

A photograph of a modern house with a thatched roof and wooden walls. The house features large windows and a glass door. The background shows bare trees and a clear blue sky. The text is overlaid on the image.

Det Åndbare Hus og Naturens eget Stråtag

Jørgen Kaarup Jensen

Det Åndbare Hus og
Naturens eget Stråtag

**Det Andbare Hus og
Naturens eget Stråtag**

Redaktion:

Jørgen Kaarup Jensen (ansv.),
Jette Hagensen, konsulent for Egen Vinding og Datter,
og indehaver af envice.dk, og
Søren Vodder, direktør i Miscanthus.dk A/S

Fotos:

Morten Pihler, Frank Bondgaard, SEGES, Søren Vodder,
Peter Wath, Egen Vinding og Datter & Jørgen Kaarup

Grafisk tilrettelæggelse og tryk:

Werks Grafiske Hus A/S

Udgivet med støtte fra
Miljøstyrelsens MUDP-midler



Salg:

www.egenvinding.dk og
www.straatagetskontor.dk

ISBN: 978-87-998318-1-4

Det Åndbare Hus og Naturens eget Stråtag

Jørgen Kaarup Jensen



Invitation

Velkommen til denne lille bog.

Du kan læse den, kigge i den eller skimme den.

I alle tilfælde er invitationen at lade dig inspirere. Til at bygge med naturens materialer, til at indtænke miljøhensyn, når du skal bygge, og til at blive lidt klogere på, at der er mange muligheder med bæredygtigt byggeri.

Bogens udgangspunkt er Det Åndbare Hus bygget af firmaet Egen Vinding og Datter, beliggende ved Ringsted og beboet af Sune, Caroline og deres søn, Rikard.

Huset har strå på både tag og sider. To slags endda: miscanthus på taget og tagrør på facader. Bogen er også en hyldest til dette "naturens eget tag", som i dag er brandsikkert, det mest klimavenlige og, synes de fleste, smukt.

Miljøstyrelsen skal have en stor tak for tidligt at have erkendt, at klodens miljøproblemer ikke kan løses uden deltagelse fra byggeriet. Byggeriet står rundt regnet for 1/3 af alle miljøbelastninger: ressourceforbrug, affaldsproblemer og klimaaftryk.

Derfor støttede Miljøstyrelsen både Det Åndbare Hus og projektet "Naturens eget Stråtag", som omhandler dyrkning af det danske materiale til tækning, miscanthus, som er en særlig slags elefantgræs. Og derfor har Miljøstyrelsen også støttet denne bog, som kortfattet og rigt illustreret beskriver disse to tiltag i retning af et mere miljøvenligt byggeri.

Det Åndbare Hus er udelukkende bygget af naturlige materialer. Huset er diffusionsåbent og evner at komme af med luftfugtigheden og samtidig skabe et allergivenligt indeklima. Stråtaget og de tækkede facader er en vigtig del af den samlede åndbarhed.

God fornøjelse.



Husets lodrette facader er tækket med miscanthus, en art elefantgræs, som dyrkes i Danmark.



Det Åndbare Hus

Drømmen var at bygge et hus, som ingen problemer har med fugt og skimmelsvamp og dermed er allergivenligt. Ingen ventilationsanlæg, der bruger el og står og summer, kun naturlige, miljøvenlige byggematerialer.

Huset er diffusionsåbent. Det betyder, at fugten kan bevæge sig igennem både vægge og tag, selv om huset er lufttæt. Og at fugten vel at mærke kan bevæge sig uden at skabe kondens eller andre problemer i konstruktionen.

Allergivenligt og bæredygtigt. Materialer som træ, strå, ler, gips, naturmaling og isolering af træfiber, papir, hør og hamp. Strå på tag og nogle af facaderne. Moderne, iøjnefaldende arkitektur med gode lysindfald.

Én ting er som bekendt drøm, noget andet virkelighed. Der var det mere end spændende, om Det Åndbare Hus så også virkelig åndede og opførte sig som håbet.

Teknologisk Institut målte 33 steder i huset. Først blev der målt gennem et år, hvor huset var ubeboet, og der blev tilført fugt med en koldfordamper, svarende til at en familie på fire personer bor i huset. Siden er der målt, mens en familie på tre – snart fire – har boet der.

Resultaterne er flotte: Kun ét sted ud af 33 er der problemer med fugt. Der er konstrueret tre typer ydervægge, og den ene af dem ophober fugt. Men det er jo netop meningen med et testhus som dette at finde frem til de bedste løsninger.

En af de to typer ydervægge, der ingen fugtproblemer har, er tækket med strå. Konklusionen er, at denne væg håndterer fugten godt, fordi den er yderligere isoleret med strå, hvilket medfører, at den relative fugtighed holdes nede. Et herligt budskab, der tegner godt for tækkede ydervægge, som har vundet stor udbredelse i Holland. Det Åndbare Hus har bestået testen og er en prototype på fremtidens bæredygtige og allergivenlige hus.



Fotos fra tækningen, fra indvielsen og af familien, der har boet i huset i mere end et år.



Indvielse 17. september 2015 med musik
og taler samt klipning af rød snor.





Familien Glad flyttede ind i Det Åndbare Hus 1. maj 2018.

De bor her

Glad er efternavnet, fornavnene Sune og Caroline Nors. Og så er der sønnen Rikard på fire år, som også er glad for, at familien nu har boet i et åndbart hus i mere end et år.

”Det var præcis det, vi havde drømt om”, sagde Sune Nors Glad, da han og familien 1. maj 2018 flyttede fra Tårnby til huset lidt uden for Ringsted.

”Vi har i noget tid kigget efter en mulighed for at komme væk fra byen, især fra lufthavnen og motorvejen. Vi vil rigtig gerne leve mere miljøvenligt, og at bo i Det Åndbare Hus er en unik mulighed for at afprøve en mere bæredygtig levemåde, før vi selv skal ud at investere i fast ejendom”, lød det fra familiefaderen.

Sune og Caroline er begge lærere og har pendlet til jobbet i Tårnby, hvor de kom fra, siden de flyttede til Ringstedegnen.

”Indeklimaet her i huset har bestemt levet op til forventningerne”, siger Caroline, som efter at have boet i beton-

lejligheder absolut ingen lyst har til at komme tilbage til den type byggeri.

”Før var vi bare vant til tung og varm luft. Selvom vi ikke kunne lide det, så var der ikke rigtig noget alternativ andet end at gå ud”, siger Sune.

Om indeklimaet siger de to voksne beboere samstemmende: ”Når vi vågner om morgenen – selvom vi har haft vinduet lukket – så er luften frisk. Når vi laver mad, er lugten fra stegning mv. hurtigt væk – og når vi tørrer tøj, går det næsten hurtigere, end hvis vi hænger tøjet ud i solen”.

Også stråtag har de fået et nyt syn på: ”Vi vil rigtig gerne have et stråtag, når vi skal have vores eget hus”, siger Caroline. Sune supplerer:

”Flere, vi kender, har sagt, at stråtag er dyrt og besværligt også i forhold til brandfare, men her har vi jo erfaret, at dette ikke gælder mere. Det er blevet meget mere sikkert i forhold til brand, og det fungerer virkelig godt og ser godt ud”.

Arkitekturen

Arkitektfirmaet HOUSE har ønsket, at arkitekturen signalerer rummelighed for derved at understrege åndbarheden. Hele huset skal udstråle miljøvenlighed og omtanke for naturen på en moderne og indbydende måde.

