

► Hensyn til sundhed, miljø og klima spiller sammen med æstetik og enkelhed i Det Åndbare Hus. For virksomheden Egen Vinding og Datter handler dette udviklingsprojekt om at inspirere branchen og være i dialog med alle, der arbejder for de samme mål om at udvikle og bygge sundt byggeri med minimal indflydelse på miljøet.

FOTO: MORTEN PIHLER



▼ Sune og Caroline Nors Glad med deres søn Rikard foran det stråttækte, åndbare hus, som de har boet i siden 1. maj 2018.

FOTO: MORTEN PIHLER



# Det Åndbare Hus

## – et udviklingsprojekt

AF: **JETTE HAGENSEN**, KONSULENT OG INDEHAVER AF ENVICE.DK

KAN MAN LAVE ET HUS, DER KAN INDGÅ I NATURENS KREDSLØB OG VÆRE DEL AF EN CIRKULÆR ØKONOMI, OG SOM OGSÅ KRÆVER ET MINIMUM AF ENERGI OG RESSOURCER TIL DRIFT OG VEDLIGEHOLD? KAN MAN SAMTIDIG SKABE EN BYGNING, SOM ER SUND OG BEHAGELIG AT BO I? DET ÅNDBARE HUS ER ET UDVIKLINGSPROJEKT, DER NETOP HAR DISSE MÅLSÆTNINGER, OG SOM LIGE NU BLIVER TEST-BEBOET AF EN UNG FAMILIE.

Det Åndbare Hus, der ligger i den sydlige udkant af Ringsted, er udviklet og bygget af firmaet Egen Vinding og Datter, der i over 30 år har arbejdet med bæredygtige løsninger indenfor byggeri. De har i mange år arbejdet med byggematerialer, der er åndbare – også kaldet diffusionsåbne. I et diffusionsåbent hus kan fugten bevæge sig igennem væg- og tagkonstruktionen, selvom huset er lufttæt. Huset har dermed mindre behov for ventilation og kan bedre håndtere den fugt der er.

– Vi sammensætter materialerne på en måde, så vi minimerer risiko for fugt, og samtidig prøver vi at begrænse brugen af materialer, der afgasser skadelige stoffer. På den måde prøver vi at sikre et godt indeklima og samtidig spare energi samlet set på etablering og drift, fortæller Lars Jørgensen, der er leder af udviklingsarbejdet hos Egen Vinding og Datter.

### Hvorfor bygge et åndbart hus?

I forlængelse af energikriserne tilbage i 1970'erne og den klimakrise, der tårner sig op foran os i dag, er der med rette meget fokus på efterisolering og lavenergi-huse i byggebranchen. Den dominerende byggemethode er nok brug af mineraluld og en dampspærre, der sørger for at klimaskærmen er helt tæt for både vind og transport af fugt. Men dette har været medvirkende til at skabe problemer med fugt og skimmelsvamp, som giver store problemer i indeklimaet.

12 % af de danske boliger har ifølge Statens Byggeforskningsinstitut problemer med skimmelsvamp og hertil hørende problemer med sundhed og omkostninger til renovering. Man søger typisk at løse fugtproblematikken med etablering af mekanisk ventilation, men selvom man arbejder med varmegenvinding og optimering af ventilationsanlæg, så skaber dette jo et behov både for ekstra materialer og ekstra energi og økonomi.

– Der vil altid være noget fugt til stede i en bygning, dels fra materialerne og fra klimaet, men også fra mennesker og menneskelige gøremål som vask og madlavning. Hvis man laver en bygning, der er helt fugttæt, så er man nødt til at sørge for at fjerne fugten via ventilation. I mange nyere bygninger bruger man derfor både materialer og penge på at etablere et mekanisk ventilationsanlæg. Det hjælper bare ikke noget, hvis der alligevel opstår utætheder i dampspærren, som der faktisk ofte gør. Så kan man få problemer med fugt og skimmel alligevel. Mange steder er der også problemer med ventilationsanlæggene, der er for teknisk komplicerede og som ikke altid bliver rensset, når der er brug for det. Derfor prøver vi at gå den modsatte vej, uddyber Lars Jørgensen.

### Hvad er hygroskopi?

De byggematerialer, der er anvendt i Det Åndbare Hus, har den fælles egenskab, at de er hygroskopiske. Det betyder, at de er gode til at håndtere fugt, idet de kan optage fugt fra luften og afgive den igen. Den hygroskopiske effekt bevirker, at fugten vil fordele sig ud i hele materialet, hvorfra den nemt kan afgives igen.

