



# TYPEHUSET

– bedre og grønnere





AF BIRGITTE KLEIS

# TYPEHUSET

– bedre og grønnere

# INDHOLD

## Erfaringerne udstikker kursen

Lærenemt typehus 5

## Værdifuld høst af erfaringer

Forudsætninger og formål 8

To målgrupper 10

Markedet scannet og analyseret 10

Fem firmaer udvalgt og inviteret 11

Kompleks opgave 12

## Styrker og potentialer

To stærke forslag 14

HusCompagniet 14

Elementer fra fem huse – HusCompagniet 14

Benée Huse 18

Livscyklusanalyse 18

Elementer fra fem huse – Benée Huse 20

## MiniCO2 Typehuset

Rigeligt dagslys i et kompakt hus 23

Beskrivelse af huset 25

Inspireret af naboerne og

opført af hyldevarer 28

Teknikken styrer – uden at overstyre 30

## Perspektivering

På forkant med EU-lovgivning 31

## Bevidsthed er lig med adfærsændring

Interview med klima-, energi og bygnings-

minister Rasmus Helveg Petersen 32

## Husets CO2-profil

36



# MINI CO2 HUSENE



## ERFARINGERNE UDSTIKKER KURSEN

### LÆRENEMT TYPEHUS

Der er godt nyt til huskøbere: Nu kan alle få et bedre og grønnere hus – til samme pris som et traditionelt typehus. Det viser Realdania Bygs forsøg, MiniCO2 Husene i Nyborg. Her er opført et smukt, funktionelt hus med godt indeklima, rigeligt dagslys og masser af hjemlig atmosfære.

På hjørnet af Steensager vest for Nyborg ligger en stribe nye enfamiliehuse, der er opført og indviet i løbet af 2013. Hvert især – og som helhed – påkalder de sig opmærksomhed. Ét er opført af genbrugs-

materialer, et andet har en beskyttende facade af glas og står på pæle, mens et tredje har et vældigt tagudhæng og teglstensmure, der er en halv meter tykke. Ét har facadepartier og vægge, som kan flyttes i takt med beboernes skiftende livsforhold, og i et andet hjælper husets udformning og teknik aktivt med at gøre beboernes egen adfærd smartere. Alle er de eksperimenter, der har medvirket til at øge de rumlige, indeklimatiske og brugsmæssige kvaliteter, samtidig med at de ved hjælp af fem ekstreme metoder har reduceret husenes CO<sub>2</sub>-udledning.

2,8 kg

18 kg

11 kg

5 kg

24 kg

13 kg

### TYPEHUSET vs. REFERENCEHUSET

CO<sub>2</sub>-udledningen fra forbruget af el og varme i løbet af Typehuset brugsfase er på henholdsvis 18 og 11 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år over en periode på 50 år. For Referencehuset gælder, at de tilsvarende tal er 24 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år for den forbrugte el og 13 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år for den forbrugte varme. CO<sub>2</sub>-udledningen fra materialeforbruget til konstruktionens livscyklus i MiniCO<sub>2</sub>-typehuset ligger på godt 3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år i en periode på 50 år mod Referencehusets 5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år i en periode på 50 år (se side 36).





“Vores mål har været at lave en knibtangsmanøvre, der skal massere den indhøstede viden ind i typehusfirmaerne. Vi ser gerne, at MiniCO2 Typehuset bliver et produkt, der dukker op på markedet, og at typehusfirmaerne på længere sigt tager det med i deres katalog, så køberne kan få et CO2-reduceret hus, på samme måde som de kan få et 2015-hus. Den anden del af knibtangsmanøvren retter sig mod huskøberne, nemlig at gøre det klart for dem, at CO2-reducering er noget, de kan efterspørge. Hvis nogle typehusfirmaer først begynder at tilbyde CO2-reducerede parcelhuse, så tror vi på, at andre vil følge med. Det skal være noget, man som kunde forventer at kunne få.”

Jørgen Søndermark, projektleder, Realdania Byg

I foråret 2014 fik de fem huse selskab af et sjettede, der har kigget sig over skulderen og taget ved lære af de erfaringer, der er høstet i de forudgående huse. MiniCO2 Typehuset går dermed på tværs og samler de mest CO2-effektive, mest økonomisk rentable og mest fleksible løsninger i en balanceret 'pakke'. Huset er vel at mærke opført inden for en almindelig typehus-økonomisk ramme på 1,7 mio. kroner og ved hjælp af afprøvede løsninger og standardmaterialer, der let kan skaffes. Det har resulteret i et kompakt og funktionelt hus med bred arkitektonisk appel. Det er fleksibelt over for ændringer i indretning og kan alt efter behov indrettes med tre eller fire værelser, ligesom køkkenet alt efter temperament kan åbnes eller lukkes af

mod opholdsrummene med skydedøre. Det er et hus, der er opført med massive, isolerende ydermure og med brug af genbrugsmaterialer, hvor det giver god mening. Og endelig er det et hus, der udnytter dagslyset bedst muligt og reducerer behovet for kunstlys samt reducerer forbruget af varme, vand og el, uden at det går ud over komforten eller forringer indeklimaet.

Den gode historie er altså, at kommende huskøbere får en række ekstra fordele og kvaliteter i et Mini CO2 Typehus, som ikke findes i et traditionelt typehus. De får samtidig et hus, som gør noget godt for klimaet, fordi det har et markant mindre CO2-fodaftryk. Og de kan tilmed købe det uden at skulle betale ekstra.

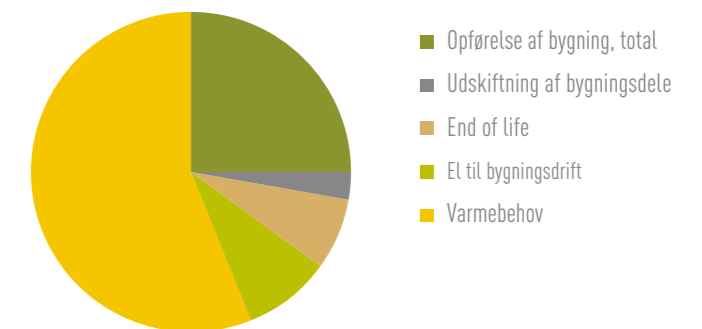


Fordeling af energiforbrug i et typisk parcelhus



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 %.

# VÆRDIFULD HØST AF ERFARINGER

## FORUDSÆTNINGER OG FORMÅL

Målet for hele eksperimentet har været at finde metoder til at mindske CO<sub>2</sub>-udledningen i forskellige faser af en bygnings levetid. Eksperimentet kaldes derfor 'MiniCO<sub>2</sub> Husene', og forsøget viser, at det er muligt at bygge og bo i huse, der udleder mindre CO<sub>2</sub>.



### UPCYCLE HOUSE

Det første hus i rækken hedder Upcycle House, og her er det blevet undersøgt, hvor meget det reelt er muligt at reducere CO<sub>2</sub>-aftrykket ved at bruge upcycledede materialer i videst mulige udstrækning. Resultatet har vist, at et hus med en bærende konstruktion, der består af to gamle skibscontainere, monteret på punktfundamenter af stålskruepæle og isoleret med papiruld af gamle aviser samt med brug af upcycledede materialer og genbrugs-materialer både ude og inde, gør det muligt at spare 85 procent CO<sub>2</sub>, sammenlignet med opførelsen af et traditionelt parcelhus. Konklusionen er, at det virkelig batter noget på CO<sub>2</sub>-fodaftrykket i byggefasen at minimere brugen af beton til bærende konstruktioner og fundamenter og helt undlade at bruge mineraluld som isolering. Desuden betyder de helt enkle materi-

aler, at skadelige afgasninger, som ellers ses i mange af dagens byggematerialer, er undgået.



### DE VEDLIGEHOOLDSELSFRI HUSE

Levetid og vedligeholdelse er væsentlige faktorer, når det gælder om at reducere et hus' CO<sub>2</sub>-udledning. Hvis et hus kan opnå en levetid på 150 år og desuden ikke kræver vedligeholdelse de første 50 år, spares lige så meget CO<sub>2</sub>, som det ville kræve at opføre op til tre nye huse. At det kan lade sig gøre, har de to Vedligeholdelsesfri Huse påvist på hver sin måde. Det ene ved at gøre brug af traditionelle materialer og afprøvede håndværksmæssige metoder som f.eks. et tag med stejl hældning, der sikrer god afvanding, og et stort udhæng, der beskytter ydermure, døre og vinduer mod vand og UV-stråling. Denne konstruktion minimerer behovet for vedligeholdelse og forlænger levetiden. Også den homogene ydervægskonstruktion af flettet tegl gør beviseligt sit til at forlænge levetiden, idet den massive mur har få kuldebroer og gode termiske egenskaber, hvilket reducerer sætnings- og frostskader. Nok så vigtigt er det et kompakt hus med minimal overflade og dermed reduceret materialeforbrug. Det andet Vedligeholdelsesfri Hus har gentænkt det historiske danske

længehus og taget udgangspunkt i, at tagkonstruktionen traditionelt har spillet en væsentlig rolle som konstruktiv beskyttelse af ydermure, vinduer, døre og resten af huset. Her i den moderne udgave er taget blevet til en glashud, der beklæder hele husets bærende trækonstruktion, og som klimaskærm yder en effektiv beskyttelse af husets nedbrydelige materialer. Der er altså kun brugt CO<sub>2</sub>-tunge materialer, hvor det har været absolut nødvendigt, som f.eks. det hærdede glas i klimaskærmen, som vel at mærke er produceret af genbrugsglas. Også brugen af beton er minimeret – til to rækker af punktfundamenter, og det har resulteret i en CO<sub>2</sub>-reduktion på 25 procent i forhold til et traditionelt hus, mens isoleringen, der består af kunstharpiks og træfiber, giver en reduktion på 15 procent i CO<sub>2</sub>-udledningen. I begge vedligeholdelsesfri huse kan den kommende husejer glæde sig over et hus, som kræver minimal indsats at holde i tiptop stand, hvilket både øger den daglige bo-kvalitet og gavner gensalgsværdien.



### DET FORANDERLIGE HUS

Det Foranderlige Hus har taget fat på den udfordring, at et hus typisk gennemlever mange ombygninger i løbet



af sin levetid, i takt med at familien vokser, og nye behov opstår. Hver gang materialer udskiftes, udledes der CO<sub>2</sub>. Det Foranderlige Hus har dokumenteret, at et hus, der kan forandres ved hjælp af skydevægge, mobile skabsvægge og flytbare facadepartier, reducerer CO<sub>2</sub>-udledningen af mange årsager. Først og fremmest fordi der ikke tilføres nye materialer og ej heller genereres byggeaffald som følge af ombygninger; fordi der ikke skal fræses i vægge til nye ledninger og stik; fordi gulvene er gennemgående på begge etager og derfor ikke skal renoveres, når skabsvægge flyttes rundt, og endelig fordi det ikke er nødvendigt at foretage udbedringer af den bærende konstruktion, hvis huset udvides. Den høje grad af fleksibilitet giver ejeren et hus, som hurtigt og uden dyre håndværkerudgifter kan til-

passes en hvilken som helst forandring i livssituationen – eller blot den kommende konfirmation.