“Vi behøver ikke at gå tilbage til bonderomantikken eller jernalderen for at værdsætte disse idealer. Huset er inspireret af ældre huse, hvor strå- eller tangtage gik ned over facaden. Men her laver vi en moderne fortolkning”, siger arkitekt Søren Blicher fra HOUSE.

Huset virker større end de ca. 146 kvadratmeter plus dertilhørende 10 kvm. uopvarmet vinterhave. De dobbelthøje rum midt i huset giver store rumlige kvaliteter, specielt i et mindre hus som dette.

Søren Blicher er vant til at arbejde med åndbare materialer og til at optimere projekteringen ud fra hensyn til miljø og natur.







”Vi har fra starten interesseret os for byggematerialer, der var diffusionsåbne og så tæt på naturens opbygning som muligt. Så for os er Det Åndbare Hus ikke så langt fra den måde, vi plejer at projektere på”, siger Søren Blicher.

Han tilføjer, at man skal huske på, at Det Åndbare Hus er et testhus, hvor der netop afprøves nogle nye løsninger, der ikke er fuldt dokumenteret endnu.

Om brugen af strå på huset siger Søren Blicher:

”Vi har valgt at lade et tag af strå løbe ned ad facaden og smyge sig om bygningskroppen som en frakke. Strås små ”rør” er naturens symbol på det åndbare byggemateriale. Dette tag og facaden er som en åndbar hud”.

Det har været muligt at udføre snittet gennem konstruktionen, så cellulosefiberisolering, trækonstruktion og vindspærre af granbrædder arbejder sammen med stråfacaden om at transportere fugt ud gennem facaden til det fri. Det er disse materialer særdeles gode til”.

HOUSE Arkitekter skrev bl.a. således, da firmaet var godt i gang med opgaven:

”De kommende beboere kan glæde sig til at bo i et smukt hus med et sundt indeklima.

Set udefra håber vi også, at huset vil være et spændende bekendtskab med stråmaterialer, der passer godt ind i såvel landskab som moderne bymiljøer”.

Detalje på den lodrette tækning, der her er under udførelse.



Stråtaget

Det Åndbare Hus' arkitektur indbyder til tækkede facader, som de seneste 20 år er blevet brugt rigtig meget i stråtagenes Mekka, Holland. Der er næppe tvivl om, at tækning af facader har været en væsentlig grund til, at stråtaget i Holland har bredt sig til at være almindeligt på nutidigt nybyggeri.

Huset i Ringsted har derfor ikke bare stråtag, men også strå på nogle af ydervæggene.

Materialevalget er vigtigt, når der anvendes et naturmateriale som strå. I Japan f.eks., hvor det ene stråmateriale til Det Åndbare Hus oprindeligt kommer fra, har man traditionelt anvendt ikke mindre end otte forskellige typer strå til tag, heraf også en speciel slags tynd bambus.

Så strå er ikke bare strå. På Det Åndbare Hus' tag er der anvendt tækkemiscanthus, en særlig art elefantgræs,

som blev hentet hjem fra Japan i 1990'erne af det daværende Statens Planteavlsvforsøg i samarbejde med et par tækkemænd. Siden har dyrkning af miscanthus bredt sig rundt om i Danmark, og planten er fremragende til beskyttelse af grundvand, fordi den kan dyrkes uden brug af sprøjtegifte.

På husets tækkede vægpartier er der anvendt korte tagrør fra Danmark. Det er nemlig nødvendigt at have korte, koniske strå, når der skal tækkes lodret. Miscanthusstrå er typisk omtrent dobbelt så lange som danske, korte tagrør. Så et præcist og velbegrundet valg af materialer er foretaget af den tækkemand, der fik opgaven med at tække facader og tag.

Taget er tækket direkte på brædder med not og fer uden bagvedliggende luftrum. Inde bag taget er der isolering og dernæst gipsplader.



Tækkemand Fleming Grøfte kæler for de sidste detaljer på stråtag og tækket facade.



Øverst udplantning af tækkemiscanthus, nederst høst – begge fotos fra danske marker.



Naturens eget tag

Planterne bag stråtaget optager CO₂, når de vokser, og afgiver ilt – fuldstændig som regnskove og skove i almindelighed gør det. Dét er den korte og enkle forklaring, når en livscyklusanalyse dokumenterer, at stråtaget er det mest klimavenlige af alle typer tag.

Nutidens stråtag er brandsikkert, miljø- og klimavenligt, smukt og formbart. Det er kun marginalt dyrere end et tegltag, og bygningsforsikringen er overkommelig med en beskedent merpris.

Nutidens stråtag er brandsikret, og derfor er risikoen for brand i et stråtækket hus ikke større end for et hus med fast tag. Stråtaget er cirka 10 procent dyrere end et tegltag, når alle omkostninger vedrørende de to typer tag er medregnet. Og husforsikringen på et pænt stort hus koster ca. 1.200 kr. mere om året, hvis huset har stråtag frem for f.eks. tegl.

Naturens egne produkter udgør 99 % af et stråtag, ingen kemi er tilsat. Der er brugt meget lidt fossil energi på høst af planterne, som efter 50 år eller mere kan vende tilbage til kredsløbet som kompost.

Strå er et godt bud på en del af løsningen på de miljø- og klimaproblemer, byggebranchen har sin væsentlige andel af. Tækkemiscanthus kan produceres uden brug af sprøjtegifte, er godt for klimaet og en god højværdiafgrøde til beskyttelse af grundvand. Tagrør tilbageholder tungmetaller, reducerer kvælstofindholdet i det vand, de vokser i, og gavner ligesom miscanthus klimaet pga. plantens positive CO2-profil.

”Køligt om sommeren og varmt om vinteren” er et gammelt udtryk for stråtagets evne til at isolere. Et stråtækket hus er mærkbart mere køligt, også under loftet, end et hus med f.eks. pladetag, når sommerens sol bager ned. Og tilsvarende lunere om vinteren.

Strå kan bruges til både tag og facader og isolerer i begge tilfælde ganske godt. Dette ”naturens eget tag” bør vække interesse blandt alle, der holder af smukke bygninger opført med tanke for vores klodes tilstand.

Tagrør vokser ved søer, fjorde og i vådområder og kræver >
i modsætning til miscanthus rigeligt med vand





Skagen Mølle er et smukt eksempel
på tækning med miscanthus,
udført af tækkemand Brian Randrup.



Tækkemand Caspar Hall tækker lodret i tilknytning til en omfattende renovering og tilbygning af sit eget hus på Stevns.

Visionen og byggeriet

Af Jette Hagensen

Det Åndbare Hus er Egen Vinding og Datters bud på, hvordan man kan løse udfordringer med klima, miljø og sundhed inden for byggeriet på en sammenhængende måde. I projektet er det vores mål at sikre både et godt indeklima og et godt arbejdsmiljø og samtidig undgå brug af uønskede kemiske stoffer og reducere det samlede energibehov mest muligt.

Det Åndbare Hus er et eksempel på fremtidens bæredygtige byggeri. Det forfølger et alternativt teknologisk spor, hvor vi med diffusionsåbne konstruktioner kan reducere behovet for ventilation og skabe enkle, velfungerende alternativer til mekanisk ventilation. Principperne for Det Åndbare Hus er netop udsprunget af en erfaring om, at behovet for ventilation er mindre i et åndbart hus, selv om dette er lufttæt.



