



KVOTEHUSET

Sætter beboerne i spil





AF BIRGITTE KLEIS

KVOTEHUSET

Sætter beboerne i spil

INDHOLD

MiniCO2 Husene	
Seks huse – seks erfaringer	5
Balancerede erfaringer	6
Perspektiv og potentiale	6
Huset skubber til vanerne	
Lev i samarbejde med huset?	9
Hverdagsscenario	9
Din adfærd sparer CO2	9
En uberegnelig joker	11
Stof til eftertanke	11
Tværfaglig udviklingsproces	
Antropologisk analysemodel	15
En tænkt familie	15
Værdiskabende screening	16
Energibudget skaber overblik	16
Arkitekturen, teknologien og kvoten	
Klimabæltet øger bevidstheden	19
Snusfornuftige greb	19
Feedback fra teknologien	20
Skærmen og knappen	20
Nødstartsknappen	22
Målinger og evaluering	
Store energibesparelser i vente	26
Hverdagslivet målt og vejjet	27
Husets CO2-profil	28






MINICO2 HUSENE

På en grund lidt vest for Nyborg har Realdania Byg udviklet og opført seks nye enfamiliehuse. De hedder MiniCO2 Husene og har det til fælles, at de alle er enfamiliehuse, de er mellem 135 og 150 kvadratmeter store og inden for en almindelig parcelhusøkonomi, sådan at de nu er klar til at blive solgt til helt almindelige familier. Nok så vigtigt har de seks huse også det til fælles, at de alle søger at reducere byggeriets CO₂-aftryk – men på hver sin måde. Det er ikke gjort før herhjemme. Nyt er det også at målrette hvert hus en særlig parameter i forhold til, hvor

vidtgående det er muligt at reducere CO₂-udledningen. I hvert enkelt projekt skrues altså op for et afgrænset felt, mens de øvrige parametre holdes inden for gældende bygningsregler. Det betyder, at det bliver muligt at vurdere vægten af de forskellige parametre, målt i forhold til hinanden. CO₂-udledning sker i forskellige perioder i en bygnings levetid, nemlig i forbindelse med anlæg, drift og vedligehold. Der udledes med andre ord både CO₂, når huset bygges, og når beboere lever i huset og bruger vand, varme og el. Derudover udledes CO₂,

når huset løbende vedligeholdes, og når det undergår væsentlige bygningsændringer i løbet af hele dets levetid, og endelig betyder det også noget for CO₂-regnskabet, når huset efter endt brug skal bortskaffes.

SEKS HUSE – SEKS ERFARINGER

Kvotehuset, som er et af de seks huse, lægger op til, at beboerne skal i spil. Erfaringer viser, at netop beboerne er den helt store joker i spillet, når det gælder CO₂-udledning, fordi de alt efter adfærd kan påvirke energiforbruget

6 kg

15 kg

10 kg

5 kg

13 kg

24 kg

KVOTEHUSET vs. REFERENCEHUSET

CO₂-udledningen fra forbruget af el og varme i løbet af Kvotehusets brugsfase er på henholdsvis 15 og 10 kg CO₂/m²/år over en periode på 50 år. For Referencehuset gælder, at de tilsvarende tal er 24 kg CO₂/m²/år for den forbrugte el og 13 kg CO₂/m²/år for den forbrugte varme. Materialeforbruget til konstruktionens livscyklus i Kvotehuset er 6 kg CO₂/m²/år og er dermed lidt højere end Referencehusets tilsvarende (5 kg CO₂/m²/år i en periode på 50 år) [se side 28].

med en faktor 10, op eller ned i forhold til det estimerede energiforbrug, og dermed også i forhold til CO₂-udledning. Kongstanken er, at Kvotehuset på tre niveauer opfordrer beboerne til en fornuftig adfærd i CO₂-mæssig forstand. For det første gennem sin arkitektur, for det andet ved hjælp af dets iboende teknologi og endelig – ganske kontroversielt – ved at introducere en kvote, der sætter en grænse for den mængde CO₂, beboerne kan udlede pr. måned. Det skal forstås som en slags budgetkonto, der hjælper beboerne med at fastsætte en ramme for energiforbruget, og når kvoten er brugt, gør husets tekniske systemer opmærksom på det. Tanken er på denne måde at skabe eftertanke og skære unødigt overforbrug væk, uden at forringe livskvaliteten.

Upcycle House retter fokus mod anlægsfasen og undersøger, hvor meget CO₂, der kan spares ved udelukkende at bruge genbrugsmaterialer eller helst upcycledede materialer til opførelsen.

Det Foranderlige Hus tager fat på den udfordring, at et hus typisk gennemlever mange ombygninger i løbet af dets levetid i takt med, at familien vokser, og nye behov opstår. Hver gang materialer udskiftes, og der bruges energi på selve ombygningen, udledes der CO₂. For at imødegå denne udledning er Det Foranderlige Hus meget tilpassningsdygtigt og kan f.eks. ved hjælp af skydedøre ændre funktioner og indretning – uden tilførsel af nye materialer og uden brug af destruktive metoder med byggerod til følge.

“Hvis vi skal kunne håndtere klimaforandringer, er vi nødt til at finde ud af, hvad nyt byggeriet kan bidrage med. Hidtil har vi været gode til at få styr på energi til opvarmning, men har måske i den forbindelse ”glemt” de øvrige forhold i byggeriet, som også udleder CO₂. Et byggeri er jo en enormt kompleks proces. Her kan Mini-CO₂ Husene måske være et værdifuldt bidrag.”

Jørgen Søndermark, Realdania Byg

Ambitionen i de to Vedligeholdelsesfri Huse er, som navnet antyder, at opføre huse, der ikke kræver vedligeholdelse i de første 50 år, og som ydermere har en levetid på mindst 150 år. Levetid er en meget væsentlig faktor, når det handler om at reducere CO₂-udledning, for hvis et hus kan stå i 150 år, svarer det til to-tre gange levetiden for et almindeligt enfamiliehus – og dermed lige så mange gange sparet CO₂.

Det er ambitiøst og skal lykkes ad to veje; den ene ved at opføre et hus af traditionelle materialer, som har været afprøvet og bevist deres værd gennem århundreder, den anden vej ved at bryde ny grund og opføre huset af dagens og morgendagens materialer og knytte dem sammen på nye måder.

BALANCEREDE ERFARINGER

Mens de fem første huse altså er eksperimenter, som i ekstrem grad undersøger hvert sit aspekt af CO₂-udledning, er det ambitionen i det sjette og sidste hus at samle og balancere erfaringerne og resultaterne fra alle de foregående huse, for så på almindelige kommercielle vilkår og inden for en almindelig økonomisk ramme at

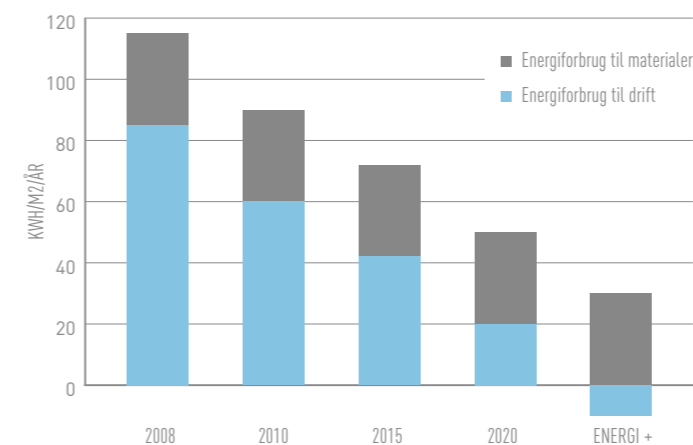
udvikle et MiniCO₂ Typehus med mindst muligt CO₂-aftryk og bredest mulig arkitektonisk appel.

PERSPEKTIV OG POTENTIALE

Det er Realdania Bygs mål, at projektet vil række ud over de seks konkrete huse og dermed komme andre end de seks familier, der vælger at købe huse, til gode. Erfaringerne er derfor i samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) og Kuben Management efterfølgende blevet ekstraheret ud af den konkrete kontekst og brugt til at udpege generelt anvendelige veje, der kan medvirke til at reducere CO₂-aftrykket i byggeriet. De gode ideer er samlet i et fælles baggrundsdokument, der stilles til rådighed for den danske byggebranche via Realdania Bygs hjemmeside. Dokumentet indeholder konkrete ideer til, hvordan der spares CO₂, og i dokumentet samles desuden alle de kvaliteter og værdier, der er afledt af tankerne om at reducere CO₂: Væksthus, svalekammer, fleksibilitet, holdbare materialer og ikke at forglemme den ekstra tid, som boligejerne får til rådighed, når de bor i et hus, hvor der ikke skal males vinduer eller skiftes tagsten de første 50 år.