### KVOTEHUSET

Kvotehuset er sat i verden for at påvise, at også beboerne kan være med til at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen markant. Beboerne i et hus spiller nemlig en væsentlig – men også meget uberegnelig – rolle, når det gælder et hus' samlede CO<sub>2</sub>-udledning. Der er derfor potentielt store besparelser at hente ved at hjælpe beboerne til et mere bevidst forbrug af varme, vand og el. Kvotehuset støtter beboernes adfærd på tre niveauer. For det første gennem sin arkitektoniske udformning som f.eks. muligheden for at tørre tøj uden-

dørs under tag og muligheden for at opbevare mad i viktualierummet. Næste niveau handler om at integrere smart teknologi, som giver direkte feedback på beboernes handlinger. Endelig er huset forsynet med en kvote, der fungerer som beboernes månedlige CO<sub>2</sub>-budgetkonto, og via smartphones og tablets løbende giver overblik over, hvad energien bliver brugt til, og hvor meget der er tilbage til resten af måneden. Målet er at skære det overflødige forbrug væk og dermed spare de 'dumme' penge til energi. De mange ekstra funktioner giver tilmed familien en lang række muligheder, som ikke findes i et almindeligt typehus. F.eks. kan teknikken 'genafspille' den sidste uges tænd-slukmønstre, mens familien er på ferie og på den måde mime, at der er nogen hjemme.



“Tidligere var det sådan, at kunden udpegede et typehus i et katalog og havde så mulighed for måske at spejlvende køkkenet og ændre enkelte overflader. Husene var billige i kraft af, at der var bygget 100 stk. af typen tidligere, og de initiale udviklingsomkostninger dermed spredt ud over et stort antal huse og ikke kun ét. Hvis jeg skal sætte ord på, hvor markedet er på vej hen i dag, så tror jeg, at typehusmarkedet består som en juridisk og økonomisk konstruktion, men at typehuset som formbegreb viger til fordel for en form for ‘Mass Customization’, hvor det har mindre betydning for prisen, om huset ændrer form og dimension. Dette skyldes, at ændringer, omprojektering, styring, projektledelse mv., blandt andet pga. digitaliseringen kan gøres nemmere end tidligere og dermed fylder mindre i den samlede anlægsøkonomi.”

Morten Marcker Stubgaard, bygherrerådgiver, Kuben Management

## TO MÅLGRUPPER

For ikke blot at konstatere, at det – som dokumenteret – kan lade sig gøre at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen på mange forskellige måder og for at lade Mini-CO<sub>2</sub>-projektet række ud over de fem eksperimenterende huse, er netop det sjette hus opført som et typehus, der direkte vil kunne opføres i stort tal rundt i hele landet. Det repræsenterer som sådan et kommercielt bud på et markant mindsket CO<sub>2</sub>-aftryk i et typehus, hvor de høstede erfaringer fra de fem huse er nøje overvejet og balanceret i forhold til effekt, pris og afledte boligmæssige kvaliteter.

Ideen er, at typehusmarkedet er det oplagte sted at satse på, hvis det gælder om at reducere CO<sub>2</sub>-udledning over en bred kam. Med andre ord: I stedet for at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen meget markant i ganske få ekspe-

rimentelle huse kan det ud fra en samfundsmæssig synsvinkel give bedre mening at opnå en lidt mere beskeden reduktion – i rigtig mange huse.

Som den ene flanke i en form for udviklingsmæssig knibtangsmanøvre har det altså været et mål at gøre den indhøstede viden om de CO<sub>2</sub>-reducerede huse tilgængelig for typehusfirmaerne. Den anden flanke tager sigte på huskøberne, som skal få lyst til at efterspørge et CO<sub>2</sub>-reduceret hus, på samme måde som de i dag efterlyser f.eks. et hus opført efter passivhusstandard eller et hus opført af svanemærkede materialer. Pointen er selvfølgelig dels, at det ikke skal koste kunderne mere end et helt konventionelt typehus og dels, at de samtidig får en række ekstra bonusser, som simpelthen gør huset skønnere og mere brugbart.

## MARKEDET SCANNET OG ANALYSERET

For at finde frem til, hvordan typehusbranchen er sammensat og agerer i markedet, og for at pejle sig ind på hvilke typehusfirmaer, der kunne tænkes at være interesserede i at byde ind på opgaven, blev processen indledt med en scanning og analyse af typehusbranchen. Den viste, at branchen ser anderledes ud i dag, end den gjorde, inden finanskrisen omkalfatrede hele byggebranchen.

Nu er branchen koncentreret omkring få større firmaer, der står for måske to tredjedel af markedet, og en større underskov af firmaer, der bygger mellem 10 og 50 huse om året. Den samlede typehusbranche står i øjeblikket bag 3.000 nye typehuse årligt, så der er langt op til de ca. 11.000 nye typehuse, som blev opført, da markedet toppede, før krisen satte ind i 2008, og rigtig langt op til de godt 50.000 typehuse, som blev bygget årligt i 1960'erne.

Analysen viste desuden, at der er forskel på, hvordan firmaerne arbejder, og på, hvad de kan tilbyde deres kunder. De største firmaer har på grund af deres størrelse og deraf følgende økonomiske ballast mulighed for at tilbyde kunderne, at de først skal betale for huset, den dag de får overdraget nøglen. Eftersom de store firmaer bygger så mange huse af samme type med mindre variationer, kører processen fuldkommen snorlige og gennemføres uden ubehagelige overraskelser, hvilket giver en høj grad af troværdig-

hed. Til gengæld er de store firmaer ikke de første til at kaste sig over udviklingsprojekter. Her er strategien snarere at være konservativ i teknisk henseende og bygge på indhøstede erfaringer, således at nye ideer er velafprøvede, og børnesygdommene lugget ud.

Heroverfor står de mindre typehusfirmaer, som oftest er fuldt ud lige så professionelle, og som også tager kunden ved hånden gennem hele byggeprocessen, omend de måske ikke altid har de økonomiske muskler til at bære omkostningerne helt frem til aflevering. De er derfor nødt til at differentiere sig og skabe en særegen profil for at tiltrække kunder. En tendens er, at de ikke kalder sig typehusfirmaer, men derimod husfirmaer, der opfører typehuse parallelt med andre byggeopgaver. En anden betydende tendens er, at de mindre firmaer er langt mere optagede af at skabe udviklings- og innovationsprojekter, der kan medvirke til at flytte markedet og udvikle produktet.

Når det gælder selve produktet – typehuset – kendetegnes dette af to ting; dels som en juridisk og økonomisk konstruktion, der varetager alle aspekter af byggesagen – fra byggetilladelse, planlægning af byggeriet, indkøb af materialer, logistik på byggepladsen og overholdelse af den aftalte pris gennem hele byggeprocessen og frem til aflevering af huset til kunden. Dels som et formmæssigt begreb, der er under udvikling. Tidligere var typehuse fastlåste i udformning og afprøvet

mange gange, før kunden skrev under på at købe et tilsvarende. I dag er der takket være den teknologiske udvikling i højere grad tale om en form for ‘Mass Customization’, det vil sige en proces, hvor kunden har stor frihed til selv at forme sit hus i samarbejde med firmaet og ud fra en række moduler, som kan ændres og tilpasses ved hjælp af standard computerprogrammer – og huset kan vel at mærke stadig opføres på juridiske og økonomiske præmisser svarende til et traditionelt typehus.

## FEM FIRMAER UDVALGT OG INVITERET

Et mål for hele projektet MiniCO<sub>2</sub> Husene har været, at markedets spredning på få store typehusfirmaer, en håndfuld mellemstore og rigtig man-

ge små skulle afspejles i den konkurrence, som Realdania Byg indbød branchen til at deltage i.

En første sondering blandt 50 af landets typehusfirmaer viste, at en række af de mindre firmaer virkede meget dedikerede over for projektet, mens de store firmaer i højere grad skulle lokkes med. Det er der ikke noget mærkeligt i, eftersom udviklingsprojekter sjældent indgår i de store firmaers portefølje – de skal kunne stå fuldkommen inde for det, de opfører, for hvis de begår fejl, risikerer de at begå den 1.000 gange. Omvendt er de store firmaer naturligvis overordentlig vigtige at inddrage, fordi deres medvirken sikrer den volumen, som er nødvendigt for at generere en CO<sub>2</sub>-reduktion, der batter noget samfundsmæssigt.





Det felt, som på baggrund af en prækvalifikationsrunde blev indbudt til at give bud på opgaven at opføre Danmarks første Mini CO<sub>2</sub> Typehus, har omfattet firmaerne HusCompagniet, Eurodan Huse, Lind & Risør, HHM og Benée Huse. Af dem er HusCompagniet det absolut største med omtrent 1.000 nyopførte typehuse om året, mens Lind & Risør og Eurodan Huse opfører mellem 300 og 500 huse om året. Endelig opfører HHM ca. 10-15 huse om året, mens Benée Huse færdiggør ca. 30-40 nye enfamiliehuse om året.

Firmaerne har gennemgående mellem 20 og 40 års erfaringer med at bygge enfamiliehuse og har som sådan også gennemlevet de udsving, markedet har været igennem, og har løbende optimeret byggeriet i overensstemmelse med skærpede krav i bygningsreglementet. Det betyder, at alle fem firmaer bygger huse under hensyntagen til kravene i BR2015, og flere har generelle erfaringer med at opføre lavenergibyggeri og passivhuse. Det gælder ikke mindst HHM og Lind & Risør, mens Benée Huse allerede har erfaring med at arbejde med CO<sub>2</sub>-reducering som styrende parameter i kraft af, at firmaet står bag Det Foranderlige Hus. Både HusCompagniet og Benée Huse har

desuden prøvet kræfter med at bygge efter BR 2020.

### KOMPLEKS OPGAVE

Den opgave, som de inviterede firmaer har givet tilbud på, er et parcelhus, som med et bruttoareal på omtrent 145 kvadratmeter og en basispris på maks. 1.700.000 kr. ekskl. moms, skal kunne danne ramme om livet for en familie med to voksne og to børn. Succeskriteriet har været, at huset i kraft af dets opførelse, gennem dets levetid og ved bortskaffelse efter endt levetid skal minimere udledning af CO<sub>2</sub> mest muligt. Det har dog også været vigtigt, at de valgte CO<sub>2</sub>-reducerende løsninger 'kan noget mere' og vil resultere i afledte kvaliteter såsom økonomiske besparelser, tidsbesparelser og øget livskvalitet. Det betyder, at de bydende firmaer har skullet vurdere deres forslag til et CO<sub>2</sub>-reduceret typehus i forhold til følgende overvejelser:

**Tidshorisont** er en vigtig faktor, når et materials CO<sub>2</sub>-udledning skal vurderes. Tegl og andre tunge materialer koster meget CO<sub>2</sub> at producere, men har lang levetid og minimalt vedligehold og kan derfor være et fornuftigt valg, fordi typehuset forventes at kunne leve mindst 100 år.