Visionen med projektet er:

- At bidrage til at finde og udbrede nye veje i byggeriet, der løser en række udfordringer med indeklima, arbejdsmiljø og det ydre miljø samt energi og klima.
- At bygge, teste og dokumentere et hus, hvor vi har brugt gode, velkendte byggematerialer og byggeteknikker såvel som bæredygtige tiltag og materialer med teknologisk nyhedsværdi.
- At være i dialog med interesserede parter i byggebranchen og samfundet om, hvordan vi skaber fremtidens bæredygtige, sunde boliger og bygninger.

Byggeriet af huset gik i gang i foråret 2015. Borgmester Henrik Hvidesten, Ringsted Kommune, tog første spadestik d. 6. marts.



I midten af huset er opmuret en kerne af lersten, som udgør vægge om badeværelse og teknikrum. Forrest ses en pladevibrator, der er blevet brugt til at stampe lergulvet



Som terrænisolering er anvendt Technopor, der er et mineralsk isoleringsmateriale lavet af knust planglas, der er omsmeltet til et porøst granulat. Materialet er meget let og derved nemt at håndtere, og der har gode egenskaber både i form af styrke og isoleringsevne. Det er selvfølgelig også positivt, at det indgår direkte i en cirkulær økonomi.



Tækkemændene Jesper Bødsted (forrest), Lars Jensen og Fleming Grøfte under tækning af Det Åndbare Hus.

Projektering og udvikling

Af Jette Hagensen

Undervejs i processen med projektering af Det Åndbare Hus er der opstået mulighed for at teste andre nye produkter og teknikker. Et eksempel er lerpladerne, der er leveret af Jens Helt Jessen, som fik støtte til et MUDP-projekt i samme periode (*MUDP, Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram, er en ordning, som administreres af Miljøstyrelsen*).

Da Egen Vinding og Datter fik kendskab til disse lerplader, blev det besluttet at prøve dem af som indvendig vægbeklædning i det ene værelse, nemlig i det nordvendte værelse i underetagen. Her er de to lag gipsplader erstattet med lerplader, som er blevet pudset med lermørtel, så de er tætte i samlingerne. Lerpladerne er fremstillet af moræneler, som er en rigelig ressource.

De kan derfor være en mulig erstatning for gipsplader, hvilket bl.a. er relevant, fordi adgangen til gips vil blive reduceret, i takt med at de kulfyrede kraftværker nedlægges. Lerpladerne har desuden den fordel, at varmfylden i lerpladerne er større end i gipspladerne, så de bidrager

til en mere stabil temperatur og også til en bedre akustik. Stråtaget er også valgt med inspiration fra et MUDP-projekt, der arbejdede med dyrkning af miscanthus til brug som stråtag (*projektet, Naturens eget Stråtag, er omtalt grundigt i kapitlet "Miscanthus redder grundvand"*).

Dette gav arkitekten bag Det Åndbare Hus, Søren Blicher, idéen til at tegne et hus, hvor stråtag og stråvægge er blevet til en fuldstændig integreret del af arkitekturen. Stråene, der har excellente egenskaber i forhold til håndtering af fugt, signalerer med den åbne rørformede struktur samtidig åndbarhed.

Egen Vinding og Datter havde nogle overvejelser i projekteringsfasen om, hvorvidt huset ville få et udtryk, der var så specielt, at en gennemsnitlig husejer ikke ville finde det interessant. Det er derfor blevet pointeret i presseomtale af huset, at man lige så vel kan designe et diffusionsåbent hus med f.eks. et ståltag eller et tegltag – der skal så blot være udluftning mellem den yderste del af tagkonstruktionen og taget.

Testresultaterne viser dog, at den isoleringsværdi, som stråtaget giver på ydersiden af konstruktionen, kan være afgørende for at undgå, at der opstår fugt. Hvis man vælger en anden tagtype, skal man således være opmærksom på dette.

Arkitekt Søren Blicher er desuden ophavsmand til idéen om en solskorsten, der både bidrager til at sikre et godt luftskifte med naturlig opdrift og uden brug af el og giver et smukt og særligt ovenlys, der ledes ned midt i bygningen til begge etager. Valget af thermoask som yderbeklædning er også kommet ind i projektet via forslag fra arkitekt Søren Blicher.

Den sidste ting, vi vil fremhæve her, er, at vi valgte at afprøve ler som materialevalg på væggene i brusenichen. Det blev udført efter samme metode, som bruges til et lergulv, det vil sige lerpuds med en overfladebehandling med linolie og bivoks. På gulvet i brusenichen blev der, efter overvejelse om, hvorvidt der også skulle anvendes lerpuds her, valgt almindelige fliser for at undgå risiko for fugtskader.

>

Stråvæg, der slutter tæt til et bræddelag og dernæst til indvendig væg med en lysning af træfiberplade. Der er her isoleret med hørisolering i form af hørbats.



Badeværelset i
Det Åndbare Hus.



Fremstilling af lersten hos Egen
Vinding og Datter, samt lerpudsede
vægge i badeværelse og nypudsset
lergulv i Det Åndbare Hus





Det Åndbare Hus

Her er den grundige fortælling med resultater fra målingerne i det diffusionsåbne byggeri.

Af Jette Hagensen

Mange boliger og andre bygninger i Danmark er i dag isoleret med mineraluld, som er et såkaldt ikkehygroskopisk materiale, hvor fugten ikke kan bevæge sig igennem materialet og diffundere væk. Der anvendes også typisk dampspærre for at undgå ophobning af fugt i konstruktionen.

I praksis er det dog svært at udføre dampspærren, så den er og vedbliver at være helt tæt. Dette giver ofte problemer med fugt og skimmelsvamp, fordi der ophobes fugt, som ikke kan bevæge sig væk. Skimmelsvamp i boliger og også i andre bygninger som f.eks. skoler er i dag et betydeligt problem i Danmark med bl.a. allergi, hovedpine og forgiftning til følge.



Bygninger isoleret efter sådanne principper er desuden ofte så diffusionstætte, at der er brug for omfattende ventilation for at sikre et godt indeklima, hvor luftfugtigheden ikke bliver for høj. Omvendt bliver luftfugtigheden tit for lav, når det er koldt ude, hvilket kan give problemer med tørre slimhinder og gulve, træmøbler, klaverer mv., der udtørres og revner. Ventilationssystemerne kræver desuden energi og er en økonomisk omkostning mht. både anlægning og drift.

Diffusionsåbne konstruktioner og fugthåndtering

Egen Vinding og Datter (EVD) har gennem en årrække erfaret, at hvis man bygger med byggematerialer, der er gode til at håndtere fugt, så kan man opnå en række fordele. Man kan reducere behovet for ventilation, mindske risikoen for fugt og skimmelsvamp og opnå et godt indeklima, hvor luftfugtigheden er behagelig for mennesker og samtidig er passende for byggematerialer og interiør. Med brug af sådanne hygroskopiske materialer kan fugten diffundere igennem hele konstruktionen fra det ene materiale til det næste og ledes ud af konstruktionen enten til indeklimaet eller ud gennem klimaskærmen.

Det er dette byggeprincip, EVD kalder et åndbart hus. Det kaldes også et diffusionsåbent hus. Hvis man bygger efter sådanne principper, kan fugten bevæge sig igennem en væg- og tagkonstruktion, selvom huset er lufttæt. Det er afgørende, at alle de byggematerialer, der indgår i kli-

maskærmen, er gode til at håndtere fugt, altså at de har gode hygroskopiske egenskaber. Dette gælder bl.a. de organiske byggematerialer som træ, isolering fremstillet af træfiber, papir, hør og hamp, strå mv. Også ler, kalk og linolieemulsionsmaling og linolie er diffusionsåbne og hygroskopiske.