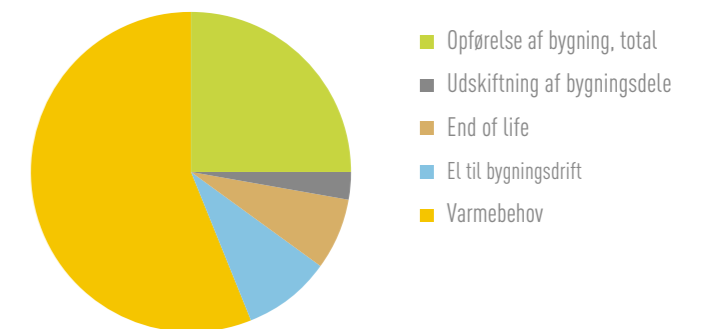


Fordeling af energiforbrug i et typisk parcelhus



Udvikling over tid i fordelingen af energiforbrug fra henholdsvis materialer og drift. Figuren viser, at mens energiforbruget til boligernes opvarmning er støt faldende, er energiforbruget bundet i de byggematerialer, huset er bygget af, konstant. Det er forventeligt, at CO₂-udledningen vil følge et tilsvarende forløb. Det er denne del, som dette projekt har fokus på.

Fordeling af CO₂-udledning i et typisk parcelhus



Fordelingen af CO₂-udledning i et typisk parcelhus. Figuren viser, at med det nye bygningsreglement, der træder i kraft i 2015, udgør den del af et parcelhus' CO₂-udledning, som er knyttet til byggematerialer (opførelse, udskiftning af bygningsdele og nedrivning), knap 40 %.

Centralt i huset med god visuel kontakt til opholdstuen ligger Multimedierummet.

For husets mindre børn er rummet dét sted, hvor de kan hoppe og danse foran tv- og computerspil uden at genere resten af huset, og for teenagerne er det stedet, hvor de kan trække sig tilbage og høre musik og se film.

HUSET SKUBBER TIL VANERNE

LEV I SAMARBEJDE MED HUSET

Mennesker er forskellige i alt, hvad de foretager sig; i valget af bil, politisk tilhørsforhold, opdragelse af børn og ønsker til bolig og boform. Det er banalt, men valg i livet afhænger naturligvis af, hvilke forudsætninger den enkelte har, hvilke sammenhænge, livet byder på, og hvilke værdier, der sættes højt: Mens nogle foretrækker en lejlighed i byens heksekedel med en vicevært, der ordner tingene, er andres drøm et parcelhus, som de kan gå og passe, og en have, som de kan dyrke. Og mens nogle mennesker har tid og overskud til at tænke grundigt over, om de selv og deres hus bruger meget eller lidt energi, er andre optaget af et væld af andre tanker. Fælles for de mange er dog en lyst og vilje til at spare på energien og reducere forbruget af CO₂, uden at skulle give køb på livskvaliteten.

HVERDAGSSCENARIE

Lige netop de sidste kunne derfor bo i Kvotehuset, hvor et hverdagsscenarie kunne tage sig sådan ud:

Moderen går fra køkkenet lige ind i væksthuset for at plukke tomater til madpakkerne, mens faderen henter brød i det svale viktualierum til morgenmaden. Teenagedatteren er stukket i klip-klapperne og står nu og hænger sit tøj op i den overdækkede tørregård, så det kan være tørt til festen om aftenen, mens familiens yng-

ste har gang i en konkurrence med sig selv, om han kan nå at vaske shampooen helt ud af håret, mens bruseren stadig lyser glad grøn.

Om aftenen nøjes faderen med at varme en mindre del af ovnen op, for resterne fra aftensmaden i går fylder ikke så meget, og moderen lægger tøj i vaskemaskinen uden at tænde den; det skal den nok selv finde ud af senere, når det energimæssigt bedst kan betale sig at starte maskinen. Knægten spiller play-station på tredje time sammen med kammeraterne i husets multimedierum, hvor tv, dvd og spillemaskiner er samlet. Børn og maskiner genererer så meget varme, at termostaten automatisk reducerer varmen fra radiatoren.

Inden familien går til ro, tjekker faderen lige på husets tablet, om CO₂-kvoten holder. Her midt i august, hvor mere end halvdelen af året er gået, ser

det ud til, at de holder sig fint under halvdelen af årets kvote, så det bliver nok ikke nødvendigt at trykke på nødstartsknappen. Kvoten fastsatte familien sidste år i maj sammen med en energivejleder, og siden har den fungeret som den diskrete 'støttepædagog', der har guidet familien frem mod deres energimål. Og mon ikke et kig på energibudgetkontoen vil vise, at der bliver plads til en lille belønning for hele familien, når året er omme?

DIN ADFÆRD SPARER CO₂

Selve huset og dets tekniske installationer hjælper med at øge beboernes bevidsthed om forbruget af CO₂ og puffer dermed til deres vaner, både når det gælder måden at opbevare madvarer, vaske og tørre tøj, tage brusebad og bruge spilkonsoller, og kvoten er den målestok, som viser familien, om deres adfærd og besparelser

“Kongstanken i Kvotehuset er at undersøge, hvordan det kan hjælpe beboerne med at opnå en fornuftig adfærd i forhold til at bruge CO₂. Først og fremmest ved hjælp af bygningsdesignet. Her handler det blandt andet om at give mulighed for at tørre tøj under tag udendørs og mulighed for at opbevare madvarer i et viktualierum. Gode gamle dyder, der minder om, at det var muligt at løse praktiske opgaver for 150 år siden, da man ikke havde strøm.”

Jørgen Søndermark, Realdania Byg

OPFATTELSER AF OG INTERAKTION MED VIKTUALIERUMMET

– KLIP FRA ANTROPOLOGENS SKRIVEBORD:

Positiv opfattelse Dejligt køligt rum. Let at komme til og bruge i dagligdagen. Nemt at få leveret varer lige til døren.

Negativ opfattelse Ved ikke, hvad jeg skal bruge det til; ville hellere have haft et stort køleskab og en kumrefryser!

Positiv interaktion Jeg stiller ting der, som ellers var kommet i køleskab. Jeg kan let overskue, hvad jeg har.

Negativ interaktion Jeg rydder rummet og installerer ekstra køle- og fryseplads.

Positiv effekt Mindre madspild og mindre energiforbrug på køleskab end normalt. Jeg er tilfreds med, at mit praktiske hus hjælper mig med at spare energi.

Negativ effekt Større energiforbrug!

Blommer fra sommerens høst, kælderkolde øl, glas og flasker, frugt og grønt. Alt holder sig friskt, køligt og sprødt i Viktualierummet, som er husets mindste og mørkeste rum, der helt uden brug af strøm sikrer en konstant sval temperatur.



har effekt. Men er det overhovedet nødvendigt at sætte rammer for, hvordan vi bruger vores huse? Nogle vil måske indvende, at et hus, som er opført, så det overholder de energiramme-krav, som kommer i 2015, nok af sig selv sikrer, at det ikke bruger store mængder energi. Og det er rigtigt, men det er bare ikke hele svaret.

EN UBeregnelig JOKER

Energiramme-kravet sætter ganske vist krav til bl.a. isoleringsevnen for alle bygningsdele og krav til, hvor meget varme, der forsvinder fra huset – men det sker ud fra, hvordan en meget ideel familie lever i huset. F.eks. forudsættes det, at beboerne maksimalt har 20 grader i huset, og elforbruget inkluderer kun el til drift af bygningen, mens forbrugs-el til belysning, køkkenmaskiner og underholdning kommer oveni. Størrelsen af det kan overraske. Men de færreste lever faktisk som Bygningsreglementets 'dukse'! Det er nemlig først, når huset står færdigt på grunden og tages i brug af beboerne, at det for alvor begynder at koste på CO₂-regnskabet. Ganske vist fylder byggematerialernes egen indlejrede energi og den energi, der bruges på at opføre huset, sin del i CO₂-regnskabet, men set i forhold til husets samlede levetid, som måske vil være 50-100 år, udgør driften af huset, altså beboernes forbrug af varme, vand og el gennem hele livet, en langt større post på regnskabet. Beboerne er samtidig en uberegnelig joker i spillet, fordi de alt

efter adfærd kan påvirke CO₂-regnskabet med en faktor 10 – op eller ned – i forhold til et estimeret energiforbrug og dermed også i forhold til CO₂-udledning.

Der er med andre ord al mulig god grund til at skubbe beboernes adfærd i den rigtige retning, uden at det går ud over livskvaliteten. Tanken er ikke at gøre det til en bodsøvelse, men blot at fjerne 'fedtkanten' – det overflødige, ubetænksomme forbrug og de dårlige vaner. Ud over at arkitekturen gør sit til, at dette sker, benytter Kvotehuset sig også af passive og aktive teknologier, som ved hjælp af feedback skal åbne beboernes øjne for, at alle hand-

linger afføder et CO₂-forbrug, og at en simpel ændring i adfærd kan reducere forbruget markant.

