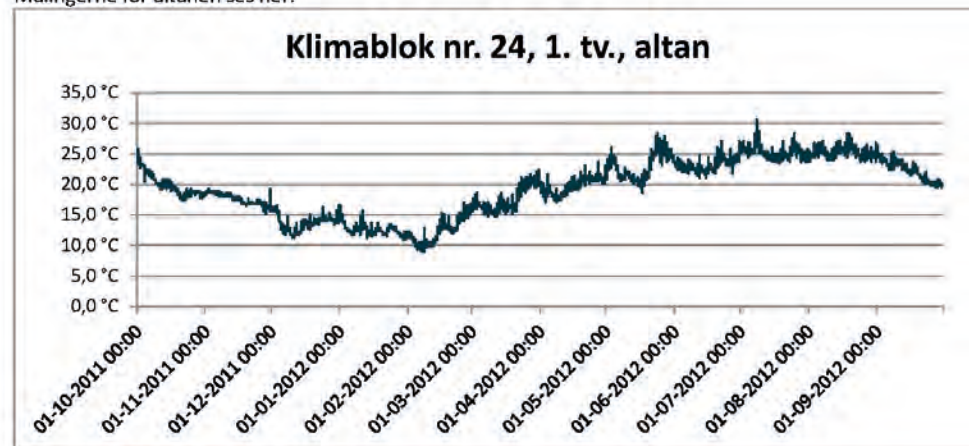


Målingerne for stuen ses her:

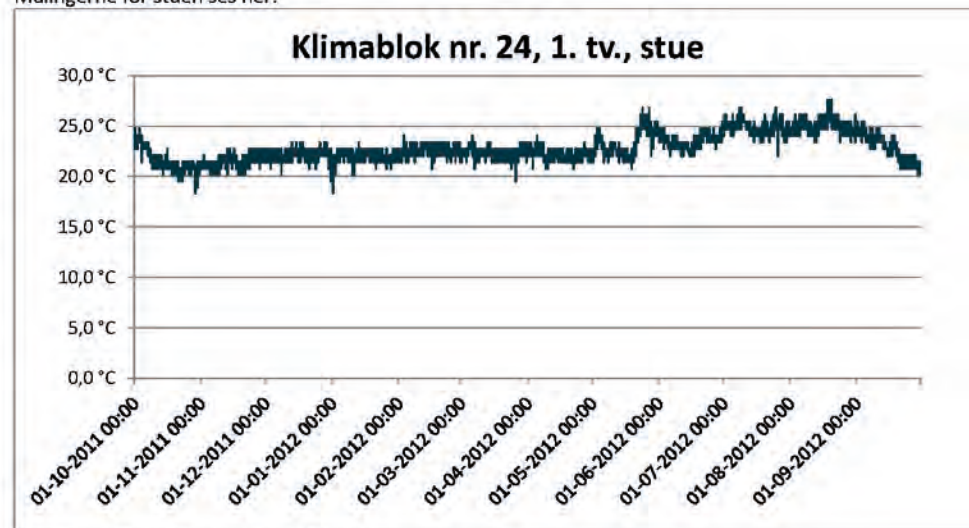


KLIMABLOK NR. 24, 1. TV.

Målingerne for altanen ses her:

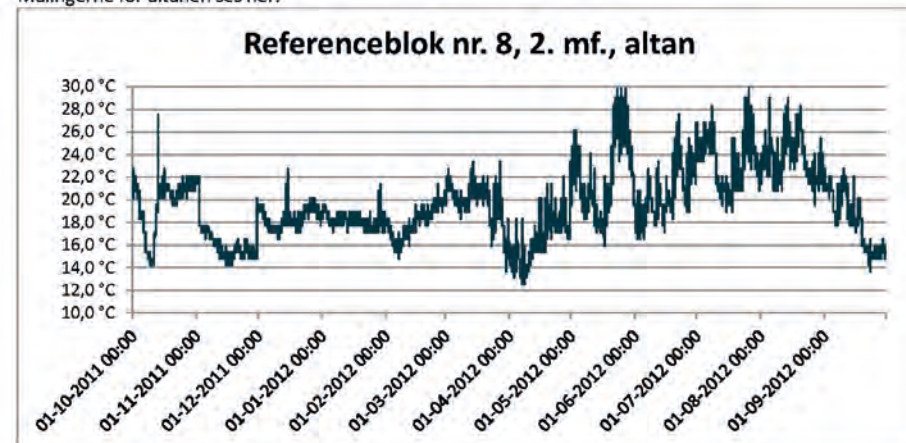


Målingerne for stuen ses her:

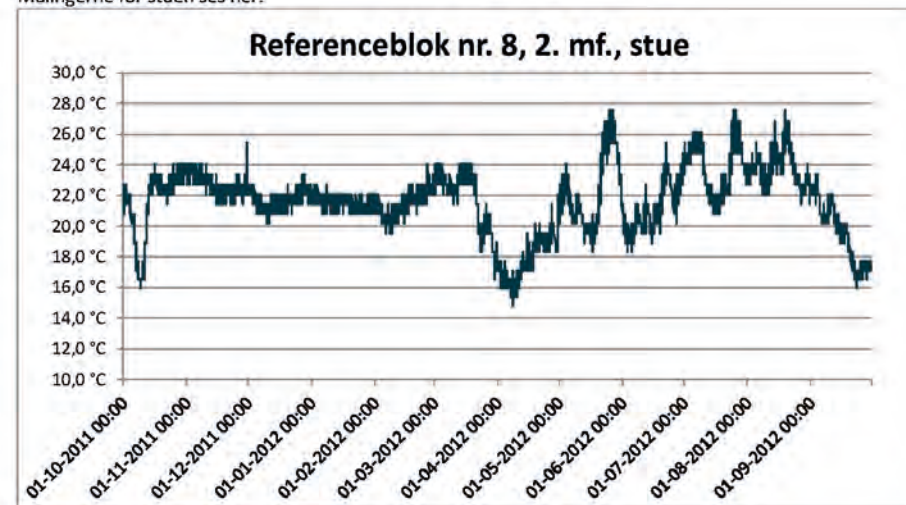


REFERENCEBLOK NR. 8, 2. MF.