Gips er også et hygroskopisk materiale. Her skal man dog være opmærksom på, at gipsen holder på vand. Det betyder, at vand, der evt. er kondenseret i gipsen, kan forblive i materialet, hvor de øvrige hygroskopiske materialer vil afgive vandet igen. Derfor skal man altid sørge for, at gips er indbygget i konstruktionen på en sådan måde, at den ikke udsættes for kulde og dermed for risiko for kondens.

De hygroskopiske byggematerialer skal sammensættes rigtigt og monteres helt tæt op ad hinanden, så fugten kan bevæge sig fra det ene materiale til det andet via diffusion, uden at der ophobes fugt og opstår problemer med skimmelsvamp i konstruktionen. Diffusionsmodstanden i de enkelte materialer kan også have betydning, hvilket vi kommer mere ind på nedenfor.

Materialer med gode fugtegenskaber kan desuden fungere som en buffer, der optager og afgiver fugt til rummet. Dette hjælper med til at sikre et godt indeklima med en behagelig luftfugtighed.



Nedenfor klipper en glad Lars Jørgensen, direktør for Egen Vinding og Datter, den røde snor ved indvielsen i september 2015.



Hygroskopiske materialer

Et materiales hygroskopiske egenskaber handler om evnen til at optage og afgive fugt, og de varierer meget fra materiale til materiale. Den hygroskopiske effekt bevirker, at fugten vil fordele sig ud i hele materialet, idet materialet søger ligevægt og vil udligne den fugt, der er i materialet eller luften på den ene og den anden side. Hygroskopiske materialer optager således fugt fra indeluften i spidsbelastninger, hvor luftfugtigheden er høj, og afgiver fugt til indeluften, når luftfugtigheden i en bygning falder. Fugten vil samtidig diffundere ind og ud gennem konstruktionen og afgives enten inde eller ude. Det betyder samtidig, at i en bygning, hvor alle byggematerialer er hygroskopiske, vil luftfugtigheden typisk stabilisere sig på et passende niveau på 40-60 %.

**Ler har mange gode egenskaber**

Leren kan optage og afgive fugt, som ofte er en udfordring i indeklimaet. Ler kan endvidere lagre varme, har fine lyddæmpende egenskaber og kan endda være med til at regulere lugte i et rum.

Livscyklusvurderingen af ler som byggemateriale er desuden ualmindelig god, da lerjord er en næsten ubegrænset ressource, der findes alle vegne, og alt spildmateriale kan genbruges. Ved nedrivning kan lerjorden gå direkte tilbage til naturen. Man kan presse lerstenene på stedet og derved reducere transporten. Arbejdsmiljøet er også godt, der er ikke problemer med, at materialet ætser huden, som kalk og cement gør.



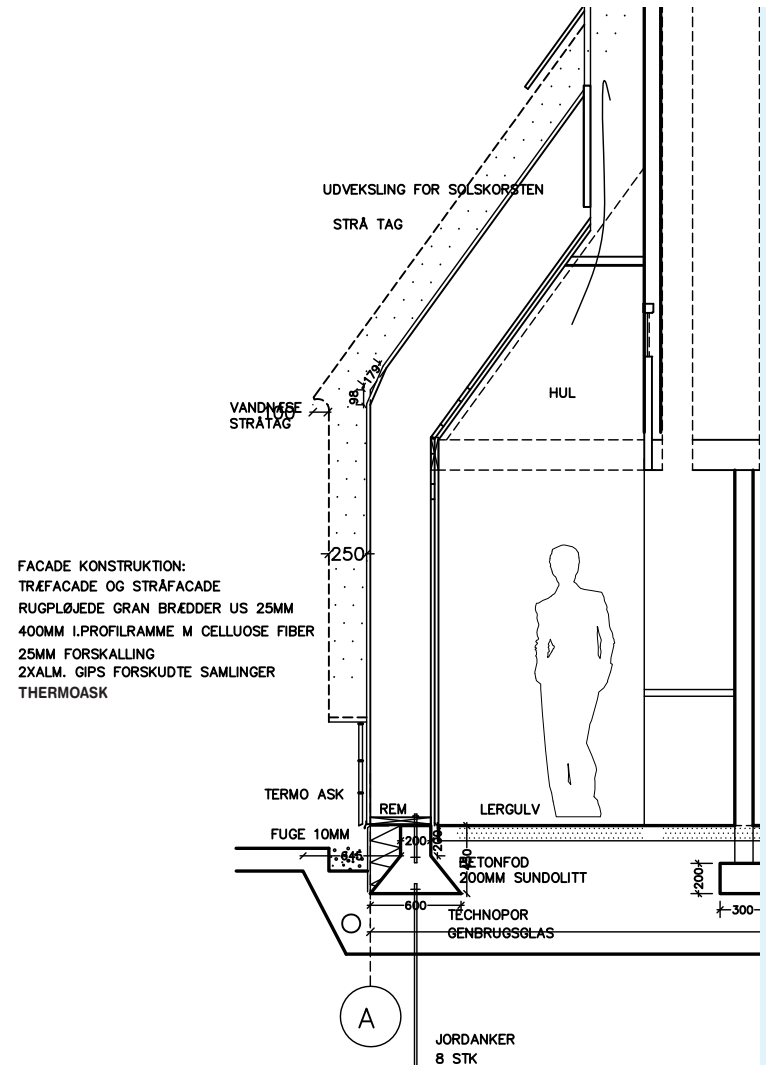
Endelig er anvendelse af ler til byggeri en meget ren proces uden tilsætningsstoffer, og energiforbruget til komprimerede lersten er i fremstillingsfasen kun 1/20 af den energi, der bruges ved fremstilling af f.eks. beton eller brændte mursten.

Opbygning af væg- og tagkonstruktion

Det Åndbare Hus er opbygget som en bærende ramme-konstruktion, hvor rammespærene er fremstillet af træfiberplader, som er isoleret indeni med bomuldsisolering. Denne konstruktion har muliggjort en åben planløsning uden bjælker på tværs. Ydervægge og tag, hvor loftet går helt til kip, er bygget op omkring dette træskelet.

Som ydervægge og tagkonstruktion er der afprøvet forskellige typer af klimaskærm. Alle typer er isoleret med enten papirisolering eller isolering af hør eller hamp (disse to materialers fugtegenskaber er stort set ens). Som tag er der valgt stråtag, og dette går nogle steder også ned og indgår i den yderste del af væggen uden på isoleringen.

På illustrationen ses, hvordan stråvæggen lægges uden på et lag af rupløjede brædder, som strået monteres tæt op mod. Konstruktionen med strå er angivet øverst. Andre steder er ydervæggen afsluttet med en træfiberplade (Homatherm) eller med et lag rupløjede brædder, hvorpå der er monteret en ydre facadebeklædning af thermoask. Konstruktionen med træfacade er angivet nederst. Her er der et mellemrum mellem pladen og beklædningen, hvor fugt fra konstruktionen kan ventileres væk.