STOF TIL EFTERTANKE

De forskellige teknologier betyder dog ikke, at huset overstyrer sine beboere og fratager dem ansvaret for, hvorvidt CO₂-forbruget bliver for stort. I sidste ende er det op til beboerne selv at styre forbruget med hjælp fra den såkaldte CO₂-kvote. På samme måde som en almindelig budgetkonto hjælper med at sikre, at der er penge nok til at betale de faste regninger gennem et helt år, giver CO₂-kvoten overblik over, hvad energien bliver brugt til, og hvor meget, der er tilbage til resten af måneden. Og på samme måde som med budgetkontoen, så er det ikke nødvendigt at kigge på den hver dag; når først tingene er lagt til rette, så kører det, som det skal.

Overordnet er det tanken, at kvoten i første omgang skal give stof til eftertanke om energiforbruget, men samtidig kan den også ses som et billede på en fremtidig virkelighed, hvor nye lovkrav og stigende energipriser formodentlig vil skærpe kravet til at spare på energien og reducere CO₂-udslip.



Viktualierummet er placeret lige bag køkkenet, hvor de tunge mure, det flisebelagte gulv, den lille trækrude og orienteringen mod nordøst sikrer perfekt opbevaring af alskens forråd. Her er god plads til opbevaring, og her er det nemt og hurtigt at finde de ingredienser, der skal bruges til et godt måltid.



FAKTA

Huset er brutto 150 m² og er opført i ét plan med køkken/alrum, bad, 3 værelser, et multirum og et bryggers. Uden for husets nettoareal, men integreret i konstruktionen, kommer dertil et viktualierum og et væksthuse. Huset er konstrueret med linjefundament og terrændæk af beton, og ydervægge er primært bygget op af porebetonelementer med facade af eternitplader. Ydervæggene langs viktualierum og væksthuse er teglstensvægge. Taget er beklædt med tagpap. Isoleringen i vægge og tag er mineraluld.



Dør om dør med bryggers og køkken ligger husets overdækkede tørregård. Den sydvendte bagvæg skærmer for nysgerrige blikke og fungerer samtidig som varmelager for solens stråler, så der er lunt, når tøjet skal tørres, og når der er brug for en udendørs gildesal til fastelavnsfest, studentergilde osv.



TVÆRFAGLIG UDVIKLINGS PROCES

ANTROPOLOGISK ANALYSEMODEL

I Kvotehuset er det altså beboerne, som skal i spil, og derfor har en væsentlig del af udviklingsopgaven handlet om at indkredse, hvem de kommende beboere kunne tænkes at være og tegne et billede af deres adfærdsmønstre – vel at mærke før der er sat navn på dem. Arkitekterne har således helt fra projektets begyndelse arbejdet tæt sammen med en antropolog med ekspertise inden for brugeradfærd i forhold til energi og teknologi og med en ingeniør med speciale i energi og indeklima. Udfordringen har været at forklare og formidle, hvorfor beboere handler, som de gør, og hvordan de kan formå at ændre deres adfærd.

Ét er nemlig at vælge specifikke materialer og installere en række tekniske løsninger i et hus og herefter måle effekten af dem ved hjælp af tal og enheder, noget andet er at indkredse den menneskelige interaktion, der har skabt effekten, og desuden beskrive, hvorfor beboerne overhovedet ændrer deres adfærd. Den viden er vigtig at uddrage, hvis de indhøstede erfaringer skal kunne bruges i andre sammenhænge, sådan som det er intentionen med Kvotehuset. Derfor er der udviklet en antropologisk model, der har været brugt til at afprøve og kvalificere ideer i løbet af udviklingsfasen, og som desuden er tænkt som dokumentationsredskab, når effekten af be-

boernes liv i huset og det deraf følgende CO₂-forbrug efter nogle år skal måles, evalueres og forklares.

EN TÆNKT FAMILIE

Den familie, som måtte vælge at flytte ind i Kvotehuset, har som nævnt ikke været kendt på forhånd, så for at kunne tegne et billede af brugerforudsætningerne, har antropologen i stedet udarbejdet såkaldte 'personas', altså en opdigtet familie, og tillagt dem en række holdninger og værdier. Forestillingen er, at det er en kernefamilie med mor, far, en teenager og et yngre barn, som bor i Kvotehuset. Det er en ressourcestærk familie med en sikker indkomst, som gerne vil bo i børnevenlige omgivelser i et område med et godt omdømme. De sætter pris på at have en moderne og energirigtig bolig med plads til både privatliv, hobbyer og selskabelighed. Huset skal på

den ene side falde godt ind i omgivelserne og på den anden side må det gerne give anledning til gode historier om dét at spare CO₂. Selv om beboerne ikke har stor viden om at spare energi, vil de gerne gøre det rigtige, såfremt det altså ikke koster på livskvalitet eller pengepung, men de er samtidig i tvivl om, hvad de selv kan og skal gøre i praksis.

I projektet kaldes dette en zebra-familie, eftersom familien på samme måde som en zebra bruger sine striber til at kamuflere sig. Den ene zebra kan ikke udskilles fra den anden, og alligevel har den sit eget fuldstændigt specifikke mønster. På samme måde med familien, som gerne tilpasser sig de andre på vejen og alligevel fremhæver det, der adskiller den fra de andre. Familien er ikke mainstream og heller ikke avantgarde og køber altså et typehus – som kan noget særligt.

“Når vi vil skabe adfærdændring, installerer vi en teknologi, som resulterer i en effekt. Vi glemmer bare, at det, der egentlig har skabt effekten, er den måde, som brugerne interagerer med teknologien. Det er brugernes interaktion, som i sidste ende skaber en effekt – det er ikke teknologien i sig selv. Hvordan brugerne interagerer med teknologien, afhænger meget af, hvordan de opfatter den. Og hvordan brugerne opfatter den, afhænger af teknologiens kontekst og af brugernes egne forudsætninger, dvs. hvilke erfaringer, de selv kommer med.”

Johanne Mose Entwistle, antropolog, Alexandra Institutet

“Vi har beskrevet en mulig positiv og en mulig negativ reaktion på alle tiltag. Det har været med til at påvirke formgivningsprocessen, at vi tidligt er blevet opmærksomme på nogle tiltag, som måske ikke ville fungere. Det har resulteret i en systematik og nogle diskussioner, som jeg ikke tror, at vi ellers ville have haft. Udviklingsprocessen og de enkelte tiltag er blevet kvalificeret, fordi vi har arbejdet systematisk med de forskellige værktøjer i en tværfaglig gruppe, og jeg vil vove den påstand, at alt er gennemtænkt på et andet niveau end i en traditionel byggeproces.”

Johanne Mose Entwistle, antropolog, Alexandra Institutet

Selv om familien er fri fantasi, er metoden bag udviklingen af den ikke grebet ud af den blå luft, men bygger blandt andet på omfattende viden om boligpræferencer i Danmark og på kvantitative og kvalitative studier af energiforbrug og -adfærd i danske hjem.

VÆRDISKABENDE SCREENING

Med udgangspunkt i de skitserede personas og deres formodede værdier har projektgruppen ved hjælp af et visuelt screeningsværktøj vur-

deret 50 mulige arkitektoniske og teknologiske elementer og deres påvirkning af brugerne. Meningen har været at teste alle ideer allerede i udviklingsfasen og hænge dem op på menneskelige handlingsmønstre og reaktioner for at sandsynliggøre de kommende beboeres opfattelse af og interaktion med de forskellige tiltag. Screeningsværktøjet, eller 'Edderkoppespindet' som det kaldes, vurderer et givent arkitektonisk eller teknologisk element ud fra ti forskellige værdiskabende parametre, herunder anlægsøkonomi, driftsøkonomi, tid, bekvemmelighed, sundhed, indeklima, æstetik, fleksibilitet, gadgetværdi og fremvisningsværdi: I hvor høj grad sparer et element tid eller bidrager med kvalitetstid, i hvor høj grad bidrager elementet med værdi for beboerne i kraft af dets teknologi, og hvor meget værdi er der i at fortælle om elementet og vise det frem.

Denne metode giver mulighed for at overskue de enkelte elementers karakter, ligheder og forskelle og ikke mindst deres CO₂-besparende potentiale, når de stilles op ved siden af hinanden. Dermed er det lettere at vælge de mest effektive og værdiskabende elementer og sikre, at elementerne ikke kun scorer højt på nogle få værdiskabende parametre.

ENERGIBUDGET SKABER OVERBLIK

Helt fra begyndelsen har arkitekterne, antropologen og energiingeniørerne arbejdet tæt sammen om at definere karakteren, funktionen og størrelsen af husets energibudgetkonto eller 'Kvoten', som den kaldes.

Mens selve huset er opført, så det overholder kravene til lavenergiklasse 2015 og dermed sikrer de bygningsfysiske forudsætninger for, at varmemforbruget holdes på et fornuftigt niveau, er kvoten for forbrug af koldt og varmt vand og el fastlagt efter undersøgelser af tilgængelige



Vi har haft et nogenlunde konstant strømforbrug de sidste 20-30 år. Det er ikke positivt, for de hårde hvidevarer er blevet markant mindre strømsluggende - vi har dog været dygtige til at 'fylde hullet' ikke mindst med vores multimedier. Så hvordan kan byggeriet hjælpe beboerne med at bruge færre underholdningsapparater? Det er ikke nemt, men ved at etablere et multimedie-rum i huset kunne det blive en mere bevidst handling at tænde for f.eks. tv eller playstation, så man som konsekvens bruger det hele lidt mindre. Simpelthen fordi man går ind i et særligt rum til denne aktivitet. Det bevarer så stuen som et fælles rum med tid og plads til at være ordentligt sammen uden forstyrrende 'indslag'.

statistikker over danskeres gennemsnitlige energiforbrug. Derudover er der udarbejdet en liste over, hvad en familie typisk har af el-udstyr, og hvor meget udstyret bruger af energi.