Træ, ler, linoliemaling, kalk, gips og cellulosebaseret isolering af eksempelvis hør, hamp, papiruld og træfiber er eksempler på hygroskopiske materialer, der er velegnede til at bruge i en diffusionsåben konstruktion, hvor der ikke er indsat en dampspærre.

Materialernes evne til at håndtere fugt er forskellig, derfor skal de sammensættes ud fra viden om dette. De fleste hygroskopiske materialer fungerer tillige som en fugt-buffer. Det vil sige, at de optager fugt fra indeluften i spidsbelastninger, hvor der er en høj luftfugtighed, og afgiver den til indeluften igen, når luftfugtigheden i bygningen falder. I en bygning, lavet af hygroskopiske materialer, der kan lagre og flytte fugt, og hvor der ikke er anvendt dampspærre, vil luftfugtigheden typisk stabilisere sig på et niveau på 40–60 %, som er passende for et godt indeklima.

– I nogle bygninger er der et meget tørt indeklima som følge af mekanisk ventilation og brug af byggematerialer, der ikke er hygroskopiske, som eksempelvis beton. I en række nyere byggerier har det vist sig, at trægulvene slår revner, og mange beboere oplever gener med tørre slimhinder på grund af den lave luftfugtighed. Materialevalget i Det Åndbare Hus sikrer en stabil og behagelig luftfugtighed, fortæller Per Sørensen, der er tekniker hos Egen Vinding og Datter.

### Fugthåndtering, livscyklus og målsætning om at undgå skadelig kemi

De byggematerialer, der indgår i Det Åndbare Hus, er nøje udvalgt ud fra hensyn til hygroskopi, men samtidig er der taget højde for miljøbelastningen set ud fra livscyklusprincipper. Der har desuden været fokus på at undgå materialer, der afgasser skadelige stoffer til indeklimaet. Ler, strå, træ og isoleringsmaterialer baseret på træ, hør og papir fylder vægtmæssigt langt mest. Herudover er der brugt gipsplader, vinduesglas, en lille mængde jern, geotextil og radonspærre. Der er også brugt en vis mængde beton til fundamentet, der er lavet som et randfundament netop for at begrænse brugen af det CO<sub>2</sub> tunge materiale. Som terrænisolering er brugt Technopor, der er fremstillet af genbrugsglas. Hertil kommer Egen Vinding og



◀ Fundamentet støbes som et smalt randfundament under ydermuren for at spare beton. Terrænisolering af Technopor ses ved siden af fundamentet.  
FOTO: JETTE HAGEN-SEN



▲ Opmuring af lerstensvægge omkring badeværelse og teknikrum midt i huset giver en kerne af ler, der bidrager til et godt indeklima.  
FOTO: JETTE HAGEN-SEN



◀ I et åndbart hus sættes materialerne sammen på en måde, så deres evne til at optage og afgive fugt passer sammen. Derved sikrer man, at fugt kan bevæge sig gennem materialerne, uden at der opbygges fugt eller opstår problemer i konstruktionen. Her thermoask og stråvæg monteret tæt sammen.  
FOTO: MORTEN PIHLER



Find undervisningsportalen om åndbart byggeri på [www.bæredygtigtbyggeri.dk](http://www.bæredygtigtbyggeri.dk)

▲ Lergulvet er behageligt at gå på og fint at lege på. Husets åbne arkitektur giver børn og voksne mulighed for at høre hinanden, selvom de er i forskellige rum. Det betyder, at Rikard på tre år ofte er på sit værelse på 1. sal, selvom forældrene er i stueetagen.

FOTO: MORTEN PIHLER

Datters linolieemulsionsmaling Naturmaling, der er diffusionsåben, og en mindre mængde silikonefuge.

– Vi har begrænset mængden af fugemasse, og når vi har brugt det, har vi valgt silikone, som er den fugemasse, der giver mindst afgasning. Vi har i stedet projekteret anderledes og brugt konstruktiv tætning. Det handler f.eks. om at montere gipspladerne forskudt og dække hjørnesamlinger med en tape eller plaststrimmel, der monteres mellem de to lag gips. På den måde fjernes behovet for at anvende fugemasse, forklarer Per Sørensen.

#### Ler er et rigtig godt byggemateriale set i livscyklusperspektiv

Den lerjord, der er brugt i Det Åndbare Hus, er overskudsjord leveret af lokale vognmænd. Ler er generelt et byggemateriale, der er rigeligt af næsten alle vegne. Lerjorden har rigtig gode egenskaber for indeklimaet i en bygning, da ler er særdeles god til at optage og afgive fugt og varme, har gode lyddæmpende egenskaber og endda kan være med til at regulere lugte i et rum.