Dette kan opsummeres som tre grundtyper af ydervægskonstruktioner:

1. Gavlene (syd og nord) er opført med stor diffusionsåbenhed ude (træfiberplader) og inde (gips/ler), og samtidig er vindspærren ude en træfiberplade på 40 mm, som er isolerende.
2. Facader med stråbeklædning er opført med stor diffusionsåbenhed inde (gips/ler), men med lille ude (rupløjet gran), men her isolerer stråene, så temperaturen på granbrædderne holdes oppe.
3. Facader beklædt med thermoask og uden strå er opført med stor diffusionsåbenhed inde (gips/ler), men med lille ude (rupløjet gran). Her bliver granbrædderne lige så kolde som udetemperaturen.

Kernen i huset er opmuret af ubrændte, pressede lersten, og i det uopvarmede glashus er der muret en lerstensvæg bag facadebrædderne uden isolering. Lersten har en god evne til at opsamle varme, og den varme, som stenene kan opsamle i løbet af dagen, bliver afgivet igen aften og nat. Dermed forøges antallet af lune timer i glashuset.



Foto: Morten Pihler

Isoleringsstykkelsen er alle steder i alt 410 mm. Hertil kommer isoleringsværdien af træfiberplade og strå. Indvendig er væggene beklædt med et lag gips og et lag lerpuds, og nogle steder med en lerplade eller to lag gips samt naturmaling.

Ingen fugtproblemer i stråtaget

Vi har foretaget måling af fugt i stråtaget, ved et målepunkt placeret ca. 1 cm over de ruopløjede brædder. Målingerne viser, at der ikke er nogen problemer med op-hobning af fugt her. Fugten følger således fugtigheden i udeklimaet med en kort forsinkelse, og med mindre ud-sving. På intet tidspunkt har luftfugtigheden ved denne måler, anbragt midt i det ca. 270 mm tykke stråtag, vist en luftfugtighed over 13 %. De fleste målinger i stråtaget har vist mellem 9 og 12 % fugt og når således aldrig op på et kritisk niveau.

Resultater fra test af fugtbevægelser

Et af de allervigtigste formål med projektet Det Åndbare Hus er at teste, hvor meget diffusion der kan ske gennem en ydervæg, hvor alle materialer er hygroskopiske, uden at der opstår problemer med fugt. Når vi interesserer os for dette, er det, fordi vi gerne vil sikre, at konstruktionen er så åben som muligt både inderst og yderst for at kunne komme af med så meget fugt som muligt via diffusion.

Testresultaterne viste, at der ikke er problemer med fugt, råd og skimmel i to af de tre ydervægskonstruktioner. Type 1, hvor forholdet mellem Z-værdier på indersiden og ydersiden af konstruktionen er ca. 1:1, og hvor ydersiden (en 40 mm Homatherm-træfiberplade) samtidig er isolerende, håndterer fugten godt.

Det samme gælder for ydervægskonstruktion type 2, hvor vi har udfordret konstruktionen. Her er forholdet ca. 1:10, dvs. at Z-værdien er ca. 10 gange højere på ydersiden af isoleringen end på indersiden, og væggen er dermed mest diffusionsåben ind imod indeklimaet. Her håndterer konstruktionen fugt godt, fordi ydersiden er yderligere isoleret med strå, og dermed holdes temperaturen i isoleringen oppe, og den relative fugtighed holdes nede.

Z-værdien angiver materialets diffusionsmodstand. Jo højere Z-værdi, jo højere diffusionsmodstand har materialet. Man kan beregne Z-værdien for den inderste og den yderste del af konstruktionen ved at lægge Z-værdien for samtlige materialer på hver side af isoleringen sammen, f.eks. maling og gipsplader på indersiden og træfiberplade på ydersiden.

Men på en del af bygningen er en tilsvarende type ydervæg afsluttet med luftspalte og træbeklædning (type 3),

og her har det givet problemer med ophobning af fugt. Dette skyldes formentlig, at det relative fugtniveau stiger, jo nærmere vi kommer ud mod den kolde vindskærm af rupløjede granbrædder. Så i dette tilfælde er det en dårlig idé med en diffusionsmodstand, der er 10 gange højere end den indvendige.

Resultaterne fra Det Åndbare Hus peger således på, at vi er på sikker grund, når vi bygger diffusionsåbne konstruktioner, der har samme diffusionsmodstand ude og inde, selvom diffusionsmodstanden er forholdsvis lav. Men også at andre faktorer spiller ind. Det overraskede os, at vi foreløbig ikke har set problemer i de områder, hvor det forholdsvis diffusionstætte granbræt er isoleret af strå.

Hvordan blev testen gennemført?

Testen i Det Åndbare Hus blev gennemført ved hjælp af en koldfordamper, der tilførte fugt i et omfang, der svarer til, at en familie på tre-fem personer bor i huset. Testen blev gennemført under forhold, hvor der ikke var nogen form for ventilation i bygningen, hvilket i praksis aldrig vil være tilfældet, og det må derfor ses som en ekstrem situation.

Der var monteret 33 målepunkter (heraf 13 i yderkanten af ydervæggen), hvor der blev målt relativ fugtighed og træfugt gennem 12 måneder. Testresultaterne viste, at der ikke er problemer med fugt, råd og skimmel på no-

gen af de 32 målepunkter, der er placeret ved ydervægs-konstruktion type 1 og 2. EVD vil dog følge også disse målepunkter fremadrettet for at kunne dokumentere, om der på sigt skulle opstå problemer.

Ved den tredje type ydervægs-konstruktion har der derimod vist sig problemer med ophobning af fugt. Der blev også påvist vækst af skimmelsvampe. Egen Vinding og Datter har nu iværksat nye forsøg med denne type ydervægs-konstruktion, hvor de "kolde" rupløjede granbrædder er erstattet af med en "kold" banevare med lav diffusionsmodstand.

Anbefalinger som følge af test

Testresultaterne viser altså, at de forskellige typer af ydervægge opfører sig forskelligt i forhold til kondens og fugt, i hvert fald når vi belaster ekstremt ved at pumpe fugt ind i en bygning uden ventilation. Dette resultat, hvor den yderste flade er kold (uisoleret), og der så opstår problemer med fugt og skimmelsvamp, når vi udsætter huset for den ret ekstreme påvirkning, er et vigtigt resultat. Resultaterne af målingerne i ydervægs-konstruktion 1 viser tydeligt, at denne konstruktion er velfungerende i forhold til fugtens bevægelse i konstruktionen.

Ud fra testresultaterne må anbefalingen være, at man skal bygge med en lav diffusionsmodstand både ude og inde for at sikre mulighed for en stor fugttransport, dog

Damp i badeværelset efter bad er en af de store kilder til fugtdannelse i huse, ikke mindst om vinteren.



uden at risikere en høj relativ fugtighed i og bag vindspærren.

Den indvendige diffusionsmodstand i ydervægskonstruktion type 2 og 3 i Det Åndbare Hus er ca. 10 gange lavere end den udvendige. Teknologisk Institut har anbefalet, jf. teknisk fælleseje, at det nærmere skal være omvendt. Dette har dog, jf. resultaterne, ikke afgørende betydning, hvis der er en udvendig isolering uden på vindspærren, som det er tilfældet i ydervægskonstruktion type 2, hvor der er et lag tagrør monteret direkte uden på de rupløjede brædder. Men i ydervægskonstruktion type 3 giver det problemer.

Omvendt viser testen, at konstruktionsprincip nr. 1 og 2 for ydervægge i Det Åndbare Hus med godt resultat kan håndtere fugt på op til 10 l/dag. Det svarer til den mængde fugt, der typisk produceres af en familie på tre-fem personer ved almindelig levevis.¹ Fugt i dette omfang kan altså passere igennem konstruktionen, uden at der opstår problemer med fugt, råd og skimmel. Dette er endog resultatet uden nogen form for ventilation.