Målingerne for altanen ses her:

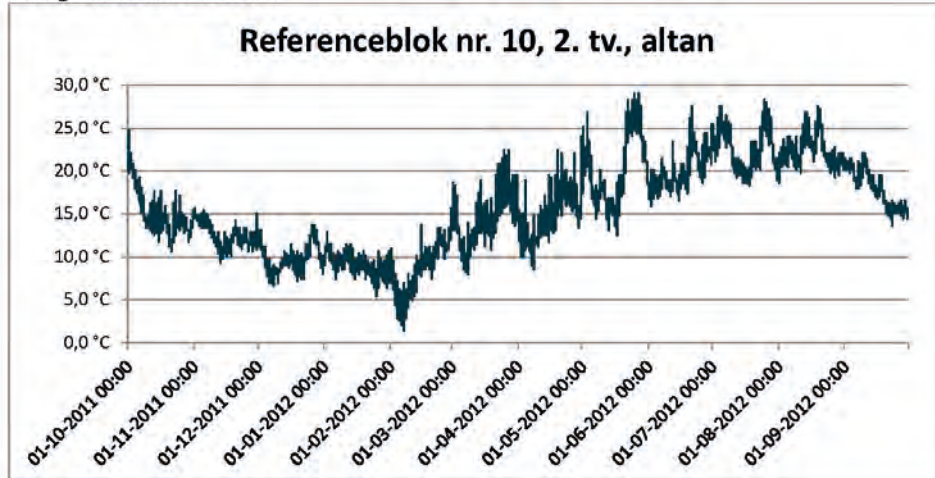


Målingerne for stuen ses her:



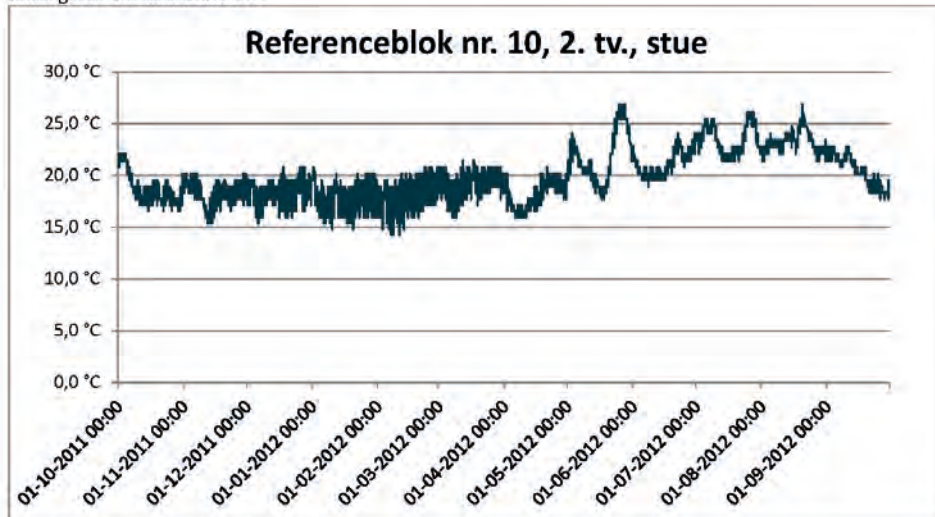
REFERENCEBLOK NR. 10, 2, TV.

Målingerne for altanen ses her:



For datasættene henvises der til bilag 11.

Målingerne for stuen ses her:

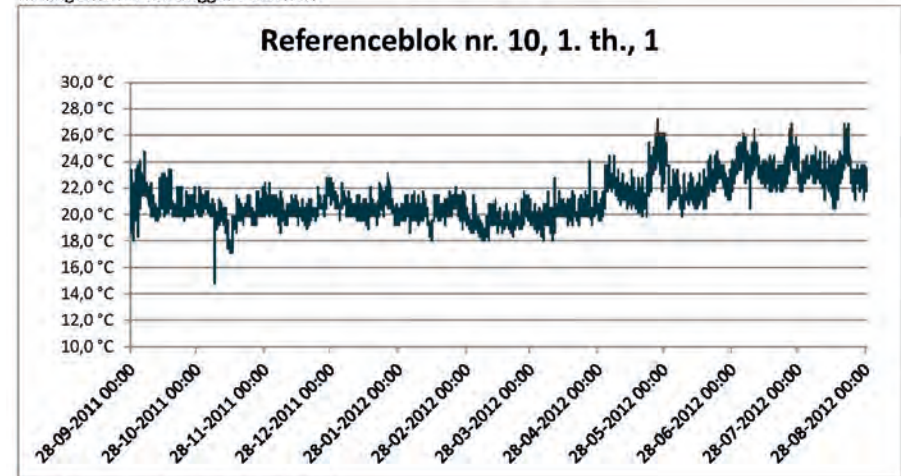


For datasættene henvises der til bilag 12.

REFERENCEBLOK NR. 10, 1. TH.

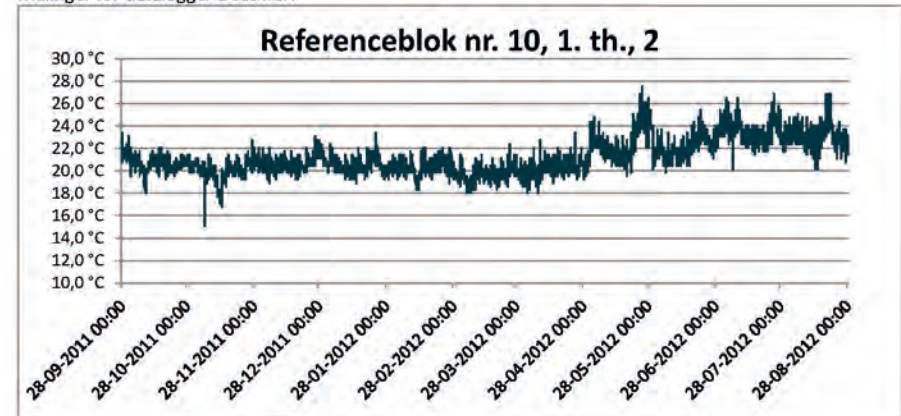
Målingerne i denne lejlighed er desværre ikke brugbare, idet målingerne er identiske bortset fra den første måned af måleperioden, og beboeren i lejligheden har samtidig ikke identificeret, hvilken datalogger der var placeret i stuen, og hvilken der var placeret på altanen. Endvidere har dataloggeren ikke foretaget målinger i den sidste måned af perioden.

Målingerne for datalogger 1 ses her:



For datasættene henvises der til bilag 9.

Målinger for datalogger 2 ses her:



For datasættene henvises der til bilag 10.





Bilag 3

Kvartalsrapport 4. kvartal 2011

Udarbejdet af Esbensen A/S

Dette notat omhandler dataudtræk og evaluering af disse for 4. kvartal (Oktober-december) på Klimablokken, Langkærparken.

Sammenligning af målt og beregnet energiforbrug

Der er taget udgangspunkt i de målte værdier fra 4. kvartal 2011. Data er opstillet i regnearksform og sammenholdt med de beregnede værdier fra Be06 beregningen, svarende til det færdige byggeri. Der sammenlignes på følgende parametre:

- Energiforbrug til rumopvarmning, indeholdende både kælder og lejligheder.
- Energiforbrug til opvarmning af varmt brugsvand.
- Energiproduktion fra solvarme.
- Energiproduktion fra solceller.