Undersøgelser af elforbruget viser, at danskerne i gennemsnit bruger 1500 kWh pr. person om året - et tal, der har været ganske stabilt i flere år til trods for, at elforbrugende hårde hvidevarer i samme periode er blevet langt mere effektive. Det betyder således, at elforbruget må komme fra et andet sted; nemlig fra et hastigt voksende forbrug af tv, computere, play-stations og tablets. Statistikkerne viser dog også, at elforbruget svinger meget fra husholdning til husholdning, fra 5 kWh pr. m² pr. år helt op til 50 kWh. pr. m² pr. år, hvilket kun kan forklares med forskelle i brugeradfærd.

I Kvotehuset er det ambitionen at reducere elforbruget til mellem 900 og 1000 kWh pr. person om året og samtidig snævre den samlede forbrugs-kurve for varme, vand og el ind omkring en middelværdi. Det er hverken

godt at bruge for meget eller for lidt energi: For meget genererer CO₂; for lidt kan være til skade for huset og for livet i huset, fordi der kan opstå skimmel og råd, hvis der spares så meget på varmen, at der bliver for koldt.

Kvoten er tænkt som en årskvote, der deles i tolv månedskvoter, eftersom det vil være vanskeligt at styre forbruget for et helt år ad gangen. Månedskvoterne er heller ikke lige store; de er i sagens natur større om vinteren, når der er behov for at varme op.

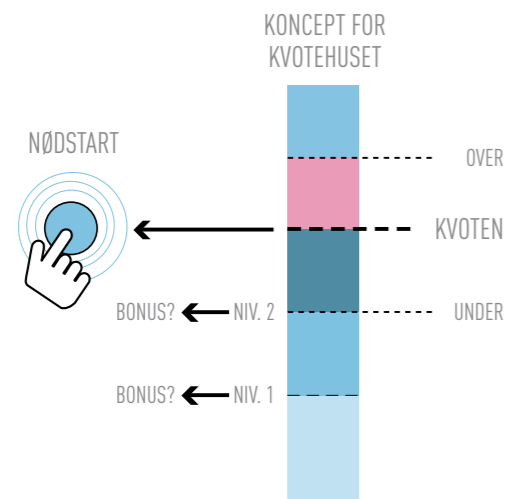
“Det er en totalkvote, men forbruget bliver opgjort pr. måned. Når familien den 31. januar er endt under kvoten, så kan kvoten selvfølgelig bruges næste måned, eller den kan gemmes til november. Familien lægger altså et CO₂-budget fuldstændig på samme måde som et almindeligt økonomisk budget. Når det handler om økonomi, kan de fleste jo godt finde ud af at administrere det, og selv om det i forhold til den overordnede ambition handler om at reducere CO₂, så betyder det jo også sparede penge for den enkelte familie.”

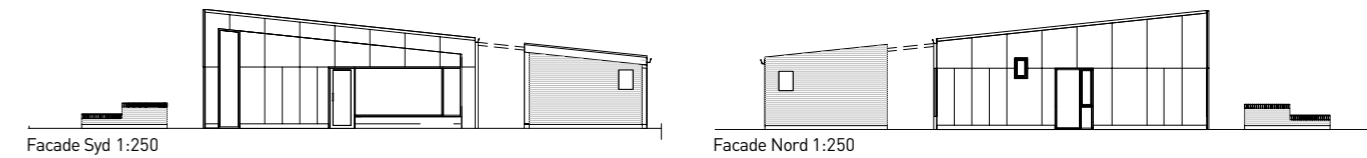
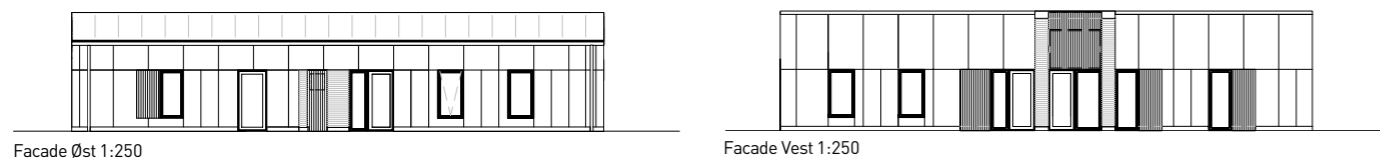
Steffen E. Maagaard, energiingeniør, MOE

KVOTEHUSETS VIRKEMIDLER

- Kvotehuset sætter en grænse for mængden af CO₂, som beboerne kan udlede pr. måned.
- Kvotehuset har teknologi, som hjælper beboerne med at slukke lys, varme op og ventilere på de rigtige tidspunkter og som fortæller om forbrugets aktuelle størrelse.
- Kvotehusets udformning gør det nemmere at spare energi og har f.eks. et overdækket udendørs tørrestativ og et svaleskab, så man sparer køleskabsstørrelse.

Hvis kvoten overstiges, kan beboerne tydeligt mærke det: Når grænsen for kvoten er nær, giver huset først en advarsel til alle beboere ved et 'teaterblink' med lyset. Når kvoten nås, lukkes der ned for vand, varme og el, og det er nødvendigt at trykke på den store blå nødstart-knap for igen at få aktiveret de forbrugende elementer. For fortsat at holde gang i huset skal forbruget planlægges og fordeles.





Stueplan 1:125

ARKITEKTUREN, TEKNOLOGIEN OG KVOTEN

KLIMABÆLTET ØGER BEVIDSTHEDEN

Kvotehuset arbejder som nævnt sammen med sine beboere på tre områder i forhold til at reducere CO₂-forbruget. Først og fremmest gennem bygningsdesignet, der helt selvfølgelig udnytter arkitektens grundgreb ved at placere funktionerne rigtigt i forhold til dagslys og solorientering og rigtigt i forhold til krav om privathed og fællesskab. Dernæst ved hjælp af dets iboende teknologi og endelig ved at introducere en kvote, der sætter en grænse for den mængde CO₂, beboerne kan udlede pr. måned.

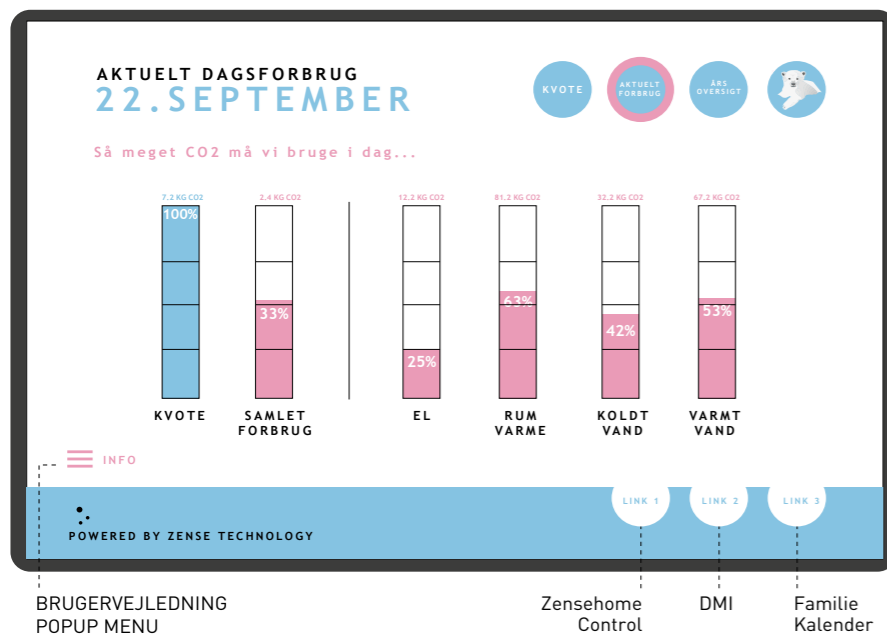
Huset er et præcist tegnet længehus, der er placeret på langs af grunden og har et knapt tag med ensidig hældning, som er højest mod vest. Fra vejen mod nord er der adgang langs husets østside til et overdækket indgangsparti. Ud mod vejen står facaden forholdsvis lukket, og mod syd åbner huset sig op ud til en fuldt overdækket terrasse, der er integreret i bygningskroppen. Facaderne, som mod øst og vest tegner sig med høje smalle vinduer og glasdøre til det fri, er beklædt med helt lyse facadeplader af fibercement, på nær et enkelt sted: I midten af huset markerer en udbygning af mukkabrune tegl, der går på tværs af og ind gen-

nem huset nemlig, at her er noget særligt på færde: Her ligger Kvotehusets såkaldte bevidsthedsbælte eller Klimabæltet, som det kaldes. Placeringen i midten og på tværs af huset er på ingen måde tilfældig; dels skaber udbygningen en fysisk buffer mellem den private del med børneværelser og soveværelse mod nord og den fælles del af huset med køkken og stue mod syd, dels betyder placeringen, at beboerne passerer Klimabæltet flest mulige gange i løbet af dagen. Tanken er, at det vil øge beboernes bevidsthed dagligt at blive fysisk og visuelt konfronteret med husets særlige funktioner.