Der er dog behov for at følge udviklingen i Det Åndbare Hus over en længere årrække for at dokumentere situationen, dels når en familie bor i huset, og der foregår

¹ Bolius: 1 person producerer 2 l fugt/dag + 2 l/dag fra aktiviteter som vask osv. – dvs. 4 l i alt. Energitjenesten: En familie på 4-5 personer producerer 8,5 l væske pr. dag. Vores konklusion: Op til 10 liter pr. dag svarer til fugtproduktion fra 3-5 personer.



almindelig ventilation gennem åbning af døre og vinduer samt brug af aftrækskanaler og ventilationsskorsten, dels ændringer over tid, f.eks. ændringer i isoleringsværdi af beklædning med elefantgræs. Der bør særligt være fokus på risikoen for fugt i de dele af facaden, der ikke er beskyttet af udvendig isolering i form af elefantgræs eller træfiberisolering. EVD ønsker således at fortsætte med målinger, herunder montering af ekstra målepunkter i disse dele af konstruktionen.

Den diffusionsåbne væg

De gode resultater af ydervægstype 1 og 2 efter 12 måneders test bekræfter Egen Vinding og Datters erfaring fra en række byggerier med diffusionsåbne konstruktioner, hvor fugtbalancen i bygninger bygget efter diffusionsåbne principper har resulteret i godt indeklima. Resultatet af ydervægstype 3 peger dog på, at man skal overveje nøje, hvordan væggen bygges op, så man undgår kondens ved en kold vindspærre. Egen Vinding og Datters tese om, at man ved at bygge med diffusionsåbne konstruktioner kan spare omkostninger til anlæg og drift af mekanisk ventilation og sikre et bedre indeklima med naturlig ventilation, er således blevet bekræftet hvad angår behov for ventilation af hensyn til fugt. Dette mener vi kan have store perspektiver for fremtidens byggeri.

Konstruktiv tæthed

Man kan med brug af sådanne diffusionsåbne konstruktioner og hygroskopiske materialer opnå, at et hus bliver

både åndbart (diffusionsåbent) og samtidig vindtæt (tæt for konvektion). Målinger (Blowerdoor-test) fra efteråret 2016 viser, at tætheden i Det Åndbare Hus er på 0,8 l/s pr. m² og dermed overholder kravet i BR 2018.

Tætheden i Det Åndbare Hus er sikret uden brug af fugemasse, idet ønsket var at undgå/minimere afgang af skadelige kemiske stoffer. I stedet er der opnået en god tæthed ved at montere gipspladerne forskudt, og hjørnesamlinger er dækket med en plaststrimmel, der monteres mellem de to lag gips. Træfiberpladen og papirisoleringen har også en tæthed, der bidrager til, at væggen bliver vindtæt. Der er således ikke behov for yderligere vindbremse. Ved gennembrydningerne er tætheden uden sikret med særligt tætte kontakter. Derved er risiko for afgang af kemiske stoffer fra fugemasser undgået. Der er dog brugt fugemasse i meget begrænset omfang til glasskorstenen. Derfor er denne opbygget således, at afgang foregår til udeluften.

Naturlig ventilation

Et åndbart hus har altså mindre behov for ventilation til håndtering af fugt, idet test af fugtbevægelserne i Det Åndbare Hus viser, at fugt i størrelsesordenen op til 10 l/dag kan flyttes via diffusion gennem konstruktionen. Det betyder, at diffusionsåbne konstruktioner kan bidrage til at mindske behovet for ventilation. Der vil dog også være behov for ventilation for at sikre en passende ilt/CO₂-ba-



Øverst i sol-skorstenen er der monteret en opdriftsforstærker, som uden el kan øge suget ud af huset, samt et tagvindue, der kan åbnes med en fjernbetjening, hvis det bliver for varmt.

lance samt bortledning af afgangninger og akutte lugte fra køkken, toilet m.m. Det præcise behov for ventilation vil da afhænge af materialevalg, valg af indbo og adfærd.

Ventilation i Det Åndbare Hus sker naturligt (termisk opdrift). Som supplement til den diffusion, der sker gennem ydervægs- og tagkonstruktionen, foregår ventilationen også via ventilationsskorstenen og flere ventilationsvinduer. Begge steder opvarmes den friske luft på vej ind i bygningen, hvorved der spares energi. Aftrækskanaler fra køkken og bad føres gennem ventilationsskorstenen og bidrager til at opvarme den friske luft, der trækkes ind her. Herudover foretages almindelig udluftning via åbning af døre og vinduer. Der er således ikke behov for aktiv mekanisk (forceret) ventilation i Det Åndbare Hus. Derved undgås samtidig problemer med vedligeholdelse, støj m.v. og spares strøm.

Solskorstenen bidrager til både ventilation og lys

Ventilationsskorstenen består af en skorsten muret op i pressede ubrændte lersten, placeret midt i huset. Herfra føres ventilation fra bad og køkken gennem en kanal fra stueetagen gennem første sal og op over taget. Fra første sal og til toppen af skorstenen over tag er der sat en glasskorsten uden på den lerstensmurede kanal. Inde i kanalen er der fire rør – to til udluftning og to til at trække frisk luft ind igen. Luften bliver derved opvarmet lidt på vej ind gennem skorstenen.

På toppen af skorstenen er monteret en luftforstærker, der kan øge trækket i skorstenen. Ved sin opdrift trækker den luft ud af huset (uden el), når det er nødvendigt. Glasskorstenen giver samtidig lys ned midt i rummet på samme måde som og alligevel forskelligt fra et ovenlysvindue.

Ventilationsvinduet opvarmer og renser

Flere af vinduerne i Det Åndbare Hus er af typen ventilationsvindue, som EVD Vinduesfabrik netop har sat i produktion. Vinduet består af to koblete rammer med energiruder, hvorimellem en smal spalte lader kold udeluft passere fra bunden af rammerne op mellem ruderne og ind ad en temperaturstyret ventil. Herved opvarmes indtagsluften, inden den passerer gennem to partikelfiltre og ind i bygningen som frisk luft. I overophedningssituationer kan ventilen facilitere, at drivtrykket fra den opvarmede luft kan trække overopvarmet luft ud af bygningen og erstatte den med køligere. Ventilationsvinduet's soldrevne funktion kan dermed være central i et naturligt og sundt indeklima med sæsontilpasset funktion. Ventilationsvinduet sørger for frisk luft, samtidig med at det holder støj ude, på samme niveau som hvis vinduet var lukket.

Stråtaget

I researchen efter et godt tagmateriale har Egen Vinding og Datter foretaget en miljøscreening af bl.a. stålpladetag, tegl, diverse tagmembraner som f.eks. tagpap samt

strå. Konklusionen var, at stråtag er et godt og oplagt valg. Strå har gode egenskaber i en åndbar konstruktion, fordi det tillader, at udeluften strømmer igennem taget og ventilerer til det fri. Det er samtidig hygroskopisk, og stråtag såvel som stråvægge bidrager til en rigtig flot arkitektur, der giver huset karakter.