Målinger og korrektioner

Energiforbrug kan opdeles i to kategorier. Det graddøgnsafhengige forbrug (rumvarme) og det graddøgnsuafhængige forbrug (varmt brugsvand). For at kunne foretage en tilnærmet sammenligning mellem en målt og beregnet størrelse er det vigtigt, at så mange forudsætninger som muligt er ens mellem det beregnede og det målte. I forhold til rumvarmeforbruget skal der således foretages nogle korrektioner på den målte værdi. Korrektioner

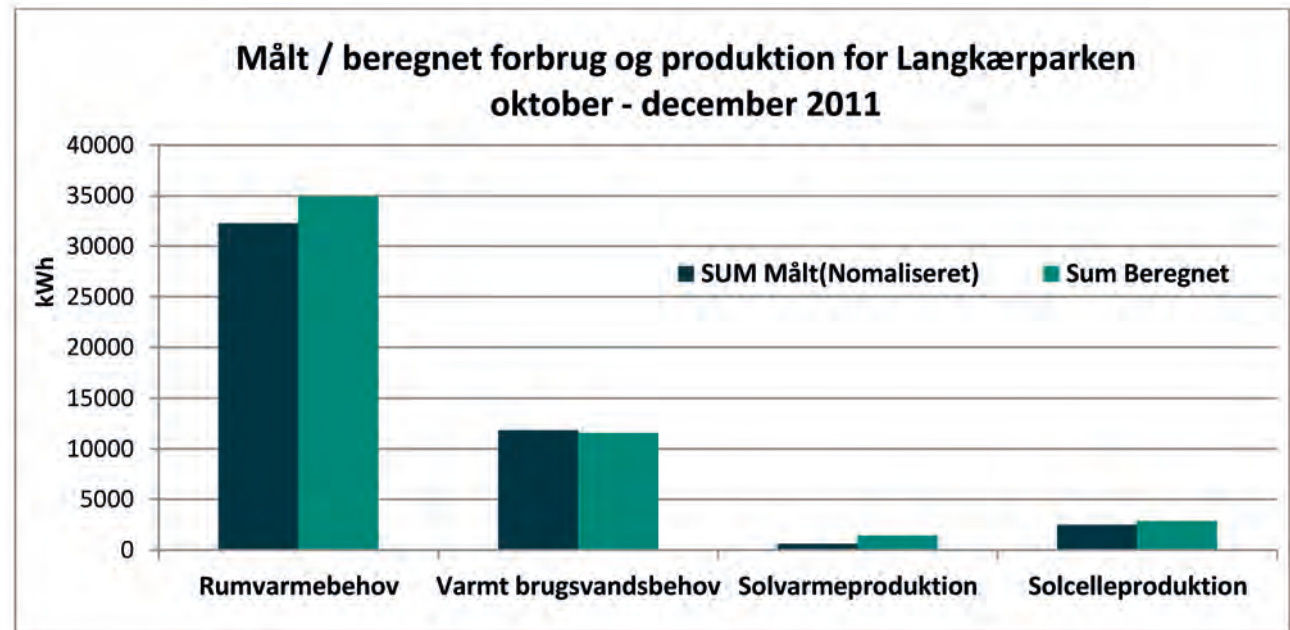
nerne på rumvarme omfatter i første omgang 2 hovedområder.

1. Korrektion for det aktuelle antal graddøgn i forhold til antallet af graddøgn i beregningen.¹
 2. Korrektion for den aktuelle indetemperatur i forhold til indetemperaturen forudsat i beregningen.²
- Når disse korrektioner er foretaget, fremkommer det såkaldt "målte normaliserende" forbrug. Det målte normaliserede forbrug kan med bedre tilnærmelse sammenlignes med det beregnede. At sammenligne målte og beregnede rumvarmeforbrug er dog stadig behæftet med en række usikkerheder, som er vigtige at have i betragt-

ning, når en sådan sammenligning foretages. De væsentligste usikkerheder er kort beskrevet herunder:

- A. Beboernes anvendelse af lejlighederne i forhold til anvendelsen forudsat i beregningen.
- B. Den aktuelle interne varmelast fra beboerne sammenlignet med forudsatte.
- C. Den aktuelle varmelast fra apparaturer sammenlignet med den forudsatte.

Som forudsætning for punkt B og C er i beregningen anvendt data iht. SBI-anvisning 213, der foreskriver 1,5 W/m² for personbelastning og 3,5 W/m² for apparatur for boligbyggeri. For brugs-



¹ Der er i forbindelse med korrektioner for antal graddøgn i perioden, anvendt aktuelle data fra www.dmi.dk med målestation i Aarhus.

² Ved sammenligning af beregnede og målte data, er der forudsat en gennemsnitlig indetemperatur i lejlighederne på 22 grader C.

vand skal der mellem det beregnede og det målte fortages korrektioner for eventuelle forskelle i setpunkttemperaturer for det varme brugsvand.

Resultater

Af grafen herunder fremgår de væsentligste resultater af de aflæste målinger.

Grafen viser, at der generelt er god sammenhæng mellem det beregnede forbrug og det målte forbrug af varme og brugsvand. Tages usikkerhederne i forhold til pkt. B og C med i betragtning, kan virkningen af disse nemt være større end udsvingene mellem målt og beregnet. Samtidig kan der ud fra databladet på målerne ses en samlet systematisk fejl på ca. 1 %. Umiddelbart ses det største udsving at være på produktionen fra solvarmepanelerne.

Forskellen på målte og beregnede værdier opgjort i procent:

Rumvarmebehov:	Målt værdi er 7,5% lavere end den beregnede.
Brugsvand:	Målt værdi er 2,2% højere end den beregnede.
Solvarmeproduktion:	Målt værdi er 58,6% lavere end den beregnede.
Solcelle-elproduktion:	Målt værdi er 13,3% lavere end den beregnede.

Ændringer i perioden

Cirkulationsvandstrøm er flyttet fra solvarmebeholder til fjernvarmebeholder med henblik på optimering af solvarmen.

Konklusion

Det kan konstateres, at de beregnede værdier for rumopvarmning og varmt brugsvand ligger meget tæt på det beregnede (inden for +/-10%) og følger således forventningerne. Energiproduktion til solvarme ligger under det forventede. Med baggrund heri foreslås en række tiltag, som beskrives under de næste punkter. Elproduktionen fra solcellerne ligger ligeledes en anelse under forventede. For solcellerne afventes forårsmånederne, hvor solindstråling og dermed ydelsen fra solcellerne vil stige markant, før der foretages yderligere vurdering af solcelleproduktionen. Der foretages dog en inspektion tidligt på foråret.