SNUSFORNUFTIGE GREB

Ved indgangen stopper en muret væg blikke fra vejen ind i den private del af haven og danner ryg for den overdækkede tørregård, der desuden er oplagt at bruge som morgenmadsterrasse, fordi den ligger lige ud for køkkendøren. Ved siden af indgangsdøren afslører et vægparti, at murværket også fortsætter inde i huset. Tunge murede vægge danner ramme om husets viktualierum, der er uisolert og orienteret, så det altid opretholder samme svale temperatur, hvilket er langt bedre at opbevare madvarer i end et køleskab.

Lige overfor viktualierummet, på den modsatte side af husets hovedfærdsselsåre, er et indendørs væksthuse placeret - også kaldet 'CO₂-fabrikken'. Det kan umiddelbart lyde som et paradoks at placere et væksthuse indendørs, eftersom et væksthuse jo skal være konstant varmt og have rigelig adgang til lys, for at grøntsager kan vokse. Men i Kvotehuset er væksthuset isoleret fra resten af huset bag tykke teglmure og er således ikke i termisk forstand en del af husets indre. Et stort vestvendt vinduesparti fra gulv til loft sikrer, at der kommer tilstrækkeligt dagslys ind, mens udvendige trælameller udgør en solafskærmning øverst, som forhindrer, at planterne bliver brændt af eftermiddagsolen. At væksthuset er isoleret fra det omgivende hus, betyder dog ikke, at det ikke er en integreret del af huset; det er i allerhøjeste grad en del af huset, takket være to interne vinduer, som dels skaber visuel kontakt til stuen, dels giver mulighed for et kig ind til husets multimedierum, der ligger som nabo til væksthuset. Udenfor knytter en lav muret væg med integreret siddemulighed og arbejdsbord an til væksthuset, og her ligger køkkenhaven med højbede til de planter, der tåler det danske vejr.



Tanken bag multimedierummet er dels at samle husstandens tv, computere og spilkonsoller ét sted, dels at reducere antallet af elforbrugende apparater og samtidig reducere antallet af timer, apparaterne kører. En placering i et særligt rum betyder nemlig, at beboerne træffer en bevidst beslutning, inden de går derind for at bruge dem, i modsætning til det automatiske tryk på fjernbetjeningen, der let sker, når tv, computere og spilkonsoller er placeret i f.eks. stuen eller køkkenet. I en familie med yngre børn vil et særligt multimedierum sikkert være et hit, mens ældre børn typisk vælger at trække sig tilbage til egne værelser med egne computere. Til de snusfornuftige, arkitektoniske greb i huset hører også, at indgangen fører ind i et kombineret vindfang og bryggers, hvor en skydedør til fordelingsgangen sikrer, at der ikke kommer træk videre ind i huset, når indgangsdøren åbnes. Hele endevæggen i fordelingsgangen udgøres af et vin-

duesparti, så det ikke er nødvendigt at tænde lys i løbet af dagen. Endelig er der i forældresoveværelset taget en direkte konsekvens af, at de fleste mennesker trives bedst ved at sove i et rum med ca. 17 grader, hvilket er tre til fem grader under normal rumtemperatur. Dette er ganske enkelt løst ved at isolere rummet indvendigt mod gangen og badeværelset og gøre døren tæt, så varmen ikke siver ind i soveværelset - hvis beboerne vel at mærke husker at holde dørene lukket.

FEEDBACK FRA TEKNOLOGIEN

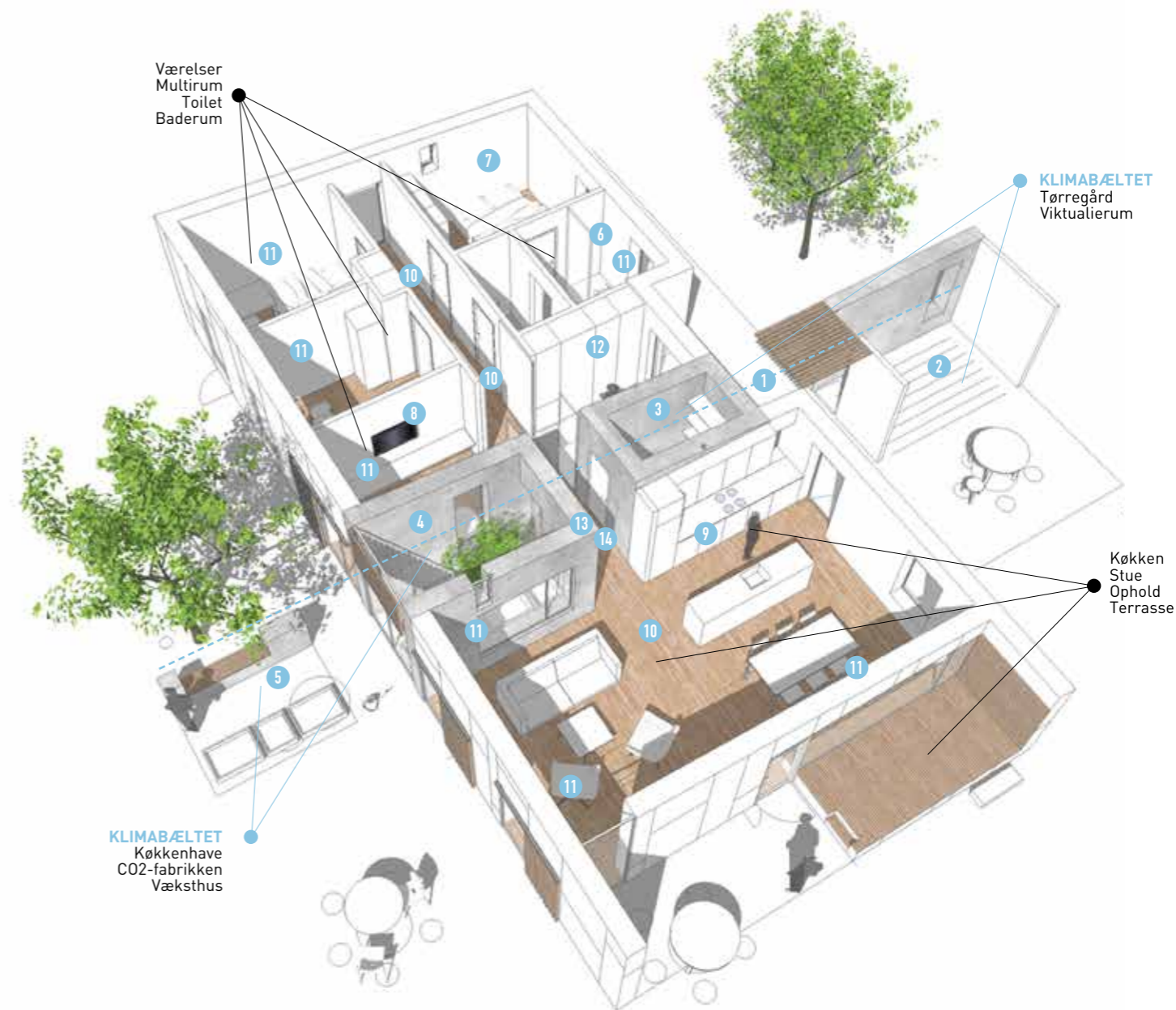
Det er i sig selv ikke nyt at installere 'state of the art'-teknologier i et nyopført lavenergihus. Det nye er, at teknologierne i Kvotehuset giver beboerne direkte og pædagogisk feedback på deres energiforbrugende handlinger, og at alt forbrug bliver registreret og gjort til lettilgængelig information for beboerne. Et godt eksempel på feedback er husets termostater, som i stedet for en skala fra 1 til 5 viser den faktiske rumtemperatur

i displayet. Det er synligt og let at reagere på - især med tanke på, hvor meget energi det koster at skrue en grad op. Termostaterne er i stand til selv at slukke for varmen, hvis de registrerer et pludseligt temperaturfald, når der f.eks. luftes ud om morgenen, ligesom de er knyttet til en central styringsenhed, der viser temperaturen i alle rum. Et andet eksempel er - helt bogstaveligt - meget farverigt: Bruseren i badeværelset er udstyret med et display, som efter nogle minutters bad begynder at skifte farve fra grøn til rød, så selv teenageren kan forstå, at nu er det tid at slukke for vandet. Hvis hun bare bruger varmt vand i den mængde, som hun plejer, risikerer hun nemlig en dag at overskride kvoten, mens hun står i badet, og så slukker det varme vand. Så må hun ud og trykke på nødstartsknappen for at tænde for vandet igen.