**Fleksibilitet** er vigtigt at overveje i forhold til at øge levetiden og brugsværdien af typehuset. Fleksibiliteten skal omfatte ændring af rumdisponering og mulighed for at udskifte tekniske installationer. 70 procent af alle flytninger sker inden for samme postnummer, og det tyder på, at det ikke handler om f.eks. nyt job i en anden ende af landet, men snarere om, at huset ikke længere passer i størrelse eller udformning til behovene. Så med den rette fleksibilitet kan mange flytninger måske spares.

**Genbrug** giver en CO<sub>2</sub>-besparelse, hvis der er tale om genbrugte byggekomponenter, materialer af helt eller delvist genanvendte råstoffer eller materialer, der kan genbruges senere i andre bygninger på samme eller højere værdittrin, fordi de er nemme at skille ad i rene bestanddele.

**Kvalitet** hænger sammen med holdbarhed og levetid i forhold til de valgte materialer. Materialer af ringere kvalitet kan medføre mere vedligeholdelse og tidligere udskiftning af nedbrudte bygningsdele. Levetiden er dog også afhængig af, hvorvidt de byggetekniske samlinger er udført korrekt.

**Beskyttelse** af udsatte bygningsdele og beskyttelse af materialer af ringere kvalitet kan øge levetiden og reducere behovet for vedligeholdelse. Konstruktiv beskyttelse i form af et stort tagudhæng og dybe vindueslysninger

beskytter facaden mod UV-stråling, vind og regnvand.

**Materialers** CO<sub>2</sub>-udledning kan reduceres ved at bruge færre materialer til at bygge eller ved at reducere brugen af materialer, der koster meget i CO<sub>2</sub>-regnskabet. Det resulterer i enkel byggeteknik og effektiv udnyttelse af arealet.

**Bevidsthed** om konsekvensen af valg og handlinger bidrager til opmærksomhed mod pris, CO<sub>2</sub>-udledning og afledte kvaliteter.

Det kan umiddelbart lyde ganske ambitiøst, men målet med opgaven har ikke været at benytte alle CO<sub>2</sub>-reducerende tiltag på én gang - i ét hus.

Derimod har målsætningen været at vælge de bedste ideer, som giver mest CO<sub>2</sub>-reduktion for pengene, og som samtidig giver ekstra værdi for huskøberne på andre måder. Dermed kan projektet tage et skridt i den rigtige retning; at give et bud på et typehus, der kan agere katalysator for en udvikling i det danske typehusmarked. De deltagende firmaer skulle i udformningen af deres forslag tage direkte udgangspunkt i deres egen igangværende produktion, så huset fremover kan indgå i deres katalog på lige fod med andre typehuse. Det skulle ikke være unika - derimod skulle de sikre, at huset egner sig til at blive mangfoldiggjort, og at det er konkurrencedygtigt på det danske typehusmarked.

*“Vi inviterede både store etablerede aktører og mindre, mere eksperimenterende firmaer til at deltage i konkurrencen for at fundere projektet i både volumen og bredde.*

*Det kan godt være, at de store firmaers krav til gennemprøvede løsninger betyder, at de kun indbygger 10 procent CO<sub>2</sub>-reduktion, men hvis de til gengæld bygger 1.000 huse om året, så bliver det jo samlet til en hel del. Det ville vi gerne balancere ved også at invitere firmaer, som har skabt sig en niche ved at være mere ambitiøse mht. grønnere løsninger. De reducerer måske CO<sub>2</sub>-udledningen med helt op til 50 procent. Til gengæld bygger de ikke så mange huse. Vi mener, begge indgangsvinkler har sin berettigelse. Det bedste skal jo ikke være det godes fjende.”*

Morten Marcker Stubgaard, bygherrerådgiver, Kuben Management



# STYRKER OG POTENTIALER

## TO STÆRKE FORSLAG

Blandt de indleverede forslag stod særligt to frem som gode bud på det nye CO<sub>2</sub> reducerede typehus, og Realdania Byg besluttede derfor at arbejde videre i en dialog- og evalueringsproces med HusCompagniet og Benée Huse. Deres to forslag er evalueret i forhold til pris og indhold, funktionalitet og CO<sub>2</sub>-belastning, og efter et tæt løb endte forslaget fra Benée Huse med at snuppe førstepladsen.

Den tilbudte pris er sammenlignet med det tilbudte boligareal, rumhøjden i huset, antal rum og deres funktioner samt uderum. Også tekniske installationer og kvaliteten af hvidevarer, armaturer og overflader er lagt til grund for vurderingen.

I vurderingen af forslagernes funktionalitet er der set på husets indretning og de muligheder, som huskøberne til-

bydes. Ved bedømmelsen er der især lagt vægt på de samlede løsningsmarkedspotentiale og deres mulighed for succes, det vil sige forslagernes katalytiske effekt og påvirkningskraft over for markedets interessenter og aktører; huskøberne på den ene side og typehusfirmaer, entreprenører, rådgivere, materialeproducenter og myndigheder på den anden.

Forslagernes CO<sub>2</sub>-belastning er evalueret i forhold til materialevalg og -mængder. Desuden indgår den totale levetid og graden af vedligeholdelsesfrihed og fleksibilitet i forbindelse med ændringer og tilbygninger. Endelig er bygningselementer, der i sig selv nedbringer CO<sub>2</sub>-udledningen og som gennem deres udformning påvirker beboerne til at reducere deres forbrug af el og varme, taget med i vurderingen.

Evalueringen af CO<sub>2</sub>-belastningen er

faldet i to dele: dels en beregnet belastning, målt i kg CO<sub>2</sub> /år/ m<sup>2</sup>, dels en kvalitativ undersøgelse af de valgte tiltag og en vurdering af i hvor høj grad, forslagene har inddraget elementer og initiativer fra de fem forsøgshuse – og hvilke elementer og initiativer.