Forslag til optimering

Med baggrund i ovenstående foreslås følgende tiltag for solvarmen.

Montering og indstilling af strengreguleringsventiler på returen fra solfangerne til sikring af ens flow

igennem de to solvarme kredse. (strengreguleringsventilerne er monteret i Februar måned og indreguleres i begyndelsen af marts). Desuden bør flowet igennem pumpen i solvarmesystemet undersøges efter montering af strengreguleringsventiler af hensyn til pumpens størrelse.

Solcellerne bør inspiceres ved lejlighed. Evt. i forbindelse med indstillingen af strengreguleringsventilerne til solfangerne.

Optimering foretaget i perioden januar - februar

Cirkulationsventilerne var ikke indstillet korrekt, idet deres setpunkt var over setpunktet for det varme vand fra beholderen. Denne indstillingsværdi blev ændret i midten af januar.

Det har over en længere periode været konstateret, at der generelt var for lav afkøling over ladekredssystemet. Entreprenøren kunne konstatere, at dette skyldes en forkert monteret / defekt brugsvandsveksler. Efter udskiftning af denne, ses nu en betydeligt bedre afkøling over brugsvandsanlægget og dermed også over det samlede anlæg.

Reguleringen af solvarme-anlægget er ændret fra en differensstyring i forhold til udetemperaturen til en differensstyring i forhold til temperaturen i bunden af beholderen.





Bilag 4

Kvartalsrapport 1. kvartal 2012

Udarbejdet af Esbensen A/S

Dette notat omhandler dataudtræk og evaluering af disse for 1. kvartal (januar - marts) på Klimablokken, Langkærparken.

Sammenligning af målt og beregnet energiforbrug

Der er taget udgangspunkt i de målte værdier fra 1. kvartal 2012

Data er opstillet i regnearksform og sammenholdt med de beregnede værdier fra Be06 beregningen, svarende til det færdige byggeri. Der sammenlignes på følgende parametre:

- Energiforbrug til rumopvarmning, indeholdende både kælder og lejligheder.
- Energiforbrug til opvarmning af varmt brugsvand.
- Energiproduktion fra solvarme.
- Energiproduktion fra solceller.

Målinger og korrektioner

Energiforbrug kan opdeles i to kategorier. Det graddøgnsafhengige forbrug (rumvarme) og det graddøgnsuafhængige forbrug (varmt brugsvand). For at kunne foretage en tilnærmet sammenligning mellem en målt og beregnet størrelse er det vigtigt, at så mange forudsætninger som muligt er ens mellem det beregnede og det målte. I forhold til rumvarmeforbruget skal der således foretages nogle korrektioner på den målte værdi. Korrektioner

nerne på rumvarme omfatter i første omgang 2 hovedområder.

1. Korrektion for det aktuelle antal graddøgn i forhold til antallet af graddøgn i beregningen.¹
2. Korrektion for den aktuelle indetemperatur i forhold til indetemperaturen forudsat i beregningen.²

Når disse korrektioner er foretaget, fremkommer det såkaldt "målte normaliserende" forbrug. Det målte normaliserede forbrug kan med bedre tilnærmelse sammenlignes med det beregnede. At sammenligne målte og beregnede rumvarmeforbrug er dog stadig behæftet med en række usikkerheder, som er vigtige at have i betragtning, når en sådan sammenligning foretages.

De væsentligste usikkerheder er kort beskrevet herunder:

- A. Beboernes anvendelse af lejlighederne i forhold til anvendelsen forudsat i beregningen.
- B. Den aktuelle interne varmelast fra beboerne sammenlignet med forudsatte.
- C. Den aktuelle varmelast fra apparaturer sammenlignet med den forudsatte.

Som forudsætning for punkt B og C er i beregningen anvendt data iht. SBI-anvisning 213, der foreskriver 1,5 W/m² for personbelastning og 3,5 W/m² for apparatur for boligbyggeri. For brugsvand skal der mellem det beregnede og det målte foretages korrektioner for eventuelle forskelle i setpunkttemperaturer for det varme brugsvand.

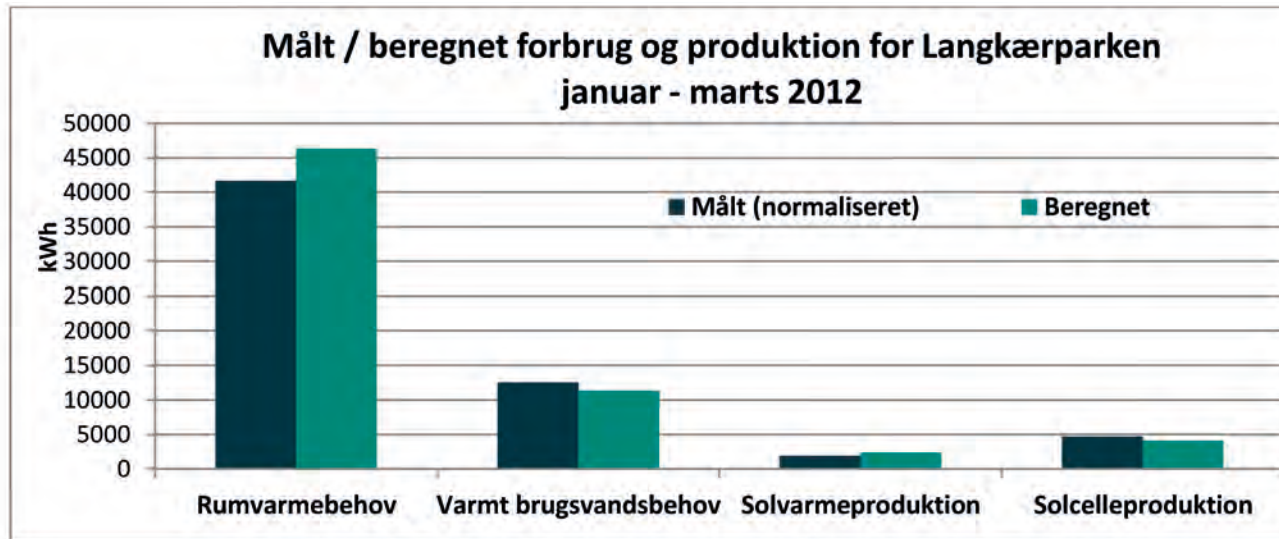


¹ Der er i forbindelse med korrektioner for antal graddøgn i perioden, anvendt aktuelle data fra www.dmi.dk med målestation i Aarhus.

² Ved sammenligning af beregnede og målte data, er der forudsat en gennemsnitlig indetemperatur i lejlighederne på 22 grader C.

Resultater

Af grafen herunder fremgår de væsentligste resultater af de aflæste målinger.