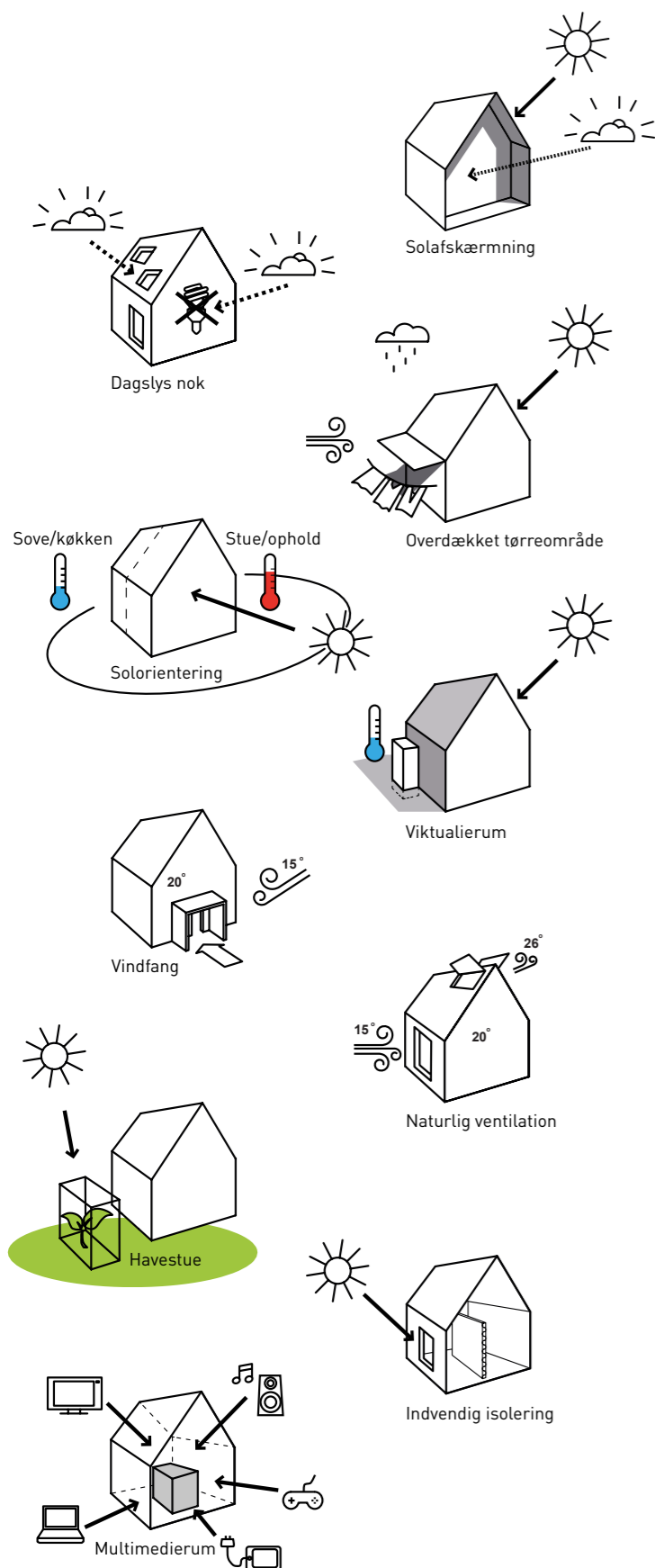
SKÆRMEN OG KNAPPEN

Lige i husets hjerte, ved Klimabæltet hvor alle går forbi, har info-skærmen sin faste plads, og her kan hele husets energiforbrug aflæses til alle tider. De færreste tænker over, at de bruger energi i deres daglige gøremål i hjemmet. Rent vanemæssigt løser de fleste en praktisk opgave, som opfylder forskellige services og behov for f.eks. komfort, underholdning eller hygiejne, og derfor overvejer de tidligst at reducere energiforbruget, den dag ekstraregningen lander i postkassen. Dette kaldes medieret forbrug, og hvis familien kigger for sjældent på skærmen, kan det være for sent, for så er energien brugt.

Funktionsoversigt



- | | | |
|--------------------------|------------------------------|--|
| 1 Klimabælte | 6 Regulerende bruser | 11 Intelligente termostater |
| 2 Tørregård | 7 Klimareguleret soveværelse | 12 Intelligent vaskemaskine |
| 3 Viktualierum | 8 Multi(medie)rum | 13 Eco-feedback CO2-forbrugsregistrering EL + VAND + VARME |
| 4 CO2-fabrikken/Væksthus | 9 Dobbeltovn | 14 Kvoten > nødstart |
| 5 Køkkenhave | 10 Masser af dagslys | |



Huset er udstyret med en lang række tiltag, der kan medvirke til at reducere CO₂-udledningen: Solafskærmning, tilstrækkeligt dagslys, solorientering, naturlig ventilation, indvendig isolering samt overdækket tørreområde, viktualierum, vindfang, havestue og multimedierum.

Elforbruget registreres ved hjælp af en lille måler, som er indbygget direkte i stikkontakterne, og tilsvarende systemer opsamler information om forbrug af vand og varme hvert 15. minut, sådan at det er muligt at følge med i udsving, både nu og her og i løbet af f.eks. et døgn eller en måned. Det lyder teknisk og utilgængeligt, men det er det ikke. Skærmen er i virkeligheden en almindelig flytbar tablet - f.eks. en iPad - med en særligt udviklet app, der også fungerer på en smartphone. App'en er logisk og intuitiv at aflæse og bruge og giver samtidig mulighed for at aflæse forbruget hvor som helst og når som helst - i bussen på vej til arbejde eller i kø i supermarkedet. Skulle faderen i huset have glemt at slukke for kaffemaskinen, kan han tilmed gøre det via sin telefon på vej til arbejde eller fra lufthavnen i London. Skærmens informationer er således gjort grafisk, funktionelt og mentalt så let anvendelige, at beboerne bliver lokket til at kigge på skærmen tilpas ofte til at opdage, hvis de bruger for meget energi.

NØDSTARTSKNAPPEN

Under skærmen sidder nødstartsknappen, som både i konkret og overført betydning er helt central i Kvotehuset. Spørgsmålet om, hvorvidt nødstartsknappen bare er en ond gimmick, der skal straffe beboerne ved at slukke for det varme vand og efterlade dem uden adgang til varme og strøm indtil næste måned, er oplagt. Svaret er, at det er den selvfølgelig ikke: Et tryk på knappen aktiverer alle systemer med det samme, men et tryk på knappen øger forhåbentlig også bevidstheden om, at der er brugt for meget energi, og det derfor er nødvendigt at sætte energi til side, så der også er til næste måned. På den måde er nødstartsknappen det håndgribelige udtryk for hele tankesættet bag Kvotehuset: Det skubber til vanerne og hjælper i sidste ende med at sikre, at der er 'penge' nok året rundt til posterne på energibudgetkontoen. Og omvendt: Huset lokker også med en belønning for hele familien, når årsregnskabet gøres op og sparet CO₂ omregnes til sparet energi, der igen omregnes til sparede kroner og ører.

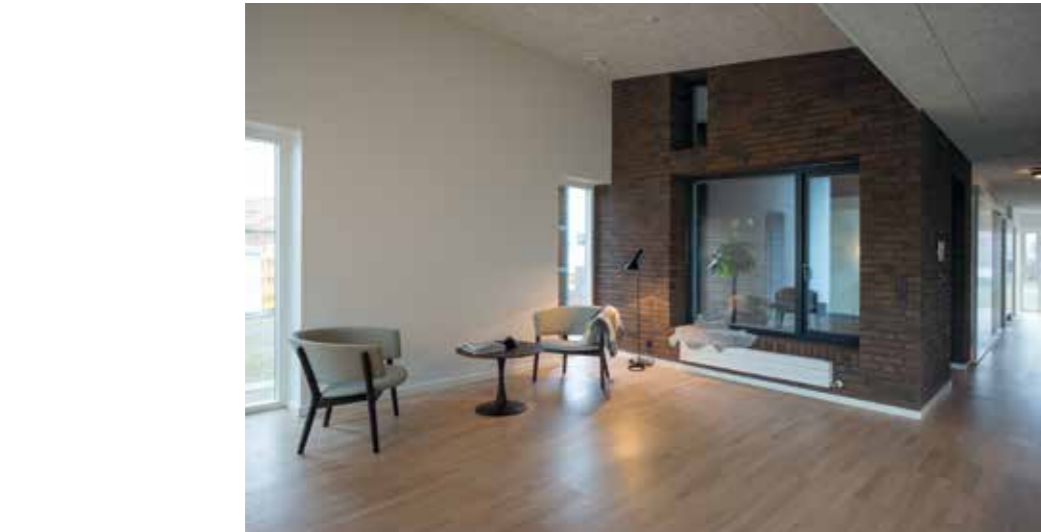


Det er en god ide at tjekke familiens CO₂-forbrug på den mobile app eller via husets infoskærm, før der tændes for den varme bruser. For overskrides kvoten, mens man er i bad, lukker huset ned! Lyset og det varme vand ryger, og man må trække den tunge vej hen ad gangen til den centrale nødstartsknap og give den et tryk, så alt kommer op at køre igen. En påmindelse med et glimt i øjet om, at der er 'låg på' energien her i huset, som teenageren sikkert husker bedre end mange formaninger.