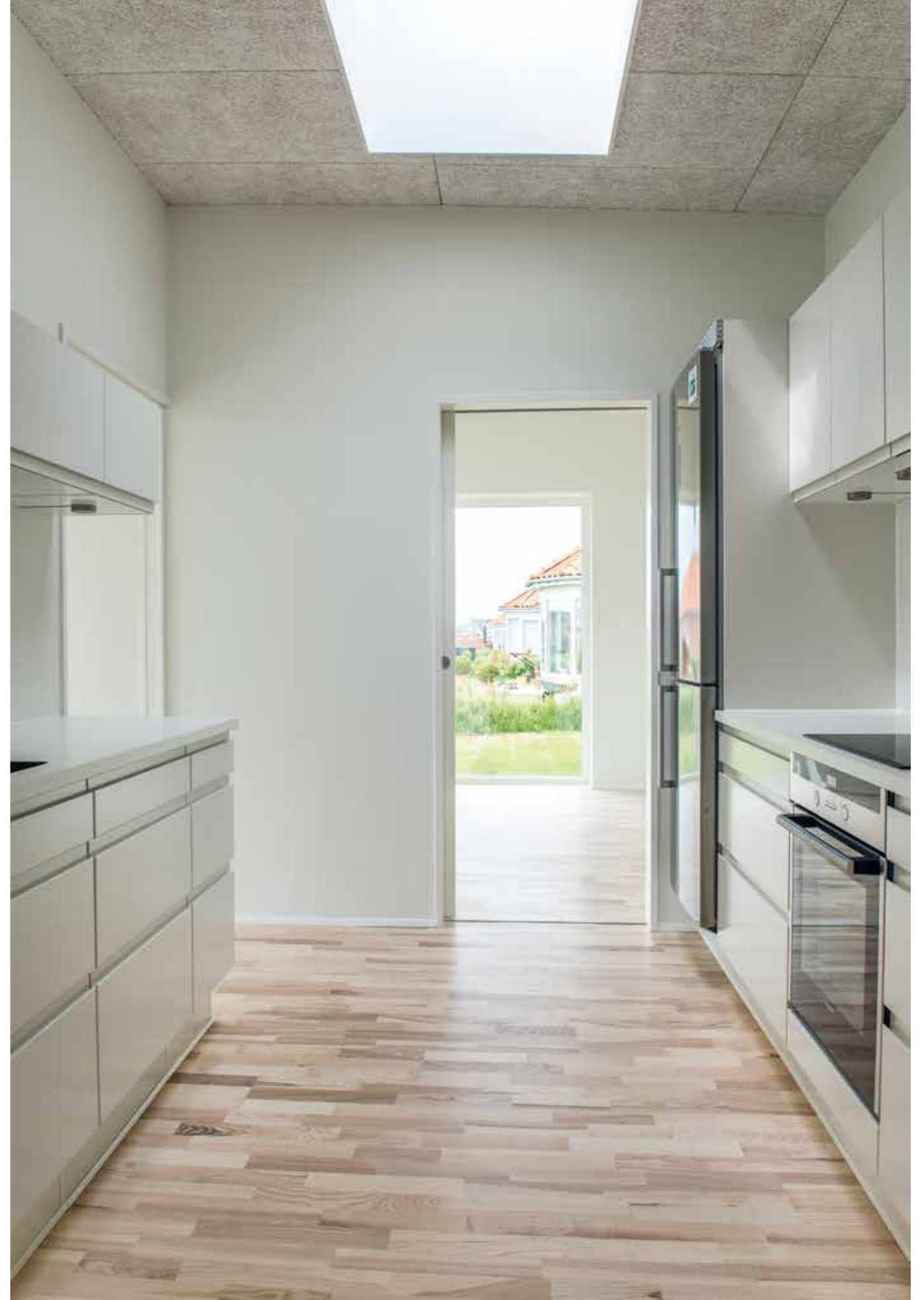
## HUSCOMPAGNIET

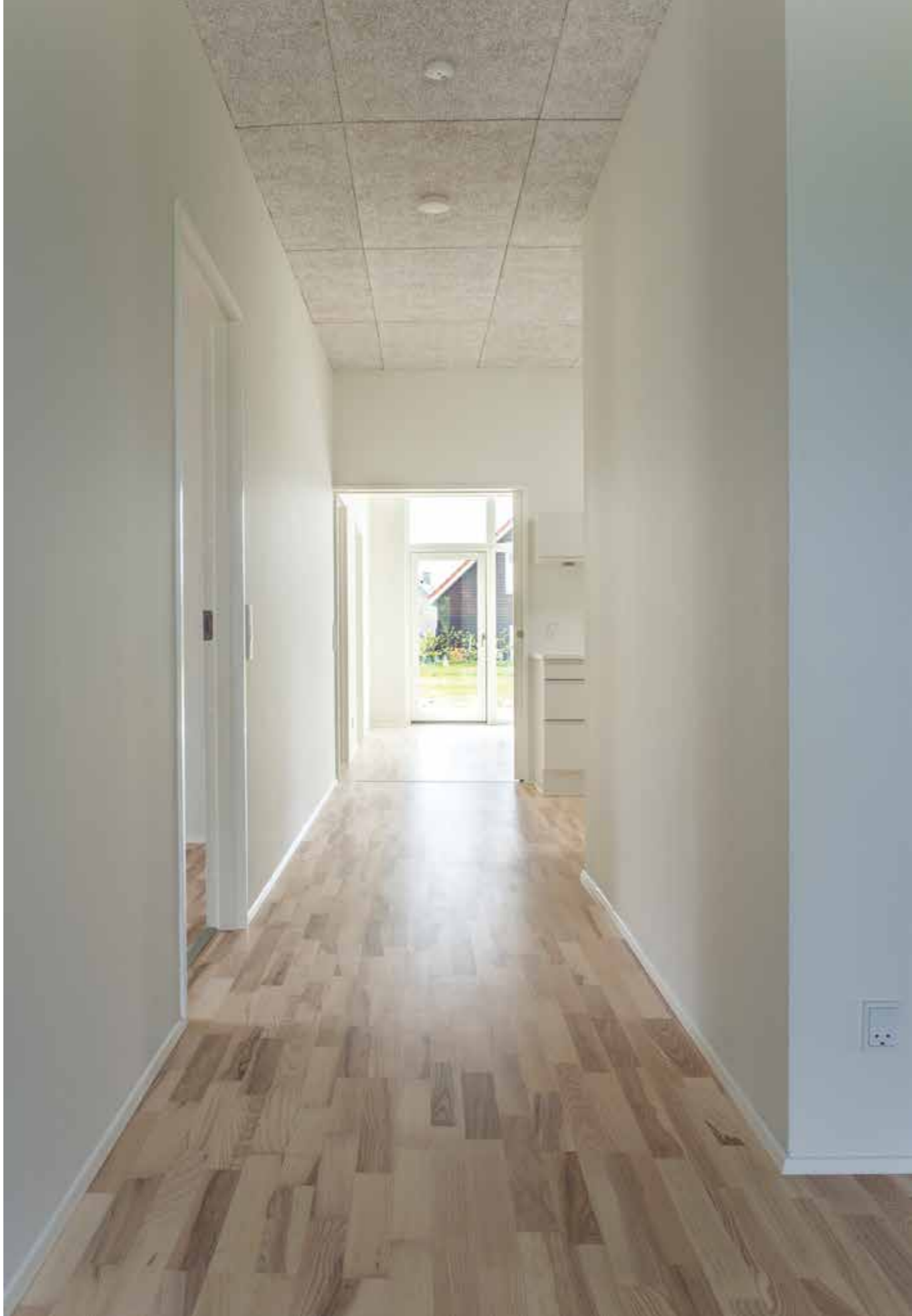
HusCompagniets forslag tilbød den laveste kvadratmeterpris, nemlig 10.090 kr. for et hus på 170 kvadratmeter, i alt 1.766.500 kr. ekskl. moms. Huset er 25 kvadratmeter større end de 145 m<sup>2</sup>, som byggeprogrammet krævede, men samtidig overskrider rammebudgettet på 1.7 mio. kr. ekskl. moms. Eftersom huset ikke rummer flere og andre funktioner end de ønskede, er det i forbindelse med evalueringen overvejet, hvorvidt prisen kan sænkes til budgettet, hvis huset reduceres i størrelse, men den valgte indretning kræver mere plads, så det blev vurderet urealistisk. Huset er et 'klassisk' længehus i tegl med sadeltag, som vurderes at henvende sig til det brede segment af huskøbere, der ser en tryghed i det velkendte og velprøvede.

HusCompagniet står stærkt som potentiel markedspåvirker. De sælger omkring en tredjedel af alle nye danske typehuse og er dermed markedets suverænt største udbyder. Hvis firmaet skulle vælge at drive udviklingen

## ELEMENTER FRA FEM HUSE – HUSCOMPAGNIET

<b>Upcycle House</b>	Papiruldsisolering	Genbrugsmursten
<b>De Vedligeholdelsesfrie Huse</b>	Tagudhæng beskytter murstensfacader og vinduer af træ	Relativ stejl taghældning sikrer afvanding
<b>Det Foranderlige Hus</b>	Flytbare vægge i værelsesfløj	
<b>Kvotehuset</b>	Zensehome-pakke	Kontor kan indrettes som multimedierum





og kommercialiseringen af et CO<sub>2</sub>-reduceret typehus og udbrede buskabet om, at dette kan lade sig gøre i et helt klassisk typehus, som en stor del af danske huskøbere kan genkende sig selv i, ville det have stor betydning. For indeværende ligger det dog ikke i kortene. HusCompagniet arbejder ud fra to kriterier, som appellerer stærkt til kunderne: Pris og leveringssikkerhed. For at kunne sikre lav pris og høj sikkerhed satser HusCompagniet på kendte produkter, som giver lave priser og mulighed for at benytte et bredt felt af håndværkere. HusCompagniet har en indbygget, naturlig konservatisme i sine løsninger, baseret på gennemarbejdede konstruktionsløsninger og på materialeleverancer fra seriøse leverandører, der kan stille garanti. I samarbejde med dem gennemfører HusCompagniet løbende udvikling og forbedring af produkter og konstruktionsløsninger. Når udviklingen af CO<sub>2</sub>-reducerede typehuse omvendt bliver aktuel for HusCompagniet, vil deres store markedsandel give genlyd ud fra betragtningen, at selv små forbedringer i rigtig mange huse vil give en stor samlet effekt. I vurderingen af de enkelte CO<sub>2</sub>-besparende tiltag i HusCompagniets forslag har især en stramt styret byggeproces vakt positiv opmærksomhed. Den betyder nemlig, at der er fokus på at udnytte byggematerialerne bedst muligt, således at der skabes minimalt byggeaffald – og i sidste ende, at der spares CO<sub>2</sub>, når der ikke skal erstattes byggematerialer, som f.eks. er ødelagt

*“Vores forslag svarer reelt set til det, vi ellers laver, og vi har ikke puttet materialer ind i huset, som vi ikke ellers bruger. De tanker, der ligger bag vores forslag, er vi tro overfor, for vi skal jo kunne genbruge dem andre steder også – vi har ingen interesse i kun at bygge ét hus for husets skyld. Vi arbejder med en styret byggeproces og har meget lidt materialespild på vores byggepladser. Det reducerer helt klart brugen af CO<sub>2</sub>, men ellers fylder tanker om at begynde at sælge huse med argumentet om, at de er CO<sub>2</sub>-reducerede, ikke ret meget hos os. Det er en stor investering at bygge et hus, men det er altså også en drøm, der går i opfyldelse. Og selv om det bestemt betyder noget for kunderne at spare på energien og ressourcerne, så bliver det naturligvis holdt op imod prisen, for kundernes valg er styret af deres økonomiske formåen, snarere end af hensynet til at gøre noget for samfundet. Jeg tror, at der først sker en ændring, når der kommer lovkrav, eller hvis et CO<sub>2</sub>-reduceret hus samtidig er et hus, hvor man kan spare penge, for det er folks privatøkonomi, der flytter udviklingen.”*

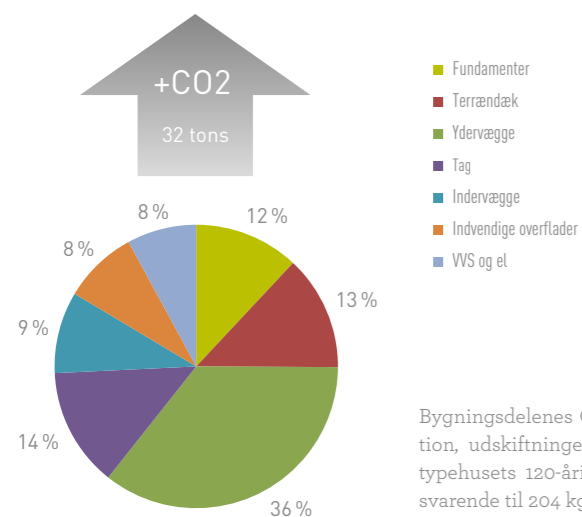
Ejvin Legaard, direktør, HusCompagniet

af at blive glemt på byggepladsen i regnvejrs. Ved at sætte ind på dette område skulle det ifølge HusCompagniets egen vurdering være muligt at spare, hvad der svarer til op mod et helt hus i byggematerialer. Derudover har forslaget gjort brug af kendt og afprøvet viden, hentet i nogle af de fem første huse, i form af et tegltag med god hældning og stort udhæng på en meter, som sikrer god afvanding og giver konstruktiv beskyttelse af vinduer og murværk og desuden reducerer risikoen for overophedning om sommeren. Også i materialevalget er der hentet inspiration fra naboerne, idet huset er tænkt isole-

ret med papiruld, ligesom soklen skulle udføres med et funderingssystem, der reducerer brugen af beton. Samlet set medfører de forskellige tiltag i HusCompagniets forslag, at huset bringes ned til en CO<sub>2</sub>-belastning på 3,47 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år sammenlignet med Referencehusets 5,19 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år, altså en forbedring på 33 procent. På den baggrund står det klart, at HusCompagniets forslag er et gangbart eksempel på, at det er muligt at sikre en endog betydelig CO<sub>2</sub>-reduktion i fremtidigt byggeri, også i den type byggeri, som mange vil opfatte som det traditionelle typehus – uden at 'det gør ondt' på hverken typehusfirma eller huskøber.



## Typehuset: CO2 fordelt på bygningsdele i 120 år



## BENÉE HUSE

Forslaget fra Benée Huse ligger på en samlet pris på 1.700.000 kr. ekskl. moms for 157 kvadratmeter, svarende til 10.828 kr. pr. kvadratmeter. Det er lykkedes at holde prisen, selv om husets udformning med ensidig taghældning er en dyrere konstruktion end et sadeltag. Det er vurderingen, at huset især vil appellere til midtersegmentet af typehuskøbere, der går efter et hus, som gerne må skille sig arkitektonisk lidt ud, men samtidig indeholde alle de funktioner og kvaliteter, som et mere traditionelt typehus kan tilbyde. Huset forventes at kunne generere en stærk katalytisk effekt, fordi det i tilgift er et hus, hvor CO<sub>2</sub>-aftrykket er reduceret betragteligt, hvilket dokumenterer, at det kan lade sig gøre at realisere ambitionen om at udlede markant mindre CO<sub>2</sub> - uden at gå på kompromis med komfort og funktion og inden for en almindelig anlægsøkonomi. Som mindre aktør på typehusmarkedet søger Benée Huse med forslaget at drive en teknisk udvikling frem, og

ved at indtage rollen som 'first mover' inden for udvikling af CO<sub>2</sub>-reducerede typehuse kan virksomheden bruge projektet som afsæt for at udvikle et egentligt markedsområde omkring CO<sub>2</sub>-reducerede huse. Dermed kan Benées forslag bidrage til at virkeliggøre målsætningen for hele projektet: At lade det gode eksempel vise vejen for de øvrige typehusproducenter, at gøre kunderne opmærksomme på det attraktive i at efterspørge CO<sub>2</sub>-reducerede typehuse og på længere sigt at bidrage til formulering af myndighedskrav om at sænke det samlede CO<sub>2</sub>-aftryk inden for byggeriet af enfamiliehuse.