I projektet har vi testet en ny konstruktionsmåde, der kan bidrage til at løse de problemer, der tidligere har været med stråtage, i form af brandrisici og risiko for fugt og heraf følgende råd og svamp. Opbygningen af vægkonstruktionen er beskrevet ovenfor, og tagkonstruktionen er helt tilsvarende: Strået skrues på et undertag af rupløjede brædder. Strået skal slutte helt tæt til undertaget for at undgå tilstedeværelse af ilt. Brædderne bliver monteret på en trækonstruktion, der rummer 410 mm isolering (papir, hør eller hamp), og som indvendig afslutning sættes to lag gips.

Vi er blevet gjort opmærksomme på, at der er eksempler på nedsat levetid på stråtage monteret direkte på undertag. I disse tilfælde er der dog brugt mineralsk isolering og uorganisk undertag, som ikke kan håndtere fugt. I vores tagopbygning anvender vi hygroskopiske materialer i hele konstruktionen. Derfor forventer vi ikke nedsat levetid. Men da det er første gang, det bliver udført på denne måde, vil vi selvfølgelig følge det meget nøje.

En LCA har vist, at stråtaget er det mest klimavenlige tag af alle. Miscanthus, som er en art elefantgræs, har vist sig meget lovende til stråtag.

Det elefantgræs, vi har brugt til Det Åndbare Hus, er dyrket på en mark i Fuglebjerg, så det er produceret meget lokalt. Ved at vælge tækkemiscanthus som tagmateriale opnår vi en win-win-win-situation: Vi får et optimalt tagmateriale, dyrkning af miscanthus er med til at sikre vores grundvand og er i det hele taget skånsomt for miljøet – og vi bidrager til at skabe lokale arbejdspladser, både ved dyrkning af elefantgræs og ved tækkearbejdet, der jo nødvendigvis må udføres lokalt.

Dansk Brandteknisk Institut har gennemført nye brandtest, hvor stråtag tækket direkte på et undertag af plader og stråtag brandsikret med glasfiberdugen Sepatec har vist meget tilfredsstillende resultater. Testen har medført en halvering af afstandskravet mellem stråtækkede bygninger til fem meter, hvis taget er brandsikret på en af de to testede og godkendte måder.

I Det Åndbare Hus er vi gået skridtet videre og bruger rupløjede brædder, der ligeledes har en brandreducerende funktion, der dog p.t. ikke er testet. Brædderne er valgt, fordi de i modsætning til de løsninger, der er testet, kan transportere fugten ud gennem konstruktionen.





Caroline med sønnen Rikard og manden, Sune, alle med efternavnene Nors Glad.

Familien flytter ind

Her er fortællingen om den familie, der har boet i huset i mere end et år.

Sune og Caroline Nors Glad på 34 og 30 år har sammen med Rikard Nors Glad på fire år boet i Det Åndbare Hus siden maj 2018. De har været glade for at være en del af projektet og flytter nu – 1. august 2019 – til eget hus i en landsby i Sydvestsjælland.

Her drømmer de om at lægge det stråtag på huset, som det engang var født med. Begge er nemlig kommet til at holde af dette naturlige tag. Caroline er vokset op i et hus med strå på taget, og hverken hun eller Sune har de fordomme om taget mht. brandfare og andet, som mange andre har.

Begge er uddannede lærere og har arbejdet i Tårnby Kommune indtil nu. Her boede de i en lejlighed, inden de flyttede ind i Det Åndbare Hus. Til august flytter familien igen. Sune har fået nyt job på en skole tæt på den nye bolig, Caroline er gravid og ønsker også at få et lokalt job, når barslen er ovre.

De vil gerne bo i cykelafstand fra deres job og derved undgå at være afhængige af biler, for det har indimellem været lidt drøjt at pendle fra Det Åndbare Hus lidt uden for Ringsted til Tårnby hver eneste dag – og have Rikard med på turen. Han har indtil nu bevaret sin institution i Tårnby.

Trætte af beton

Det har hele tiden være meningen, at de kun skulle bo i Det Åndbare Hus et års tid, for huset er endnu ikke godkendt som varig beboelse. Det har været en del af hele forsøgsprojektet at afprøve husets åndbarhed, når der boede mennesker i det. Det første år blev der målt på damp, der blev blæst ind i huset, svarende til fugtproduktionen fra en familie på fire.



Nu er der målt på fugtighedsvandring, i de snart 14 måneder den lille familie har boet der, lavet mad, gået i bad, tørret tøj, til tider inden døre – og i det hele taget levet et normalt liv med den heraf følgende fugtighed, som vi alle afgiver, ikke mindst om vinteren, når vinduer og døre er lukkede.

Sune og Caroline var begge blevet rigtig trætte af at bo i betonlejligheder med dårligt indeklima – alt for varmt om sommeren og med tør og indelukket luft, som var svær at slippe af med på trods af udluftning. Flystøj fra Kastrup Lufthavn var også trættende, så da Caroline tilfældigt hørte om muligheden for at bo i et bæredygtigt testhus, og at der blev søgt efter en helt almindelig familie, tog det dem ikke lang tid at tage beslutningen om at søge. Det løste i ét hug deres samlede boligønsker nemt og ikke mindst hurtigt og endda til en overkommelig pris. De kan godt lide at prøve nye ting af og vil gerne leve mere bæredygtigt. Så projektet passede lige til dem.

”Det var mest i starten, vi lagde mærke til det behagelige indeklima – nu er det jo blevet det normale for os”, siger Caroline. ”Men vi mærker det virkelig, når vi besøger andre, der bor i betonbyggeri”, føjer Sune til. ”Efter at have boet 12 år i betonlejligheder har jeg bare ikke lyst til at komme tilbage til sådan én”.



Tolerance rykket

"Vores tolerance er blevet rykket – før var vi bare vant til tung og varm luft. Selv om vi ikke kunne lide det, så var der ikke rigtig noget alternativ andet end at gå ud".

Selv om der har været mange besøgende, herunder også pressefolk, så har parret på ingen måde fortrudt, at de valgte at bo i Det Åndbare Hus. De tænker f.eks. med et smil tilbage på, da de var på besøg i "Godaften Danmark" for at fortælle om livet som testfamilie.

"En ting, vi virkelig kommer til at savne herfra, er lyset og den fine udsigt til træer og marker. De store vinduer som giver godt lys og alligevel ikke fører til overopvarmning, det kommer vi til at savne", siger Sune. "I nogle nyere byggerier med store vinduer har jeg været nødt til at have solbriller på indenfor for at holde lyset ud", supplerer Caroline og føjer til:

"Det er, som om årstiderne er længere i dette hus – alt det lys, der strømmer ind også i vinterperioden – det betyder faktisk, at vi slet ikke har oplevet det kedelige vintermørke, som vi normalt er rigtig trætte af".

Stråtag ser godt ud

Stråtaget er et andet markant træk ved huset, som parret Nors Glad begge sætter pris på. Så meget, at de vil lægge stråtag på det hus, de har købt, et ældre landsbyhus fra

1900-tallet, der – som så mange andre huse – dengang havde stråtag, som siden er skiftet ud med fast tag.


"Flere, vi kender, har sagt, at stråtag er dyrt og besværligt, og rummer en brandfare ved f.eks. fyrværkeri", siger Sune. "Men sådan er det heldigvis ikke mere, for brandsikring har jo vist sig effektiv, og et stråtag både fungerer og ser virkelig godt ud.

Derfor har vi talt om, at vi på sigt gerne vil genetablere stråtaget på det hus, vi lige har købt. Det bliver ikke lige med det samme, så vi kan nå at undersøge det nærmere. Stråtaget er ikke et must, men det er noget, som vi gerne vil – og som vi ikke havde tænkt over tidligere".