Forskellen på målte og beregnede værdier opgjort i procent i måleperioden:

	4. kvartal 2011	1. kvartal 2012	2. kvartal 2012	3. kvartal 2012
Rumvarmebehov	7,5% lavere	10,2% lavere		
Brugsvand	2,2% højere	10,2% højere		
Solvarmeproduktion	58,6% lavere	18,2% lavere		
Solcelle-elproduktion	13,3% lavere	14% højere		

Skemaet angiver de målte værdiers procentvise afvigelse fra de beregnede.

Rumopvarmning

Der er fortsat en positiv sammenhæng mellem det beregnede forbrug og det målte forbrug af varme til rumopvarmning, som i dette kvartal tillige med sidste kvartal ligger under det beregnede forbrug.

Solfangere og solceller

Solfangernes difference mellem beregnede ydelse og målte ydelse er i 1. kvartal 2012 blevet mindre sammenlignet med 4. kvartal 2011, hvilket tilskrives de justeringer foretaget i perioden (se næste afsnit). Solcellerne har i perioden ydet mere end beregnet.

Brugsvand

Det ses at det målte forbrug til opvarmning af brugsvand er ca. 10% højere end det beregnede. Denne afvigelse kan tilskrives flere faktorer:

1. Variation i beboernes forbrug
2. Sammenfald mellem solvarmeproduktion og varmtvandsforbrug
3. Legionellasikring

Ad 1: Beregningerne forudsætter samme daglige forbrug og tager således ikke højde for variationer i brugsadfærden.

Ad 2: Det målte forbrug er en summation af solvarmebidraget og fjernvarmens bidrag til brugsvandsopvarmningen. Solvarmens bidrag til brugsvandsopvarmningen vil primært være midt på dagen. Varmtvandsforbruget er ofte koncentreret morgen og aften. Der vil således være et energitab i form af et varmetab grundet tidsforskydningen i mellem produktion og forbrug.

Ad 3: Energiforbrug til legionellasikring medregnes ikke i Be06, hvorfor dette energiforbrug er medvirkende til at det målte forbrug er lidt højere end det beregnede.

Nedenstående diagram viser energiforbruget til varmt brugsvand fordelt på cirkulation og tappet forbrug.

Diagrammet viser dels at forbruget af varmt brugsvand er svingende og dels at energiforbruget til cirkulation er faldet. Der blev i midten af januar rettet op på fejlindstillinger af setpunktet på cirkulationsventilerne (beskrevet i målerrapport af den 7. marts 2012), hvilket har resulteret i det lavere energiforbrug til cirkulation. At cirkulationsbehovet svarer til ca. 1/3 af det samlede behov er enslydende med resultater fra andre måleprojekter.

Afkøling

Afkøling af fjernvarmen skal ligge på minimum 30 grader. Nedenstående graf viser den gennemsnitlige afkøling i månederne i hele måleperioden, og det ses at den for de sidste tre måneder har ligget over 30 grader.

I januar blev en defekt brugsvandsveksler udskiftet, hvilket ses af ændringen i afkølingen fra december til januar. Afkølingen forventes derfor fremover ligeledes at ligge over 30 grader.

Referenceblok

Sammenlignende data fra klimablok og referenceblok vil blive behandlet i sidste afrapportering i forbindelse med måleprojektets afslutning.

Ændringer i perioden

Solfangere

Solfangernes ydelse har været relativ lav i 4. kvartal 2011 samt de første par måneder af 2012. Der

har været observeret en ubalance i de to solfangerkredse, hvor der i perioder i den ene kreds ikke har været tilstrækkelig gennemstrømning. Der har været iværksat forskellige tiltag og undersøgelser for at få anlægget til at køre optimalt. Følgende er undersøgt/ udført:

- Pumpen er undersøgt i forhold til fejl og kapacitet og fundet i orden.
- Strengreguleringsventiler er installeret og indreguleret.
- Flow i anlægget er undersøgt og fundet tilstrækkeligt.
- Anlægget er blevet udluftet og genpåfyldt.

Solfangerne har efterfølgende kørt ydelsesmæssigt uden problemer. Der er ikke fundet nogen projekteringsmæssige fejl, og Esbensen har derfor kontaktet totalentreprenøren Enemærke og Pedersen samt lokalinspektør Bo Reiff Larsen med tilkendegivelse af at Esbensen ikke ser sig ansvarlige for at løse yderligere drifts- og ydelsesmæs-

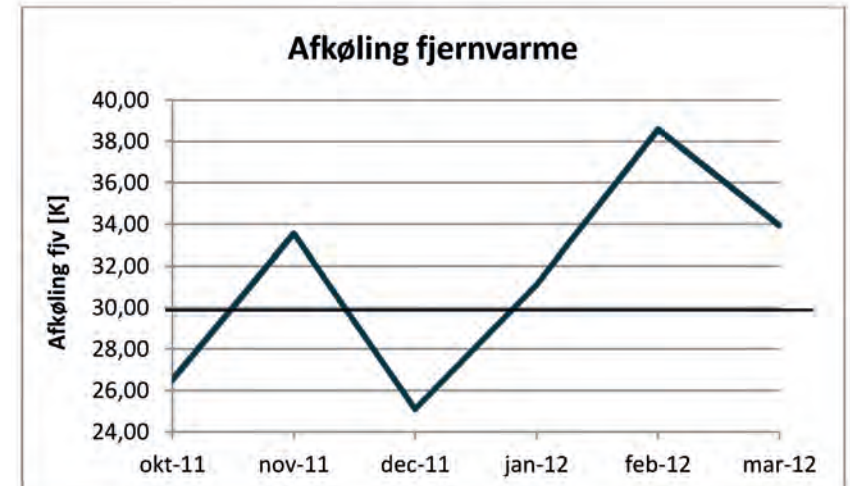
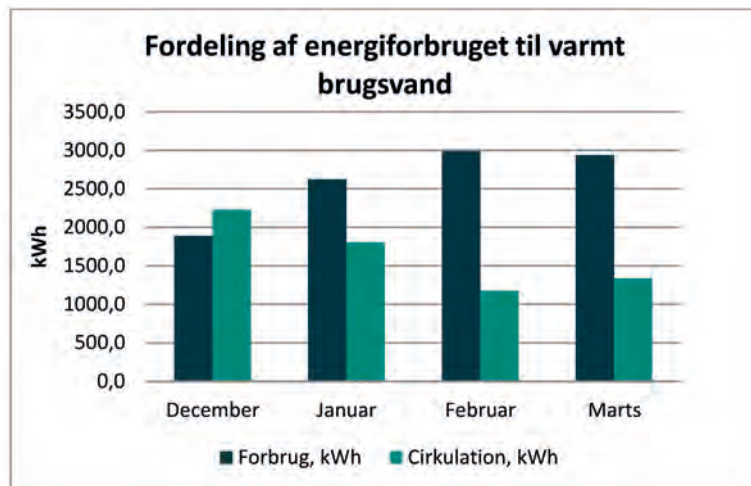
sige problemer af anlægget, samt at fremtidige problemer må løses af parter med ansvaret for installeringen og monteringen af anlægget.