## LIVSCYKLUSANALYSE

I lighed med de øvrige fem huse har SBI foretaget en livscyklusanalyse, LCA, af forslaget fra Benée Huse, inden opførelsen. Analysen dokumenterer, at CO<sub>2</sub>-udledningen fra byggematerialerne i deres samlede levetid ligger på 2,85 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år i en periode på 50 år sammenlignet med Refe-

rencehusets 5,19 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år i en periode på 50 år. Det giver en reduktion på hele 45 procent.

En relativ stor del af CO<sub>2</sub>-udledningen fra materialerne i MiniCO<sub>2</sub> Typehuset stammer fra klimaskærmens ydervægge, der er opbygget af porebetonblokke, men fordi de homogene murblokke har to forskellige densiteter, er det unødvendigt at bruge isolering, som ellers også vejer tungt i et CO<sub>2</sub>-regnskab.

I stedet for mineralsk isolering i taget er der brugt papiruldsisolering, som sammen med selve tagkonstruktionen af træ bidrager positivt til regnskabet, fordi det i SBI's analysemodel antages, at papiruldsisoleringen kan genanvendes. På taget ligger en vandtæt tagpapmembran med en overflade af mineralet olivin, som binder den CO<sub>2</sub>, der kommer fra atmosfæren, når det regner, og omdanner den til silikat og sand. Tagmembranen er desuden genanvendelig.

Terrændækket er opbygget med et minimum af beton. Det er et svømmende gulv på plader af trykfast EPS-isolering, og på trods af at EPS-pladerne har en vis CO<sub>2</sub>-belastning, resulterer denne konstruktionsmetode alligevel i en samlet besparelse grundet den meget høje udledning af CO<sub>2</sub> ved cementproduktion.

Konklusionen på livscyklusanalysen er, at der er betydelige CO<sub>2</sub>-besparelser at hente ved at implementere tiltagene fra de fem eksperimenterende MiniCO<sub>2</sub> Huse i det danske typehusbyggeri.



# ELEMENTER FRA FEM HUSE

# - BENÉE HUSE

## KVOTEHUSET

- 1 Zensehome-pakke
- 2 Dagslys mindsker behov for kunstig belysning
- 3 Glas over døre til bryggers og bad minimerer behov for kunstig belysning
- 4 Kontor kan indrettes som multimedierum
- 5 Ovenlysvindue med regn-sensor skaber naturlig ventilation
- 6 Micro-hybridventilation tillader at åbne vinduer efter behov
- 7 Waterguide på brusehoved
- 8 Hurtigvirkende gulvvarme med føler, der registrerer udetemperatur

## DET FORANDERLIGE HUS

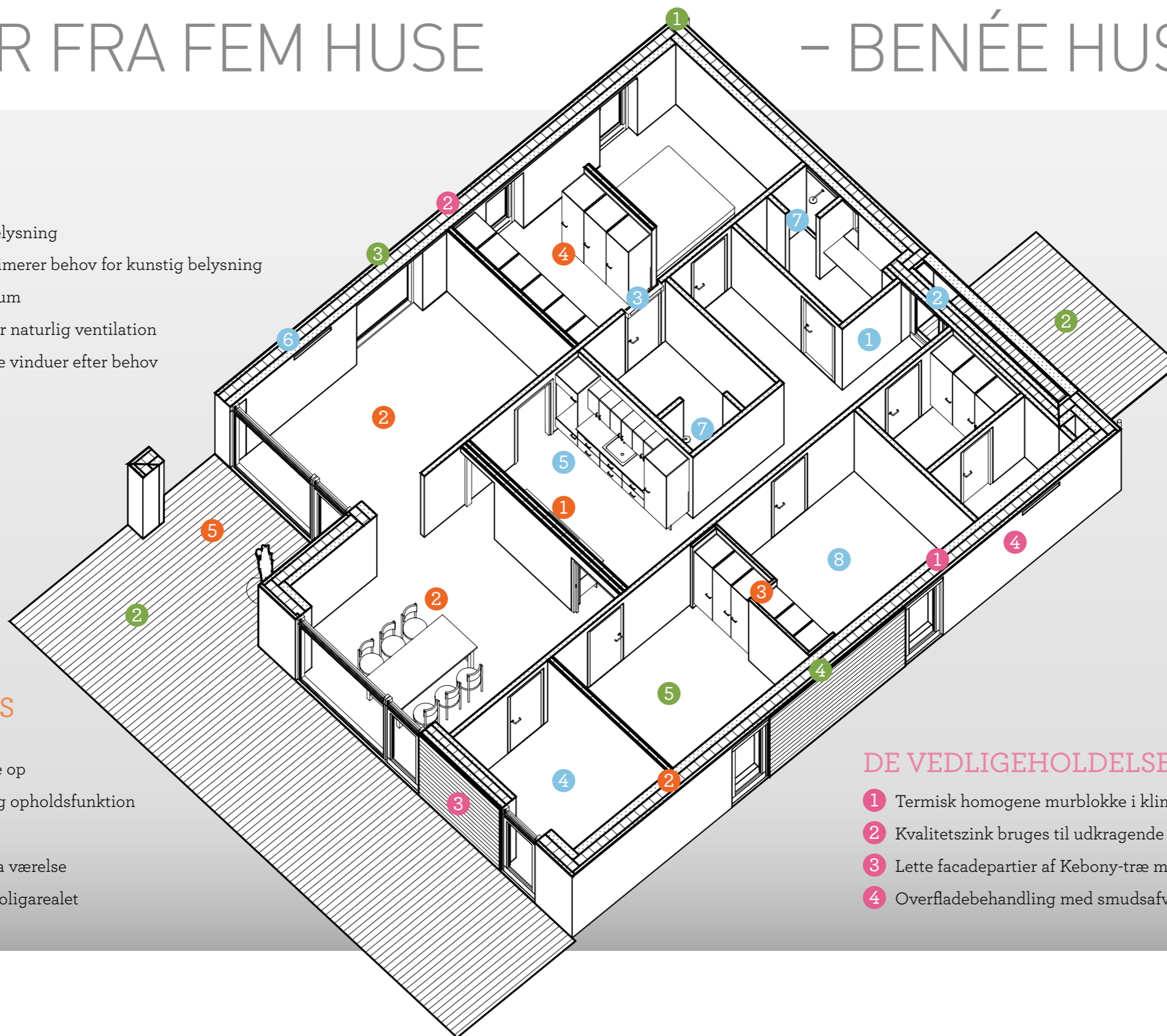
- 1 Fleksibel indretning af køkken med mulighed for at lukke af eller åbne op
- 2 Mulighed for at bytte rundt på spise- og opholdsfunktion
- 3 Flytbare skabsvægge mellem værelser
- 4 Walk-in-closet kan indrettes som ekstra værelse
- 5 Overdækket terrasse kan inddrages i boligarealet

## UPCYCLE HOUSE

- 1 Papiruldsisolering
- 2 Terrassebrædder af kompositmateriale af genbrugsplast og træ
- 3 Overskydende porebeton returneres til producent og genbruges
- 4 Genanvendelig tagmembran
- 5 OSB-plader af affaldstræ i gulvopbygning

## DE VEDLIGEHOLDELSFRI HUSE

- 1 Termisk homogene murblokke i klimaskærmen
- 2 Kvalitetszink bruges til udkragende sternkanter og tagrender
- 3 Lette facadepartier af Kebony-træ med lang levetid
- 4 Overfladebehandling med smudsafvisende silikonebaseret maling



# MINICO2 TYPEHUSET

## RIGELIGT DAGSLYS I ET KOMPAKT HUS

Det bærende greb er, at huset er tænkt og tegnet som et kompakt hus, hvilket giver den mindst mulige klimaskærm i forhold til volumen - også selv om den ensidige taghældning jo faktisk medfører højere mure og dermed et let forøget materialeforbrug. Benée Huse har haft med i overvejelserne, om huset skulle være i to plan, fordi det ville optimere forholdet mellem volumen og klimaskærm, men har fravalgt det af hensyn til salgbarheden; de fleste huskøbere foretrækker ét-planhuse. Det kompakte hus minimerer desuden gangarealerne, således at en større andel af det bebyggede areal er reelt brugsareal, hvilket betyder, at huset samlet set kan reduceres i størrelse.

Et andet styrende greb har været at lede mest muligt dags- og ovenlys ind i huset og skabe sigtelinjer hele vejen gennem huset, fra indgangsdøren af glas til udgangen mod terrassen. Derfor er samtlige lysindtag på nær et enkelt stort fast glasparti udformet som glasdøre, der kan åbnes til det fri, og på den måde nyder alle rum også godt af dagslys, der falder på gulvene. Også i de små detaljer har hensynet til dagslyset vejet tungt, og derfor er der smalle glasbånd over dørene ind til de rum, som ikke får direkte dagslys, sådan at de låner lys fra de øvrige rum. Det omtrent kvadratiske grundplan er organiseret i tre langsgående moduler med en værelsesfløj mod øst og et forældresoveværelse mod vest, mens den stramme struktur opløser sig mod syd og sydvest, hvor køkken, spise- og opholdsrum integreres i et sammenhængende areal. Fra indgangen, der er trukket en halv meter ind i forhold til facadeflugten og derfor er overdækket, er

der direkte adgang til et bryggers og depot til venstre og til garderobe og badeværelse til højre. Her ligger også forældresoveværelset med tilknyttet walk-in-closet og eget badeværelse.

Videre ind i huset ligger mod øst to børneværelser på rad og række, som - inspireret af tankerne fra Det Foranderlige Hus - er adskilt fra hinanden af en mobil skabsvæg, der kan flyttes og placeres, sådan som behovet og familielivet fordrer, og sådan at der enten er to lige store værelser, et stort og et mindre, eller ét meget stort.