“Et arkitektonisk hovedgreb er Klimabæltet, som beboerne på grund af dets placering kommer til at krydse mange gange i løbet af dagen. Den fysiske synlighed og daglige konfrontation – noget at pege på og røre ved – bærer historien og får beboerne i gang med at tænke over tingene – det er den vigtigste motivator.”

Kristian Nordheim, arkitekt, Pluskontoret Arkitekter



MÅLINGER OG EVALUERING

STORE ENERGI-BESPARELSER I VENTE

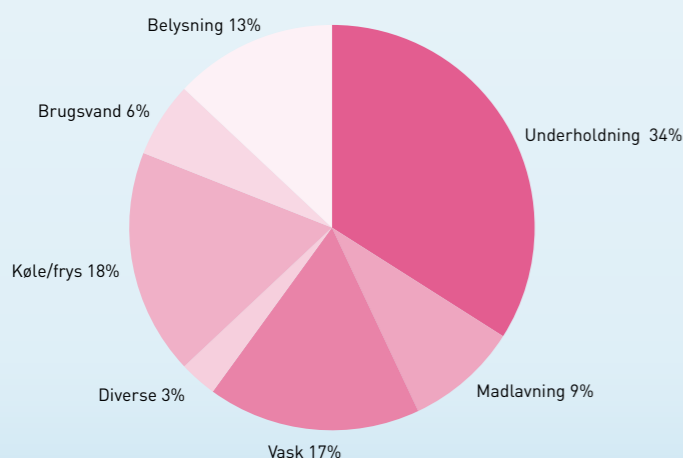
Inden eksperimentet kommer så vidt, at der flytter en familie ind i Kvotehuset, kan livscyklusanalysen, som er udarbejdet sammen med forskere på SBI, allerede nu give et fingerpeg om, at det vil være muligt ganske betragteligt at nedbringe det samlede forbrug af el og varme og de deraf følgende CO₂-udledninger. Ifølge analysen kan der forventes en årlig CO₂-besparelse på 46 % i elforbruget og 33 % i varmetaforbruget – forudsat at de mange installerede tiltag og elementer påvirker beboerne, sådan som arbejdsgruppen

har forudset. De forventede besparelser i elforbruget stammer især fra underholdning, belysning og tørretumbler, mens besparelser i varmetaforbruget er resultatet af et mindre forbrug af varmt brugsvand og intet varmetaf, når der luftes ud i huset.

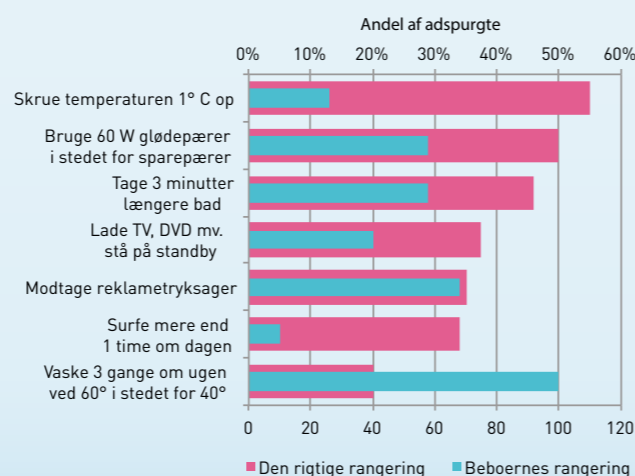
Når procenterne omregnes til tal for en periode på 50 år og sammenlignes med et Referencehus, vil Kvotehusets forbrug af el ligge på 15 kg CO₂/m²/år, mens Referencehuset bruger 24 kg CO₂/m²/år i 50 år. De tilsvarende tal for varme ligger på 10 kg CO₂/m²/år i Kvotehuset og 13 kg CO₂/m²/år over 50 år i Referencehuset.

At det er muligt at nedbringe CO₂-udslippet fra beboernes aktiviteter i Kvotehuset, er der således ikke tvivl om. Spørgsmålet er mere, hvor gode arkitekt, antropolog og energiingeniør har været til at gætte på, hvad der vil virke. Derimod viser et blik på beregningerne af CO₂-udledningen i forbindelse med konstruktion og materialer, at Kvotehusets konstruktion og materialeforbrug er lidt højere end Referencehusets, nemlig 6 kg CO₂/m²/år over en periode på 50 år mod 5 kg CO₂/m²/år.

Forklaringen er bl.a., at Kvotehuset er mindre end Referencehuset, men har



Undersøgelser af elforbruget i danske boliger viser, at mere end 30 % af forbruget bruges på underholdning, mens der kun bruges 9 % på madlavning og 17 % på vask. Andre undersøgelser dokumenterer, at vi generelt tror, det koster på elforbruget at bruge tørretumbler, men at det ikke koster ret meget at skruer 1 grad op for varmen – og i virkeligheden er det lige omvendt.



større overflade, og at der derfor er mere klimaskærm, som erfaringsmæssigt koster meget i CO₂-regnskabet. Grunden til, at Kvotehuset er mindre, er, at væksthuset og viktualierummet ikke regnes med i husets bruttoareal, fordi de er kolde rum. Hvis disse rum tages med i bruttoarealet, ender CO₂-belastningen af Kvotehusets konstruktion og materialer på 5,5 kg CO₂/m²/år. Pointen er altså, at huset ikke koster ekstra i CO₂-regnskabet, fordi det er et kvotehus. Men når CO₂ fordeles over et mindre areal, bliver tallet naturligvis højere.

HVERDAGSLIVET MÅLT OG VEJET

Det er håbet, at de mennesker, der køber og flytter ind i Kvotehuset, vil se det som et værdifuldt og interessant

eksperiment at medvirke i. Planen er, at beboernes energiforbrug bliver målt og registreret gennem de første to til tre år. Siden skal resultaterne evalueres ved hjælp af den metode, der har været brugt i forbindelse med udviklingen af projektet, og videreformidles til hele byggebranchen.

“Hvis man spørger folk, hvad de tror, de bruger mest energi på, svarer de typisk, at det må være tørretumbleren, mens det at hæve temperaturen en enkelt grad kommer nederst på listen. I virkeligheden er det omvendt: At øge temperaturen fra 20 til 21 grader koster meget mere på energiregningen end at tørre tøj – og også meget mere, end folk tror. Hvis vi skal ændre adfærd, skal vi jo vide sådan noget, og den bevidsthed håber vi at skabe med Kvotehusets energibudgetkonto.”

Jørgen Søndermark, Realdania Byg

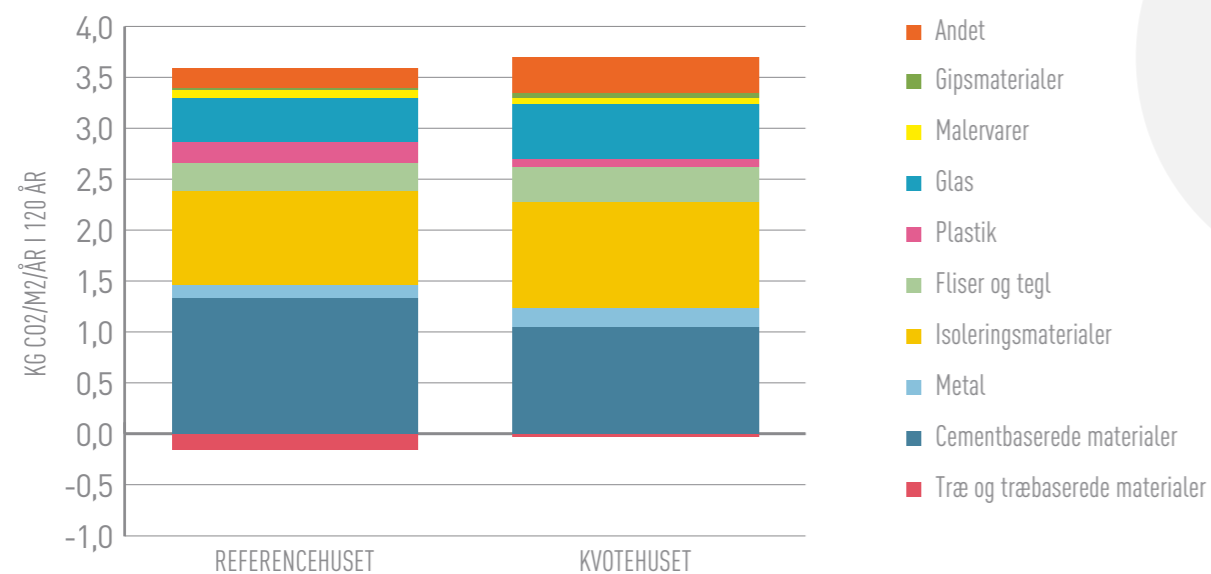


Projektgruppen og bygherre har i samarbejde skitseret flere forskellige registreringsmetoder. En mulig metode går ud på at lade familien bo i huset det første år, som de plejer, uden at regulere deres adfærd og forbrug, og først det næste år introducere kvoten. På den måde vil der være et indeks at sammenligne med, når kvoten træder i kraft, og et billede af, hvor meget tid, beboerne bruger på at spare CO₂, hvor meget de reelt sparer i CO₂ og penge og endelig, hvilken eventuel sundhedseffekt, det har.