Konklusion

Det kan konstateres, at de beregnede værdier for rumopvarmning og varmt brugsvand fortsat ligger indenfor acceptabel afvigelse fra de beregnede behov og kan således siges at følge forventningerne.

Energiproduktion til solvarme ligger fortsat under det forventede niveau, men med de gjorte tiltag, ses resultatet af målingerne i 1. kvartal at være meget bedre end 4. kvartal sidste år. Der afventes derfor næste kvartals resultater.

Ændringer foretaget i januar; udskiftning af veksler og indstilling af cirkulationsventiler, har medført reduceret energiforbrug til cirkulation samt en bedre afkøling af fjernvarmen.





Bilag 5

Kvartalsrapport 2. kvartal 2012

Udarbejdet af Esbensen A/S

Dette notat omhandler dataudtræk og evaluering af disse for 2. kvartal (april - juni) på Klimablokken, Langkærparken.

Sammenligning af målt og beregnet energiforbrug

Der er taget udgangspunkt i de målte værdier fra 2. kvartal 2012

Data er opstillet i regnearksform og sammenholdt med de beregnede værdier fra Be06 beregningen, svarende til det færdige byggeri. Der sammenlignes på følgende parametre:

- Energiforbrug til rumopvarmning, indeholdende både kælder og lejligheder.
- Energiforbrug til opvarmning af varmt brugsvand.
- Energiproduktion fra solvarme.
- Energiproduktion fra solceller.

Målinger og korrektioner

Energiforbrug kan opdeles i to kategorier. Det graddøgnsafhengige forbrug (rumvarme) og det graddøgnsuafhængige forbrug (varmt brugsvand). For at kunne foretage en tilnærmet sammenligning mellem en målt og beregnet størrelse er det vigtigt, at så mange forudsætninger som muligt er ens mellem det beregnede og det målte. I forhold til

rumvarmeforbruget skal der således foretages nogle korrektioner på den målte værdi. Korrektionerne på rumvarme omfatter i første omgang 2 hovedområder.

1. Korrektion for det aktuelle antal graddøgn i forhold til antallet af graddøgn i beregningen.¹
2. Korrektion for den aktuelle indetemperatur i forhold til indetemperaturen forudsat i beregningen.² Når disse korrektioner er foretaget, fremkommer det såkaldt "målte normaliserende" forbrug. Det målte normaliserede forbrug kan med bedre tilnærmelse sammenlignes med det beregnede.

At sammenligne målte og beregnede rumvarmeforbrug er dog stadig behæftet med en række usikkerheder, som er vigtige at have i betragt-

ning, når en sådan sammenligning foretages. De væsentligste usikkerheder er kort beskrevet herunder:

- A. Beboernes anvendelse af lejlighederne i forhold til anvendelsen forudsat i beregningen.
- B. Den aktuelle interne varmelast fra beboerne sammenlignet med forudsatte.
- C. Den aktuelle varmelast fra apparaturer sammenlignet med den forudsatte.

Som forudsætning for punkt B og C er i beregningen anvendt data iht. SBI-anvisning 213, der foreskriver 1,5 W/m² for personbelastning og 3,5 W/m² for apparatur for boligbyggeri.

For brugsvand skal der mellem det beregnede og det målte foretages korrektioner for eventuelle forskelle i setpunkttemperaturer for det varme brugsvand.

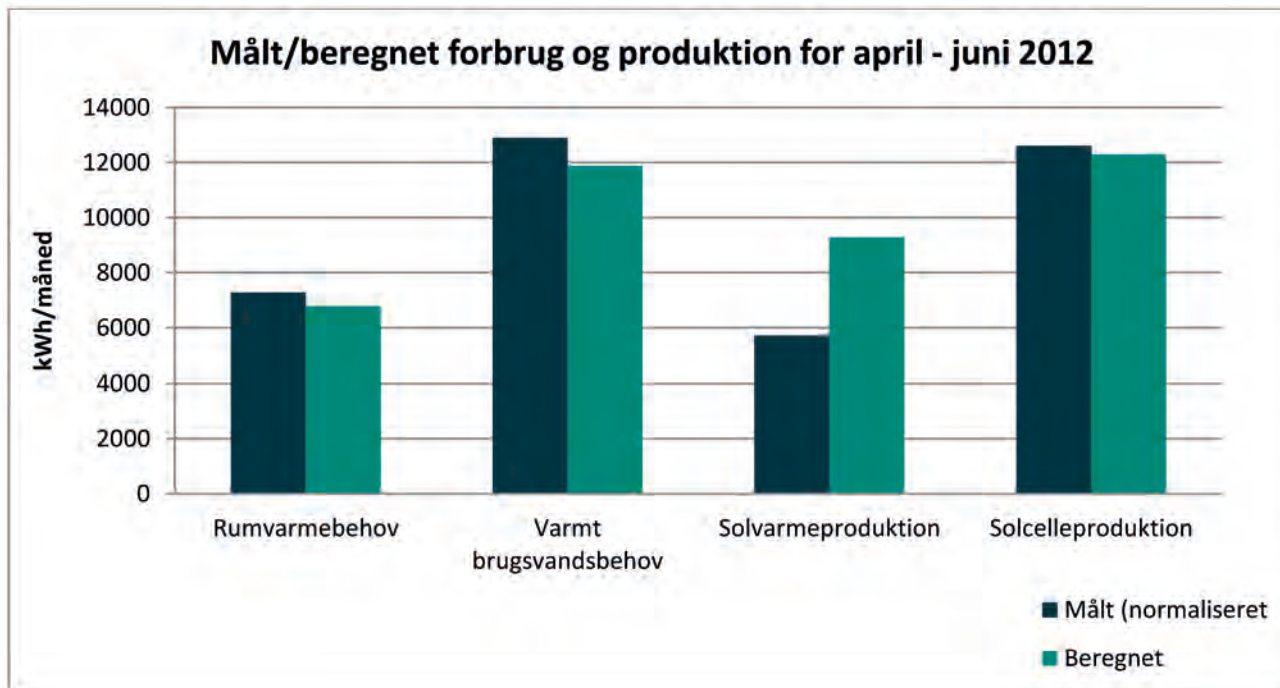


¹ Der er i forbindelse med korrektioner for antal graddøgn i perioden, anvendt aktuelle data fra www.dmi.dk med målestation i Aarhus.

² Ved sammenligning af beregnede og målte data, er der forudsat en gennemsnitlig indetemperatur i lejlighederne på 22 grader C.