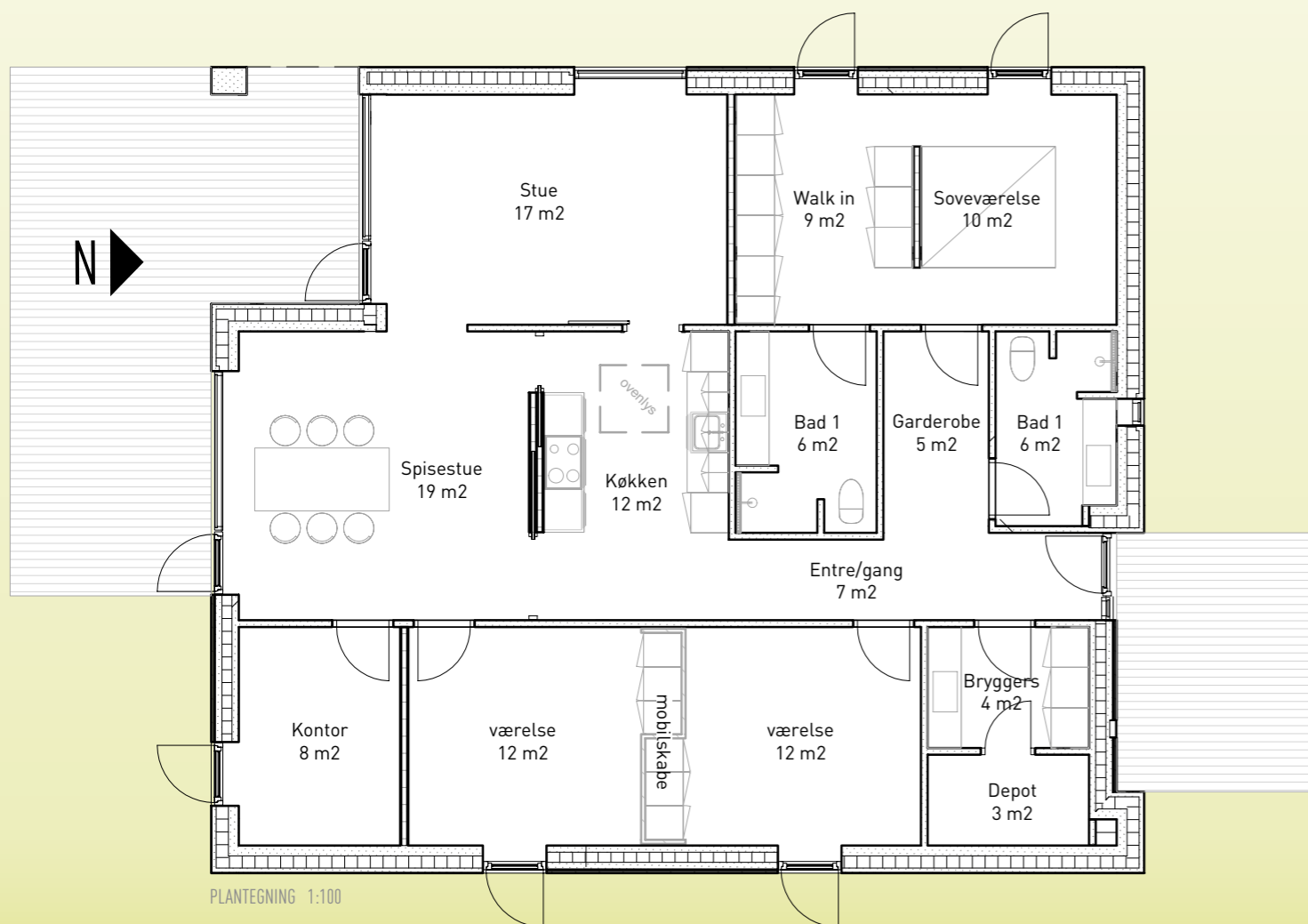
For enden af værelsesfløjen er placeret et kontor, der også kan bruges som familiens samlede multimedierum, eftersom det kan stå i visuel kontakt med det øvrige opholdsareal. Som i Kvotehuset er det antagelsen, at det reducerer strømforbruget betragteligt at samle alle spillekonsoller og tv i et rum, som er beregnet til det, fordi det betyder, at beboerne i højere grad slukker for underholdningen, når rummet forlades.

Det Foranderlige Hus er også inspirationskilden bag indretningen af køkkenet, som er husets bogstavelige omdrejningspunkt.

*“Vi har tegnet en bungalow, et kompakt firkantet hus, fordi det giver den mindste overflade. Den mindste overflade giver også det mindste materialeforbrug, og det er jo optimalt i forhold til at spare CO<sub>2</sub>, men også i forhold til at få en fornuftig økonomi. Der er jo ingen grund til at bygge kompliceret, når enkelhed er det, der holder længst. I mine øjne er god arkitektur omvendt proportional med mængden af uforståelige detaljer.”*

Klaus Benée, direktør, Benée Huse



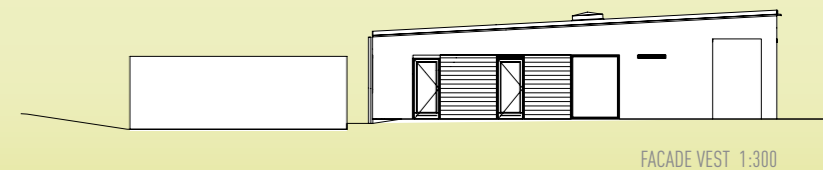
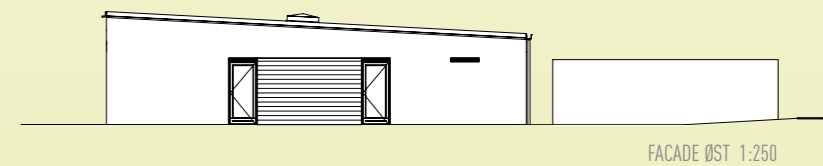
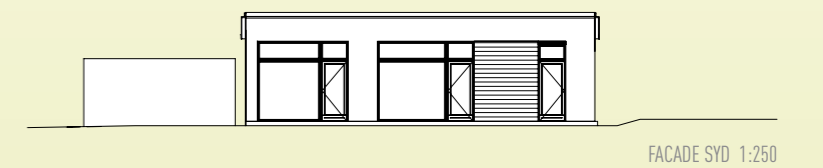
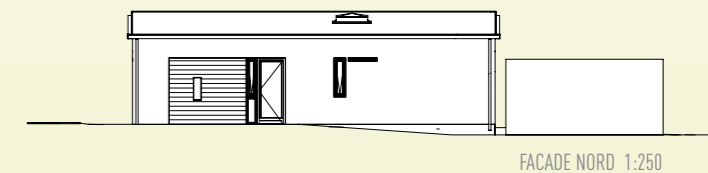


# MINICO2 TYPEHUSET

## BESKRIVELSE AF HUSET

Huset er på 157 m<sup>2</sup> og er i ét plan med stue, køkken/alrum, 2 badeværelser og 4 værelser. Hertil kommer bryggers, depot og garderobe. Husets ydervægge er opbygget med porebetonblokke bestående af to forskellige densiteter. De benyttede porebetonblokke overflødigger en mellemliggende isoleringskerne.

Taget er isoleret med papiruld og beklædt med tagpap. Terrændækket er for en stor dels vedkommende opbygget som svømmende gulv på trykfast isolering i stedet for traditionelt betondæk. Indvendigt er huset beklædt med trægulv og -loft samt med fliser. Indervægge er opbygget dels af porebetonblokke og dels af lette gipsvægge.









Omkring køkkenet ligger opholdsrummene, der kan indtages, som beboerne lyster. De kan således indrette sig med opholdsstue mod vest og spise-stue mod syd – eller omvendt. De kan også frit vælge graden af åbenhed mellem de tre funktioner alt efter temperament eller anledning, blot ved at benytte en eller flere af de tre skydedøre mellem køkkenet og opholdsrum. Mod sydvest indrammes en overdækket terrasse af husets hjørne, hvor bygningen er højest, takket være den ensidige taghældning. Terrassebrædderne er udført af et upcyclet kompositmateriale af genbrugsplast og træ. Det tæller naturligvis positivt i CO<sub>2</sub>-regnskabet at bruge genbrugsmaterialer,



men terrassebelægningen er samtidig valgt, fordi den er nem at vedligeholde og har lang levetid. Hvis behovet for mere plads skulle opstå, kan terrassen i øvrigt relativt enkelt inddrages i boligarealet ved at flytte vinduespartiet ud i facadeflugten.

*“Når man udarbejder en LCA, indgår elementer og tiltag, der er certificeret i forhold til Cradle-to-Cradle, ikke i regnskabet; det er kun CO<sub>2</sub>, der betyder noget. I et bæredygtigt byggeri har det selvfølgelig stor betydning, at porebetonen kan sendes retur til fabrikken, hvor materialet bliver genanvendt i en ny produktion. Men fordi det først sker efter 50 år, tæller det ikke med i husets CO<sub>2</sub>-regnskab.*

*Det har også vist sig at være svært at få en retvisende LCA, fordi der ikke er udarbejdet miljøvaredeklarationer på ret mange byggematerialer, og derfor er man nødt til at beregne LCA'en ud fra generiske datasæt. Et eksempel er tagbeklædningen, der i LCA'en indgår som almindelig tagpap, og dermed tælles gevinsten ved at bruge en olivinebaseret tagmembran altså ikke med. Alt det bliver jo bedre, når fokus på CO<sub>2</sub> vokser, tænker jeg.”*

Klaus Benée, direktør, Benée Huse

## INSPIRERET AF NABOERNE OG OPFØRT AF HYLDEVARER

For bygherren har det som nævnt været vigtigt, at MiniCO<sub>2</sub> Typehuset tager ved lære af de andre huse, så det sidste hus i rækken bygger altså videre og konkluderer på de fem første huse. Derfor har Benée Huse skelet til naboerne og inddraget en lang række rumlige elementer, konstruktionsmetoder og materialer derfra suppleret med løsninger af ‘egen avl’.

For Benée Huse har det været en lige så vigtig forudsætning, at huset skulle kunne opføres af byggematerialer, der kan fås i Danmark som hyldevarer og med de nødvendige godkendelser, vel vidende at det ville være muligt at opnå et endnu bedre CO<sub>2</sub>-regnskab ved at importere og bruge avancerede materialer. Men da der er tale om et typehus, giver denne beslutning meget god mening.

Med inspiration fra det traditionelle Vedligeholdelsesfri Hus, Det Foranderlige Hus og Kvotehuset er MiniCO<sub>2</sub> Typehuset således opført med massive homogene mure; her af porebeton, uden brug af yderligere isolering. Yderligere isolering er ikke nødvendigt, fordi porebetonelementerne er konstrueret af tre lag porebeton, en let og porøs del med mange luftbobler i midten, der fungerer som isolering, omgivet af et tættere lag med færre og mindre bobler på hver side, som kan bære tyngden fra taget. Det giver en ydermur, som kun er godt 40 cm dyb og dermed giver dagslyset gode vilkår. Den enkle opbygning betyder også

minimalt vedligehold og lang levetid, fordi der ikke er samlinger, som kan rykke sig fra hinanden.

Der knytter sig i øvrigt den gode pointe til valget af porebeton i den bærende konstruktion, at fabrikken tilbyder at tage betonaffaldet retur og genavende det i den fortsatte produktion. For at reducere CO<sub>2</sub> yderligere er konstruktionen rejst over et terrændæk uden beton og opbygget som et svømmende gulv på plader af trykfast EPS-isolering.

Fra Upcycle House kommer ideen med at isolere tagkonstruktionen med papiruld, mens MiniCO<sub>2</sub> Typehusets tagbeklædning for egen regning kan sende inspiration videre til andre; her er tale om en vandtæt tagpapmembran med en overflade af mineralet olivin, som binder den CO<sub>2</sub>, der kommer fra atmosfæren, når det regner, og omdanner den til ufarligt silikat og sand. Tagmembranen er desuden genanvendelig.