Når man fremstiller komprimerede lersten, er energiforbruget i fremstillingsfasen kun 1/20 af den energi, der bruges ved fremstilling af eksempelvis

beton eller brændte mursten. Alt spildmateriale i produktionen kan genbruges, og ved nedrivning kan lerjorden gå direkte tilbage til naturen. Desuden er arbejdsmiljøet godt, og der er ikke problemer med, at materialet ætser huden, som kalk og cement gør.

– Det stampe lergulv er altid det, der kommer flest kommentarer om. Langt de fleste er enige i, at det er utrolig flot og rart at gå på, selv efter de finder ud af, at der er blandet hesteafføring i leret. Gulvet er på en og samme tid hårdt og blødt, så det er en fornøjelse at gå på med bare tæer, og ingen af os bruger hjemmesko, fortæller husets beboer Sune Nors Glad.

#### Træ burde indgå i langt mere byggeri – også for at imødegå klimakrisen

I Det Åndbare Hus er der brugt meget træ både til den bærende konstruktion, til etagedæk og som træfiberplader på bl.a. gavlene. Ydervæggen består af thermoask, hvor holdbarheden er øget via varmebehandling. Træ er et smukt materiale, og samtidig bidrager skovene på fineste vis til det nødvendige biologiske kredsløb, idet træerne optager CO<sub>2</sub> under væksten og omdanner det til ilt. Ved at bruge træ som byggemateriale lagres desuden CO<sub>2</sub> i byggeriet, og derved

kan man forsinke drivhuseffekten. Træ, der ikke er imprægneret med skadelige stoffer, er et af de mest bæredygtige byggematerialer, vi har.

#### Stråtag af elefantgræs og stråvægge af tagrør

Det Åndbare Hus signalerer umiddelbart åndbarhed med det store tag lavet af strå og elefantgræs. Taget er tækket med strå af typen *Miscanthus* (elefantgræs), og siderne er tækket med tagrør, der arkitektonisk set har en lidt finere struktur. Den luftspalte, der typisk laves under et stråtag for at sikre ventilation, er udeladt. I stedet slutter strået helt tæt til undertaget, som er lavet af rupløjede brædder, og derved reduceres brandfaren. Tagrør og strå kan desuden gavne miljøet og beskytte grundvandet ved den rigtige dyrkning. En livscyklusvurdering har vist, at stråtaget er det mest klimavenlige tag af alle. Men mange andre typer af tag kan anvendes i et åndbart hus.

#### Naturlig ventilation

I midten af Det Åndbare Hus er der en sol-skorsten, som er muret op i komprimerede, ubrændte lersten og går op igennem 1. sal. Heri er der trukket fire rør, der sikrer ventilation af bad og køkken. To rør er til udluftning, og to er til at trække frisk luft ind igen, og

her bliver den friske luft foropvarmet lidt på vej ind i boligen. Øverst i sol-skorstenen er der monteret en opdriftsforstærker, som uden el kan øge suget ud af huset. Der er desuden et tagvindue øverst i sol-skorstenen, der kan åbnes med en fjernbetjening, hvis det bliver for varmt. Sol-skorstenen giver samtidig lys ned midt i rummet.

Flere af vinduerne i huset er lavet som ventilationsvinduer, hvor den friske luft kan komme ind i huset, uden at vinduet er åbent. Den friske luft bliver opvarmet på vej ind, så man reducerer varmebehovet, og samtidig afskærmer det for eventuel støj.

– Selvom det har været meget fugtigt udenfor, og tågen har ligget om huset, som man sjældent ser det uden for filmens univers, har vi ikke nogen problemer med fugt, fortæller Sune Nors Glad.

– En gennemgående reaktion fra dem, som kommer på besøg, er forundring og overraskelse over, hvor godt indeklimaet er. Luften har været frisk og behagelig gennem hedebløge, storm, regn og nu kulde. Selv de mindst miljøorienterede i vores omgangskreds må jo indrømme, at det giver rigtig god mening, særligt når de oplever, at huset ikke er en lerbule, men et fuldt funktionelt og moderne hus, slutter han af.

▲◀ + ▲ I Det Åndbare Hus bliver indeluften udskiftet via diffusion gennem væggene og via ventilation gennem sol-skorstenen og ventilationsvinduer. Målinger viser, at huset kan håndtere fugt fra 3–5 personer.  
FOTO: MORTEN PIHLER