Resultater

Af grafen herunder fremgår de væsentligste resultater af de aflæste målinger.



Forskellen på målte og beregnede værdier opgjort i procent i måleperioden:

	4. kvartal 2011	1. kvartal 2012	2. kvartal 2012	3. kvartal 2012
Rumvarmebehov	7,5% lavere	10,2% lavere	7,4% højere	
Brugsvand	2,2% højere	10,2% højere	8,7% højere	
Solvarmeproduktion	58,6% lavere	18,2% lavere	38,4% lavere	
Solcelle-elproduktion	13,3% lavere	14% højere	2,5% højere	

Skemaet angiver de målte værdiers procentvise afvigelse fra de beregnede.

Rumopvarmning

Der er fortsat en acceptabel difference mellem det beregnede og målte forbrug til varme og brugsvand.

Det generelt højere varmeforbrug til brugsvand igennem måleperioden indtil nu, blev i sidste kvartalsrapport været beskrevet,

Solfangere og solceller

Solcellerne ses i dette kvartal at yde en anelse mere end beregnet.

Solfangerne ses derimod at yde mindre end beregnet.

Referenceblok

Sammenlignende data fra klimablok og referenceblok vil blive behandlet i sidste afrapportering i forbindelse med måleprojektets afslutning.

Konklusion

Det kan konstateres, at de beregnede værdier for rumopvarmning og varmt brugsvand fortsat ligger indenfor acceptabel afvigelse fra de beregnede behov og kan således siges at følge forventningerne. Energiproduktion til solvarme ligger fortsat under det forventede niveau, dog ses solcellerne at yde det forventede.





Bilag 6

Kvartalsrapport 3. kvartal 2012

Udarbejdet af Esbensen A/S

Dette notat omhandler dataudtræk og evaluering af disse for 3. kvartal (juli - september) på Klimablokken, Langkærparken.

Sammenligning af målt og beregnet energiforbrug

Der er taget udgangspunkt i de målte værdier fra 3. kvartal 2012

Data er opstillet i regnearksform og sammenholdt med de beregnede værdier fra Be06 beregningen, svarende til det færdige byggeri. Der sammenlignes på følgende parametre:

- Energiforbrug til rumopvarmning, indeholdende både kælder og lejligheder.
- Energiforbrug til opvarmning af varmt brugsvand.
- Energiproduktion fra solvarme.
- Energiproduktion fra solceller.

Målinger og korrektioner

Energiforbrug kan opdeles i to kategorier. Det graddøgnsafhengige forbrug (rumvarme) og det graddøgnuafhængige forbrug (varmt brugsvand). For at kunne foretage en tilnærmet sammenligning mellem en målt og beregnet størrelse er det vigtigt, at så mange forudsætninger som muligt er ens mellem det beregnede og det målte. I forhold

til rumvarmeforbruget skal der således foretages nogle korrektioner på den målte værdi. Korrektionerne på rumvarme omfatter i første omgang 2 hovedområder.

1. Korrektion for det aktuelle antal graddøgn i forhold til antallet af graddøgn i beregningen.¹
2. Korrektion for den aktuelle indetemperatur i forhold til indetemperaturen forudsat i beregningen.²

Når disse korrektioner er foretaget, fremkommer det såkaldt "målte normaliserende" forbrug. Det målte normaliserede forbrug kan med bedre tilnærmelse sammenlignes med det beregnede. At sammenligne målte og beregnede rumvarmeforbrug er dog stadig behæftet med en række usikkerheder, som er vigtige at have i betragtning, når en sådan sammenligning foretages. De væsentligste usikkerheder er kort beskrevet herunder:

- A. Beboernes anvendelse af lejlighederne i forhold til anvendelsen forudsat i beregningen.
- B. Den aktuelle interne varmelast fra beboerne sammenlignet med forudsatte.
- C. Den aktuelle varmelast fra apparaturer sammenlignet med den forudsatte.

Som forudsætning for punkt B og C er i beregningen anvendt data iht. SBI-anvisning 213, der foreskriver 1,5 W/m² for personbelastning og 3,5 W/m² for apparatur for boligbyggeri. For brugsvand skal der mellem det beregnede og det målte foretages korrektioner for eventuelle forskelle i setpunkttemperaturer for det varme brugsvand.

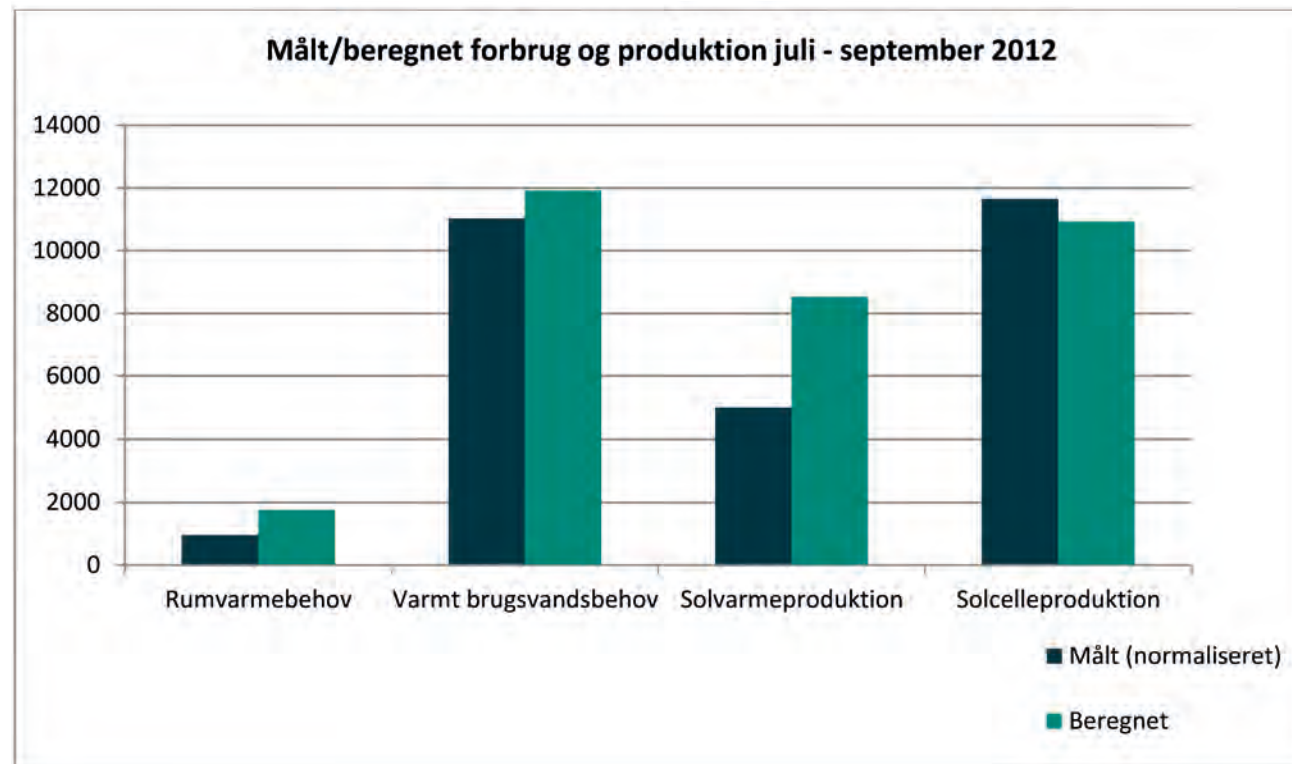
¹ Der er i forbindelse med korrektioner for antal graddøgn i perioden, anvendt aktuelle data fra www.dmi.dk med målestation i Aarhus.