Facaden har i særlig grad fået opmærksomhed for at sikre lang levetid og minimal vedligeholdelse, og den er derfor overfladebehandlet med en silikonebaseret maling, som er smudsafvisende og sikrer, at facaden ikke bliver våd, når det regner og dermed sikrer, at der ikke kommer algevækst ad åre. Malingen er naturligvis diffusionsåben, så der ikke opstår skimmelvækst.

Huset er oprindeligt tegnet uden udhæng, blot med en spinkel zinkinddækning langs kanten af taget, men da alle erfaringer dokumenterer værdien





af et udhæng i forhold til at øge levetiden, er det blevet forsynet med en inddækning af zink i høj kvalitet, der rager ca. 20 cm ud fra facaden. Løsningen, som er resultatet af en mindre produktudvikling, forhindrer således, at regnvand forårsager 'løbere' ned ad facaden, samtidig med at tagkonstruktionen bliver ventileret i forhold til forskrifterne, takket være en underbeklædning af perforeret zink, der også agerer snefang.

#### TEKNIKKEN STYRER – UDEN AT OVERSTYRE

MiniCO2 Typehuset er udstyret med en række tekniske installationer og hjælpemidler, som arbejder sammen med beboerne om at reducere vand-, varme- og strømforbrug. Gulvvarmen er således forsynet med en føler, der registrerer udendørstemperaturen og hurtigt reagerer på faldende eller stigende temperaturer.

Ventilationsanlægget er et såkaldt hybridventilationsanlæg med en komponent placeret over hvert vindue, hvilket betyder, at det ikke har været nødvendigt at trække kanaler mellem de enkelte rum. Det sparer en hel del materiale. Anlægget kombinerer mekanisk og naturlig ventilation, hvilket betyder, at beboerne gerne må åbne døre og vinduer for at få frisk luft – anlægget fungerer ikke dårligere af den grund; det kører kun, når der er behov for det. En særlig effektiv og naturlig ventilation – en såkaldt skorstenseffekt – opstår ved at åbne ovenlysvinduet, som er centralt placeret over køkkenet. Skulle beboerne have glemt at lukke ovenlysvinduet, når de tager hjemmefra om morgenen, behøver de ikke at frygte at komme hjem til et oversvømmet hus, for vinduet er udstyret med en regn-sensor, så det lukker automatisk, hvis det regner, mens familien er væk.

På badeværelserne er der monteret 'waterguide' på bruseren, som ved hjælp af grønne, gule og røde smileys og mere eller mindre fornøjede lyde, kommunikerer, hvornår det er på tide at slukke for det varme vand. Når det varme vand løber ud i afløbet, genanvendes en del af varmen. Der er nemlig installeret en afløbsvarmeveksler, som fungerer ved, at det kolde vand – i sit eget rør – løber igennem en varmeveksler fyldt med det brugte vand, og den kan hæve det kolde vands temperatur helt op til 17 grader. På den måde skal der bruges mindre af det varme vand til at tage bad i.

Endelig er huset forsynet med et såkaldt Zensehome-system med følere, der monitorerer og automatisk tænder og slukker for elinstallationer. Desuden kan et antal stikkontakter kodes til at slukke på et bestemt tidspunkt, så de ikke bruger standby strøm om natten.

## PERSPEKTIVERING

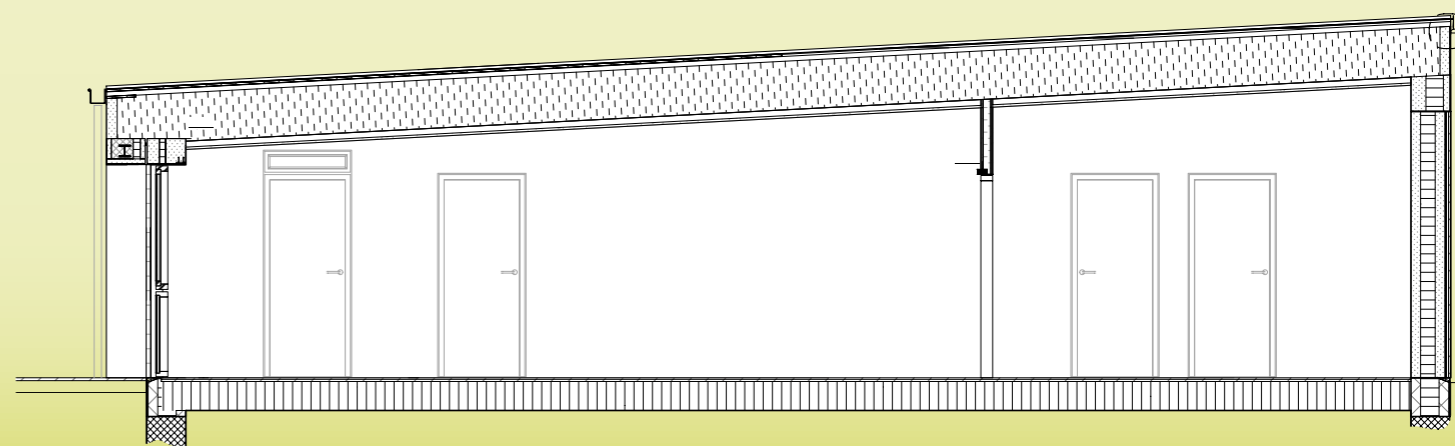
### PÅ FORKANT MED EU-LOVGIVNING

De udfordringer, der har været gennem hele MiniCO2 Hus-projektet i forhold til at udarbejde en retvisende LCA, peger på behovet for og værdien i, at alle byggematerialer forsynes med en varedeklaration, der påviser hvor meget CO<sub>2</sub>, der er bundet i materialet. Det vil gøre det lettere at udregne præcise LCA og dermed på længere sigt gøre det lettere for rådgivere, entreprenører og kunder at vælge de materialer, der giver det bedst mulige CO<sub>2</sub>-regnskab.

En sådan varedeklarationsordning findes faktisk allerede og kaldes 'Environmental Product Declaration' eller EPD. Den dokumenterer de enkelte byggematerialers miljøpåvirkning, ikke bare i produktionsfasen, men gennem hele livscyklussen frem til bortskaffelsen eller End of Life, EoL. Endnu er der ikke lovkrav om, at producenterne skal udarbejde en EPD til deres byggematerialer, men den 1. juli 2013 trådte EU's nye Byggevareforordning i kraft. Den stiller blandt andet krav om, at alle byggematerialer har en ydeevnedeklaration, en CE-mærkning, en brugsanvisning og et

sikkerhedsdatablad. Et nyt krav om dokumentation af et materiales bæredygtighed er også på tegnebrættet. Det handler om, at bygninger og anlæg skal "konstrueres, opføres og nedrives på en sådan måde, at naturressourcer anvendes på en bæredygtig måde og desuden sikre genanvendelse eller genvinding af bygværker, deres materialer og dele efter nedrivning." Det nye dokumentationskrav stiller også krav om holdbarhed og om anvendelse af "miljøkompatible råmaterialer og sekundære materialer i bygninger." Målet er udviklingen af fælleseuropæiske uvildige og videnskabeligt korrekte miljøoplysninger for byggevarer i form af EPD'er, og forventningen er, at det vil ske inden for de kommende fire år i forbindelse med, at de 450 harmoniserede produktstandarder i EU skal revideres.

Set i den optik har Mini CO<sub>2</sub> Husene taget forskud på en virkelighed, som venter kun få år ude i fremtiden, og det er oplagt at bruge projektets mange erfaringer som en guide til et CO<sub>2</sub>-reduceret byggeri. De stilles hermed til rådighed.





# BEVIDSTHED ER LIG MED ADFÆRDSÆNDRING

Interview med klima-, energi og bygningsminister Rasmus Helveg Petersen

*Hvordan kan myndigheder og byggebranchen omsætte og bruge resultaterne fra MiniCO<sub>2</sub> Husene i Nyborg?*

“Det er et Front Runnerprojekt, der tør tage de risici, som er forbundet med at prøve noget nyt og dermed hjælpe os hen til det sted, vi gerne vil være. De 40 procent af energiforbruget, vi bruger i boligmassen, bliver vi nødt til at reducere hen ad vejen, hvis vi skal nå vores mål om at komme af med ’CO<sub>2</sub>-sprøjten’, om man så må sige. Undervejs i den proces er der en hel del babyer, som meget nødtigt skulle ryge ud med badevandet. Det må stadig gerne være komfortabelt og kønt at kigge på, billigt at bygge, let at vedligeholde, rettet mod teknologier, der kommer i fremtiden – og frem for alt menneskeegnet. Der er altså en stribe ting, som vi stadig har lyst til at bevare, selv om vi skal være CO<sub>2</sub>-neutrale. Der skal ikke være en

pisk over ryggen, for så kommer det ikke til at virke i virkeligheden, og derfor er det så vigtigt, at der er nogen, som går frisk i gang og laver noget, man kan se på og røre ved – og flytte ind i – og lære af.”

*Endnu stilles der ikke specifikke lov-mæssige krav om CO<sub>2</sub>-reduktion i byggeriet – men er der politiske overvejelser om at ændre lovgivningen, så det bliver et krav på linje med eksempelvis de gældende energiklasser?*

“Et eventuelt bindende krav om CO<sub>2</sub>-reduktion er jo lettere at forestille sig, hvis man har set det i virkelighedens verden. Vi skal lære af de erfaringer, der bliver gjort rundt omkring, men omvendt skal vi ikke starte med at sætte krav op, for så bagefter at opdage, at det er helt umuligt reelt at bo i et sådant hus. Jeg synes, at den rigti-

ge vej er at se på dette projekt og vurdere, hvad der kan lade sig gøre. Det vil sige, at bindende CO<sub>2</sub>-krav står ikke lige rundt om hjørnet.

Vi skal huske på, at det kun er en procent af bygningsmassen, som nyopføres om året, og mens det selvfølgelig er vanvittigt vigtigt, at vi gør det rigtigt, så er nybyggeriet ikke den mest akutte udfordring – dér har vi tid til at tænke os om, og vi har allerede høstet massivt i forhold til bygningsreglementet. De bygninger, der bliver opført i dag, er jo markant bedre i forhold til dem, der blev opført for 10 år siden. Det er i den eksisterende bygningsmasse, at vi har den store udledning, og vi arbejder med at finde frem til, hvordan vi kan få de eksisterende bygninger til at udlede mindre. Om det bliver i form af krav eller incitamenter eller som konsekvens af teknologiudvikling – den buk er ikke færdigbundet. Jeg binder mig ikke til krav.”

*Kunne bindende krav om CO<sub>2</sub>-reduktion i byggeriet af enfamiliehuse være en vej til at opfylde de langsigtede EU-mål om en CO<sub>2</sub>-reduktion på 80-95 procent i 2050?*

“EU’s generelle mål for CO<sub>2</sub>-reduktion er så ambitiøse, at vi er nødt til at tage fat på både kommende og eksisterende bygninger – ingen tvivl om det, men formen på det er ikke nødvendigvis skruet op på bindende mål.”