Når en familie har valgt at købe Kvotehuset med dets iboende kvaliteter og betingelser, er det planen, at de selv beslutter sig for det system, der vil virke mest motiverende for dem i bestræbelserne på at holde sig længst muligt under kvoten.

HUSETS CO₂-PROFIL

CO₂-udledning for hhv. Referencehuset og Kvotehuset fordelt på materialer



De enkelte materials bidrag til den samlede udledning fra materialeproduktion, udskiftninger og bortskaffelse over en periode på 120 år kan aflæses af figuren for henholdsvis et typisk parcelhus og Kvotehuset.

'Referencehuset' er et typisk parcelhus på 145 m², der er bygget og isoleret, så det opfylder Lavenergi 2015-krav til nybyggede huse.

Se præsentationen af Referencehuset, bemærkninger og uddybninger til grafer, tal og resultater og se ikke mindst de samlede livscyklusvurderinger (LCA-analyser) for alle seks huse i projektet. De offentliggøres i takt med husenes opførelse på: www.realdaniabyg.dk/udgivelser/rapporter.

KONKLUSION

Det står med Kvotehuset klart, at det er muligt fra byggeriets side at reducere det private elforbrug ved at indbygge en række muligheder for besparelser for de kommende beboere. Kvotehuset er endnu ikke beboet, og der foreligger derfor endnu ingen reelle opgørelser over en families energiforbrug. Men ifølge den livscyklusanalyse, som er udar-

bejdet sammen med forskere på SBI, vil det være muligt ganske betragteligt at nedbringe det samlede forbrug af el og varme og de deraf følgende CO₂-udledninger, ikke mindst når man ser på mængden over tid.

I byggeriets 'hverdag' er der en skarp adskillelse mellem 'det private forbrug' og 'bygningens forbrug'. Det private elforbrug figurerer således ikke i Bygningsreglementets krav, men spiller i virkeligheden en større rolle end reduktion af CO₂ i forbindelse med materialer: En forventet reduktion fra 24 til 13 kg CO₂/m²/år i 50 år vil summere op til næsten tre gange mere end f.eks. Upcycle House' reduktion af fodaftrykket fra 5 til 0,7 kg CO₂/m²/år i 50 år. Det vil sige, at drifts-forbruget, ikke mindst hvad angår el, fortsat skal påkalde sig opmærksomhed, når der tænkes CO₂ og bæredygtighed i byggeriet.

Det nye i Kvotehuset er, at man her ser, hvordan man ved at tænke grundigt over, hvordan de fremtidige beboere forventes at anvende huset, kan skabe en fysisk indretning og tilføre tekniske udstyr, som kan støtte og hjælpe beboerne med at nedbringe deres private elforbrug betragteligt til gavn for såvel egen pengepung som for samfundsøkonomi og klima.

Tak til...

Arkitekt: PLUSKONTORET ARKITEKTER

Ingeniør: MOE A/S

Antropolog: ALEXANDRAINSTITUTTET

Hovedentreprenør: MURERMESTRENE THOMAS HANS A/S

Videnspartner: STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT AAU

Intelligent el-installation: ZENSE TECHNOLOGY

INGMAR OG HALFDAN ASK NYROP, SIRI CENHOLT, B&O NYBORG

Samt alle håndværkere og andre, der var med til at skabe og udfordre projektet.

Kvotehuset - sætter beboerne i spil

© Realdania Byg 2014

ISBN 978-87-92230-60-7

Tekst og redaktion: Realdania Byg og Birgitte Kleis

Layout: Bjørk&Glad og Thomas Vandal Nielsen, OAB-Tryk A/S

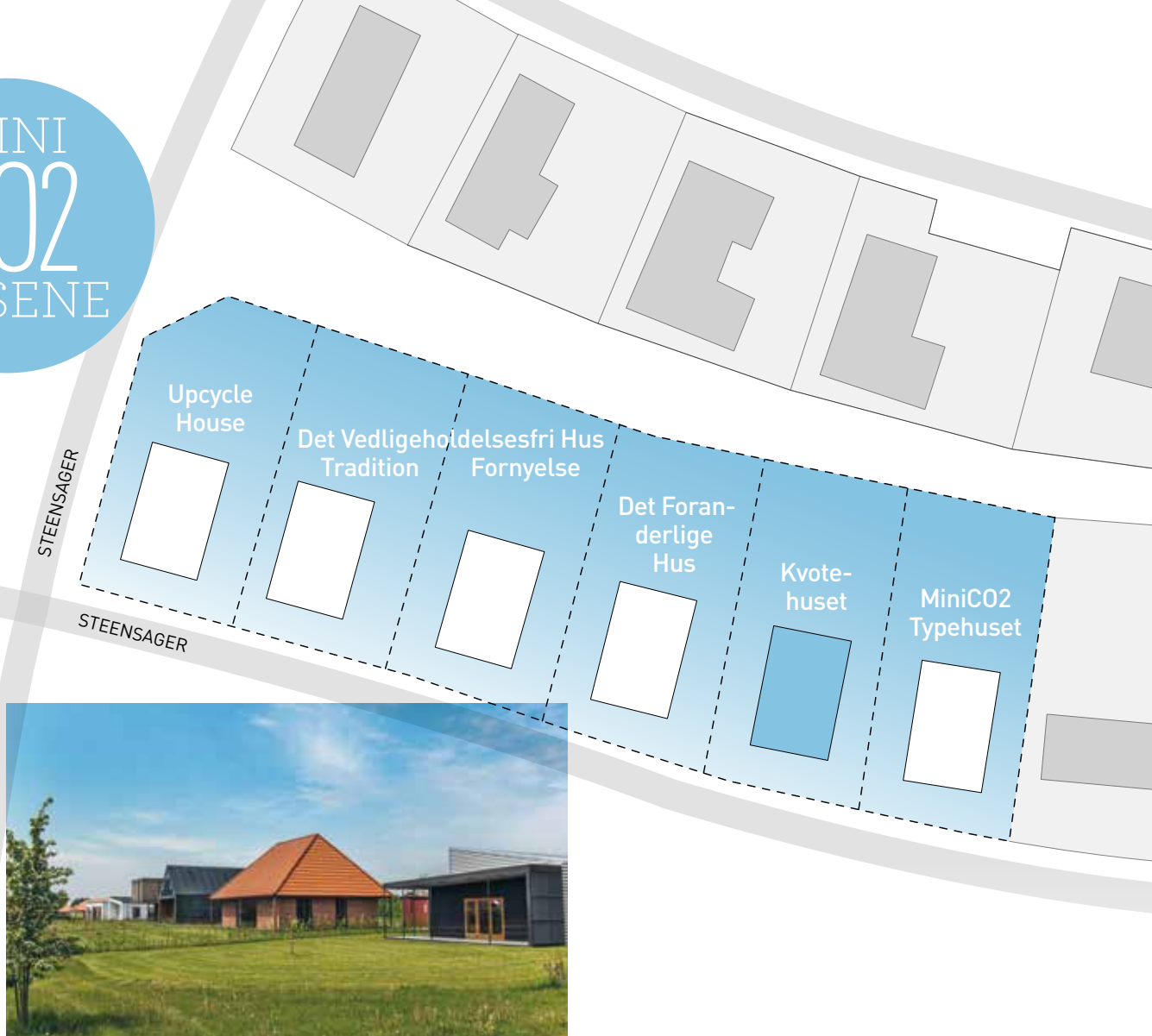
Fotos og illustrationer: Fotograf Jesper Ray Manley, Helene Høyer Mikkelsen samt Realdania Byg

Forsidefoto: Fotograf Jesper Ray Manley

Bogen er sat med ArcherPro-Book og trykt af Clausen Grafisk ApS

Realdania Byg er et helejet Realdaniaselskab

MINI CO2 HUSENE



MINICO2 HUSENE

I Nyborg blev i løbet af 2013 og 2014 seks nye parcelhuse opført, som hver på sin måde har fundet metoder til, hvordan man kan reducere ressourceforbruget og dermed begrænse CO₂-udledningen i forskellige faser af en ejendoms levetid. Det drejer sig om CO₂-udledning i såvel anlægsfasen som i hele husets levetid og om CO₂-udledning i forbindelse med større ombygningsprojekter og almindelig vedligeholdelse.

Det sjette hus høster erfaringerne fra de fem første huse, og giver et samlet kommercielt bud på det mindst mulige CO₂-fodaftryk i et typehus.



9 788792 230607