² Ved sammenligning af beregnede og målte data, er der forudsat en gennemsnitlig indetemperatur i lejlighederne på 22 grader C.



Resultater

Af grafen herunder fremgår de væsentligste resultater af de aflæste målinger.



Forskellen på målte og beregnede værdier opgjort i procent i måleperioden:

	4. kvartal 2011	1. kvartal 2012	2. kvartal 2012	3. kvartal 2012
Rumvarmebehov	7,5% lavere	10,2% lavere	7,4% højere	45,8% lavere
Brugsvand	2,2% højere	10,2% højere	8,7% højere	7,5% lavere
Solvarmeproduktion	58,6% lavere	18,2% lavere	38,4% lavere	41,2% lavere
Solcelle-elproduktion	13,3% lavere	14% højere	2,5% højere	6,5% højere

Skemaet angiver de målte værdiers procentvise afvigelse fra de beregnede.

Rumopvarmning og brugsvand

Der er i dette kvartal fortsat en fornuftig sammenhæng mellem det beregnede forbrug og det målte forbrug af varme til rumopvarmning. Desuden ses i dette kvartal et lidt lavere energiforbrug til brugsvand end de foregående kvartaler.

Solfangere og solceller

Solcellerne har i perioden ydet mere end beregnet, og generelt kan solcellernes el-produktion anses som tilfredsstillende i forhold til forventningerne.

Difference mellem solfangernes beregnede ydelse og målte ydelse er i dette kvartal tillige med de foregående kvartaler fortsat stor.

Afkøling

Afkøling af fjernvarmen skal ligge på minimum 30 grader. Nedenstående graf viser fjernvarmeforbrug og afkøling i klimablokken i hele måleperioden. Den stiplede linje viser den forbrugsvægtede gennemsnitlige afkøling. Det ses at afkølingen gennemsnitlig for hele måleperioden ligger lige over 30 grader.

Ændringer i perioden

Solfangere

Solfangerydelsen ses i hele måleperioden at ligge en del lavere end beregnet. Der har været undersøgt og reguleret flere ting i processen mod at optimere solfangerne.

Der vil, på baggrund af mistanke om luftdannelse i solfangerkredsen, blive monteret en mikroboble udskiller. Derudover er der fundet en forkert monteret type trevejsventil på afgreningen til veks-

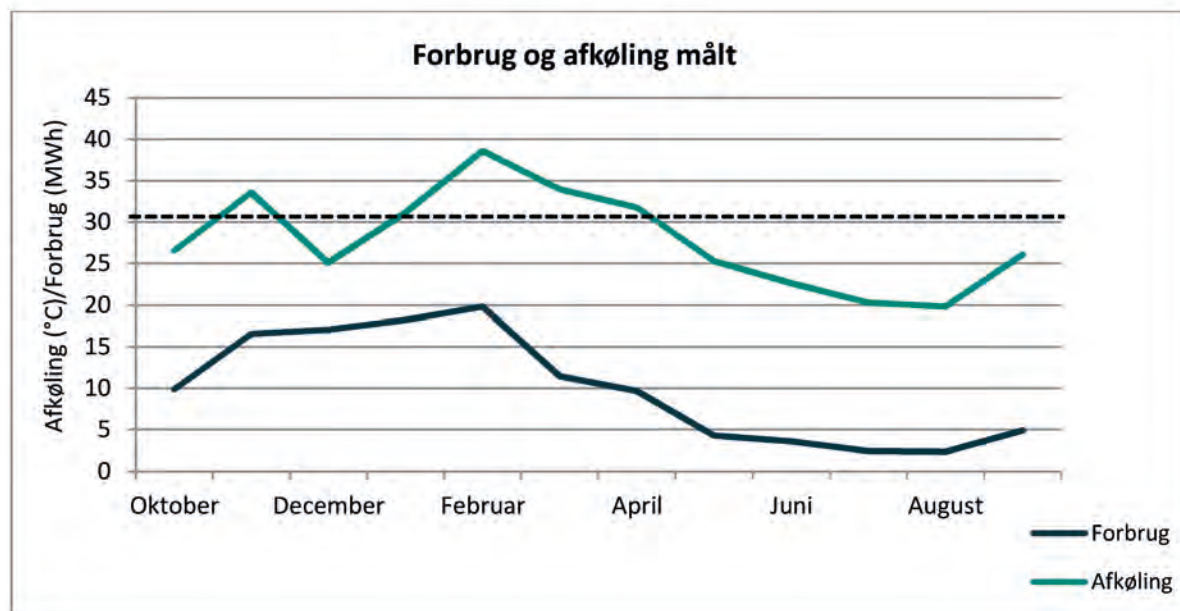
leren mellem fjernvarmen og solfangerkredsen. Den kan have været årsag til, at for lidt solenergi er blevet videreført til fjernvarmen i perioder med høj solvarmeproduktion og lille afsætning. I den sammenfattende årsrapport, vil der bl.a. blive samlet op på de problematikker og tiltag gjort i forbindelse med solfangerne.

Konklusion

Det kan konstateres, at de beregnede værdier for rumopvarmning og varmt brugsvand fortsat ligger indenfor acceptabel afvigelse fra de beregnede behov og kan således siges at følge forventningerne.

Afkølingen over fjernvarmen ligger gennemsnitlig for hele perioden som forventet over 30°C tiltrøds for en defekt brugsvandsveksler i starten af målerperioden.

Energiproduktion til solvarme ligger fortsat under det forventede niveau. Der monteres ny trevejsventil samt mikroboble udskiller. Ændringer foretaget i januar; udskiftning af veksler og indstilling af cirkulationsventiler, har medført reduceret energiforbrug til cirkulation samt en bedre afkøling af fjernvarmen.



AL2 BOLIG

Langkærvej 2F, 8381 Tilst