*Om få år skal alle byggevarer ifølge EU-lovgivning have en varedeklaration, hvor den bundne CO<sub>2</sub> i materialet er dokumenteret i såkaldte EPD’er. Er der planer om at være på forkant med de kommende EU-krav og allerede nu opstille nationale krav til dokumentation af den bundne CO<sub>2</sub> i byggematerialer?*

“Vi er i gang med at udarbejde en byggestrategi, der skal se på bæredygtighed i byggeriet, som vi regner med kommer i år. Der kunne man godt forestille sig, at netop bygningskomponenters fodaftryk bliver en faktor, vi indregner. I den byggepolitiske strategi vil vi gerne kæde byggeriet sammen med målsætningen om at være CO<sub>2</sub>-neutrale i 2050, og samti-

dig vil vi gerne se på ressourceforbruget i byggeriet og indføre et bæredygtighedskriterium.”

*Hvis man vender blikket væk fra materialerne, som husene er bygget af, og i stedet kigger på de mennesker, der bor i dem, skal de jo også have nogle incitamenter til at ændre deres – måske dårlige – vaner, når det gælder energiforbrug. I England får forbrugeren en opgørelse over energiforbruget en gang om måneden, herhjemme får vi den én gang om året. Kunne det være en farbar vej at gøre som i England?*

“Vi kan se, at folks bevidsthed spiller en rolle for deres forbrug. Folk, der får solceller på taget, bruger i gennemsnit 10-12 procent mindre elektricitet, simpelthen fordi de har en måler at kigge på – så begynder de at spare på strømmen. Bevidsthed er lig med adfærdsændring, så jeg vil da ikke udelukke, at regningsinstrumentet er noget, der kan bruges. Personligt får jeg ikke en energiregning, for det kører jo bare over PBS, og selv hvis jeg får 12 opkrævninger over PBS i stedet for en, så vil det desværre ikke ændre min adfærd, for jeg får dem ikke at se. Så spørgsmålet er, om det lige præcis er opgørelsen, der er

redskabet, men jeg er enig i, at øget bevidsthed er en af forudsætningerne for at få ændret adfærd. Jeg er ikke sikker på, at et stykke papir i en rudekuvert er den ideelle kommunikationsplatform, den hidhører på en måde et andet årtusinde. Til gengæld vil fjernaflæste målere, som integreres med folks smartphones, måske betyde noget.”

*Kunne der ligge uopdyrkede eksportmuligheder i at kunne tilbyde CO<sub>2</sub>-deklarerede byggematerialer før andre?*

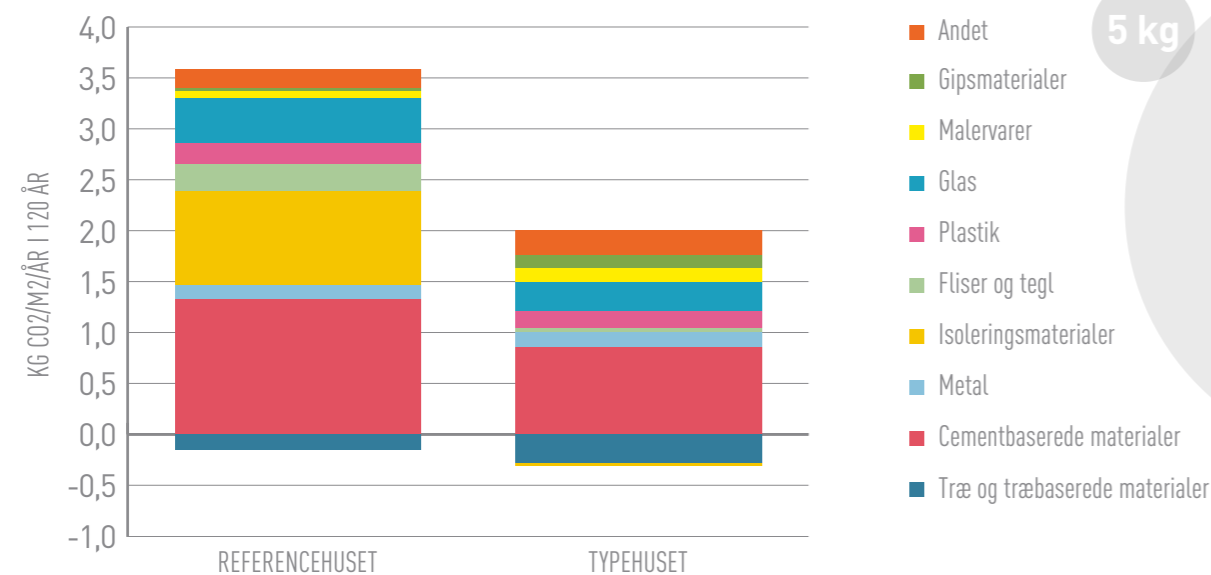
“Ja, men kun i det omfang, at det senere bliver lovpligtigt på EU-niveau at anvende CO<sub>2</sub>-deklarerede byggematerialer. Man skal ikke overvurdere folks villighed til at betale ekstra for bæredygtige byggematerialer. Der er ikke et stort markedstræk i dag for bæredygtige byggematerialer. Jeg talte i går med et firma, der genanvender glasfiber. Når de kommer med et produkt, der er lavet af genanvendelige materialer, og som er lige så godt som et produkt, der er lavet af jomfrueligt glasfiber, så vil folk betale mindre for det genanvendte produkt. Jeg tror ikke, at markedet ligger i at være de første, der kommer med bæredygtige materialer – markedet er der kun, hvis det bliver lovpligtigt.”





# HUSETS CO2-PROFIL

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



De enkelte materialers 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 Typehuset.

'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](http://www.realdaniabyg.dk/udgivelser/rapporter).

## KONKLUSION

Ideerne fra MiniCO2 husene kan plukkes og samles på mange måder. Det opførte MiniCO2 Typehus' bud er blot én af dem.

Her er CO2-udledningen til byggematerialerne skåret ned til næsten det halve, fordi der er valgt CO2-lette og en del

genbrugsmaterialer, inspireret af Upcycle House. Når huset tages i brug, er der også CO2-gevinster – huset har længere levetid og mindre vedligehold end standardhuset med ideer fra De Vedligeholdelsesfri huse. Samtidig giver husets høje fleksibilitet både en nemmere og smartere hverdag, men også CO2-reduktion – her har det Det Foranderlige Hus stået model. Fra Kvotehuset er hentet værktøjer til endnu en markant CO2-besparelse, denne gang på opvarmning og elforbruget.

Alt dette sker, uden at det kommer til at koste ekstra. Og samtidig følger en lang række kvaliteter med, som gør hverdagen i huset både sundere, smartere og billigere for familien. Prisen er altså ikke en hindring, og alle løsninger og materialerne findes allerede som hyldevarer her i Danmark. Konklusionen på det samlede MiniCO2-projekt er derfor, at der ikke står noget i vejen for, at det danske typehusbyggeri kan blive både grønnere og bedre allerede i morgen. Håbet er derfor, at resultaterne vil komme både branchen og boligejere til gode fremover.

18 kg

11 kg

13 kg

5 kg

24 kg

## Tak til...

Typehusfirma: BENÉE HUSE

Arkitekt: LUPLAU & POULSEN

Ingeniør: TRICONSULT

Bygherrerådgivere: KUBEN MANAGEMENT, HENRY JENSEN

Videnspartnere: STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT AAU, ZENSE TECHNOLOGY, YTONG, DERBIGUM, INVENTILATE, ECOLAB, LOOP

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

Typehuset – bedre og grønnere

© Realdania Byg 2014

ISBN 978-87-92230-68-3

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,

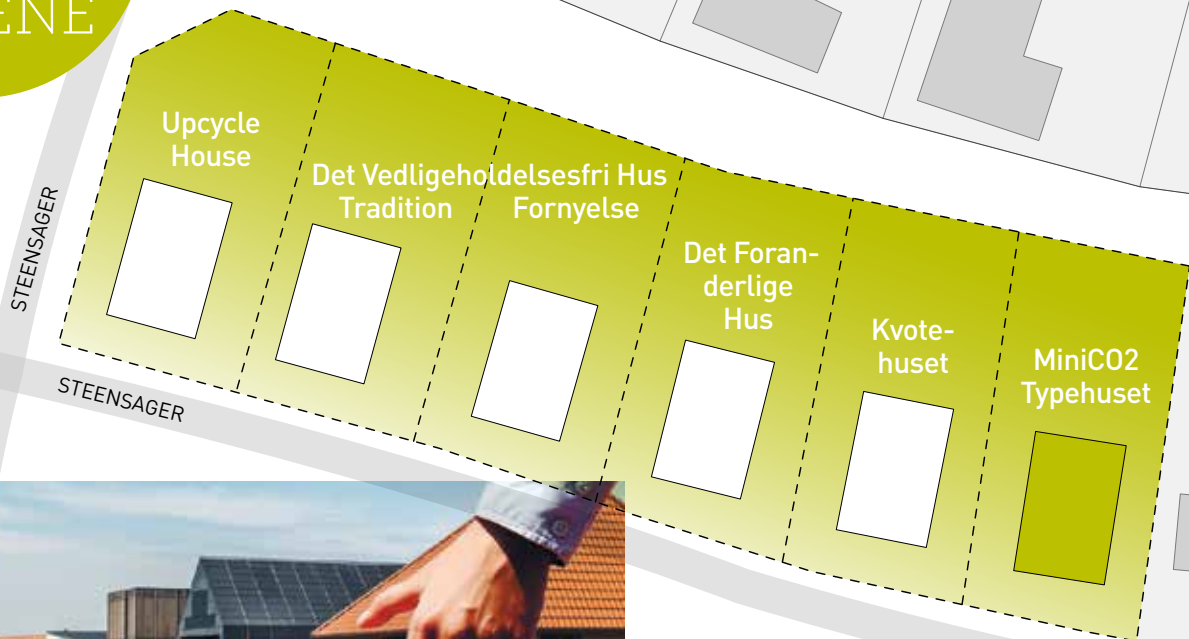
Luplau & Poulsen samt Realdania Byg

Forsidefoto: Fotograf Jesper Ray Manley

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

Realdania Byg er et helejet Realdaniaselskab

# MINI CO<sub>2</sub> HUSENE



## MINICO<sub>2</sub> HUSENE

I Nyborg blev der i løbet af 2013 og 2014 opført seks nye parcelhuse, som hver på sin måde har fundet metoder til, hvordan man kan reducere ressourcforbruget og dermed begrænse CO<sub>2</sub>-udledningen i forskellige faser af en ejendoms levetid.

Det drejer sig om CO<sub>2</sub>-udledning i såvel anlægsfasen som i hele husets levetid og om CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-fodaftryk i et typehus.



9 788792 230683