Caroline:

"En anden erfaring, vi tager med os herfra, er om maling – når vi skal male, så ved vi nu, at det er let at vælge et godt alternativ til plastmaling. De hvide vægge med naturmaling fungerer rigtig godt. Faktisk er der rigtig mange opmærksomhedspunkter, vi nu tager med os videre i vores nye job som husejere".





Eksempel på et moderne,
tækket fritidshus i første række
ved stranden i Aarhus Syd,
tegnet af Loop Arkitekter.

Stråtag – i dag og i fremtiden

Hvis det ambitiøse mål om at reducere Danmarks CO₂-udledning med 70 % inden 2030 skal nåes, skal byggeriet omstilles og være langt mere bæredygtigt. Stråtag er en oplagt, klimavenlig tagløsning i den proces.

Det er dokumenteret, bl.a. i en livscyklusanalyse, at stråtag er det mest klimavenlige af alle. Årsagen er de planter, der bruges til stråtag, fordi de bruger kvælstof under væksten, optager CO₂ fra luften og giver ilt tilbage. Selv når stråene hentes til Danmark fra Kina er stråtaget mere klimavenligt end tegtaget.

I dag importeres langt det meste materiale til stråtag fra lande som Kina, Polen, de baltiske lande, Ungarn, Rumænien og Tyrkiet. Det er klart, at transporten belaster klimaet, så på sigt ville det være hensigtsmæssigt – og miljørigtigt – at flest mulige materialer til stråtaget produceres i Danmark.

Tagrør er den absolut mest anvendte plante til stråtag. Den vokser i vådområder, langs søer og vandløb, i kanten

af fjorde og andre steder, hvor der er fugtigt og jævnlige oversvømmet. I takt med, at vådområder forsvandt og i kraft af dræning og afvandingsprojekter overgik til landbrugsjord, blev der mindre arealer med tagrør.

Nu går udviklingen den anden vej: Pga. klimakrisen og de nyeste, ambitiøse mål for reduktion af CO₂ udslip i Danmark, er der fokus på at genskabe de naturlige vådområder, herunder moser og lavbundsområder, fordi der herfra udledes omkring 10 procent af landbrugets CO₂-belastning, svarende faktisk til hele 3 procent af hele Danmarks udledning af CO₂.

Hvis disse vådområder, søer og vandhuller genskabes, vil der automatisk komme store tagrørsskove, som man kalder dem. Og man vil kunne fremme produktionen af

disse højværdiafgrøder ved at udplante særlige kloner af planten, egnet til tækning.

Red grundvandet

Sideløbende hermed ville det miljømæssigt være en stor gevinst at dyrke den særlige art elefantgræs, der bruges til tækning, miscanthus. Brugen af miscanthus til stråtag er i dag under 1 procent af det samlede materialeforbrug, men hvis der for alvor skal gøres noget for at sikre vores grundvand imod nedsvivende sprøjtegifte, så er dyrkning af miscanthus en oplagt mulighed.

Planten er lige så hurtigt voksende som tagrør, dvs. vokser fra 0 til ca. 200 centimeter på få måneder. Den optager CO₂ under væksten, afgiver ilt og kan dyrkes uden brug af sprøjtemidler. I modsætning til tagrør vokser miscanthus bedst på helt almindelig landbrugsjord, som typisk er den type jord, der ligger hvor vores drikkevand bliver hentet. I disse sårbare områder, hvor grundvandet dannes, er der en øget fokus på at lave beskyttelses-zoner, i hvilke der ikke må anvendes sprøjtemidler.

Et stort projekt, som beskrives på de følgende sider i denne bog, har vist, at der er god økonomi i at dyrke tækkemiscanthus, der er oplagte klima- og miljøgevinster – og ovenikøbet er disse marker gode for den vilde flora og fauna, fordi de høje planter står vinteren over og først høstes i foråret, typisk i løbet af april måned.

Det betyder, at insekter, fugle, vildt og andre dyr har en biotop, et ly- og læsted om vinteren, hvor der ellers normalt ingen høje planter er på de 2/3 af Danmarks areal, der er opdyrket landbrugsjord.

Så, der er flere argumenter for at øge de arealer, hvorpå der dyrkes miscanthus til stråtage.

Den store hindring for mere tækkemiscanthus er, at det koster rigtig mange penge at etablere marken, fordi der skal opdyrkes ca. 28.000 små udplantningsplanter pr. hektar. Disse "plugs", små planter på 5 – 7 centimeters højde, kan ikke sås på marken med godt resultat, men skal udplantes. Det koster.

En række økonomiske virkemidler skal tages i anvendelse, hvis Danmark skal bringes op i den internationale klima-elite. Herunder også tilskud til miljø- og klimavenlig produktion, f.eks. af planter, som efterfølgende kan bruges i byggeriet, helt på linje med træ. Højværdiafgrøder, som de også kaldes. Strå til stråtage er et godt bud på sådanne.



Høst af tagrør i naturområdet Vejlerne ved Limfjorden.

Danmarks bedst etablerede miscanthusmark ligger ved Låsby, vest for Aarhus.
Det blev her bevist, at en mark kan etableres uden brug af sprøjtemidler.



Miscanthus redder grundvand

Opsummering fra 25 års erfaring med denne miljøvenlige afgrøde samt anbefalinger for fremtidig indsats.

Tækkemiscanthus er en særlig art elefantgræs, som blev hentet til Danmark i 1995 af Statens Planteavlsvforsøg i Foulum, fordi tækkebranchen havde vist interesse i at opformere og dyrke et dansk kvalitetsmateriale som supplement til både importerede og danske tagrør.

Planterne har vist sig overlevelsedygtige og dyrknings-egne. De ældste marker fra 1995 er stadig ikke lagt om. Der er således tale om en velafprøvet afgrøde. I dag gror der elefantgræs til tækning på omkring 60 hektar, hovedsagelig på Lolland og Sjælland.

Udviklingen og udbredelsen af tækkemiscanthus var omkring 2010-11 stagneret, samtidig med at afgrødens kvalitet som tækkemateriale efterhånden var anerkendt blandt mange tækkemænd. Den øgede fokus på miljø og bæredygtigt byggeri førte til, at tækkemændenes branchekontor, Straatagets Kontor og SEGES (daværende Vi-

denscenter for Landbrug) i 2013 søgte og fik penge hos Miljøstyrelsen og Foreningen PlanDanmark til at gennemføre et udviklings- og dokumentationsprojekt med det formål at fremme udbredelsen af denne højværdiafgrøde. Det blev til et større samarbejde, som bl.a. også omfattede Aarhus Universitet og Teknologisk Institut, ud over SEGES og Straatagets Kontor.



Projekt blev døbt "Naturens eget Stråtag" og havde disse mål:

1. Via praksis og målinger af udvaskning at dokumentere plantens positive miljøprofil, både hvad angår dyrkning uden brug af pesticider og hvad angår meget ringe udvaskning af kvælstof. Dermed påvise, at tækkemiscanthus med fordel kan anvendes til grundvandsbeskyttelse som supplement til skovrejsning, dyrkning af pil – et konkret bud på agro forestry.
2. Via udvikling af dyrkningsmetoder samt forbedring af høstmaskine at medvirke til en bedre økonomi ved dyrkning af denne, for mange landmænd helt ukendte, plante. Økonomien er i udgangspunktet mindst lige så god som at dyrke vinterhvede, men etableringen er meget dyr, ca. 100.000 kr. pr. hektar for miscanthusplanter. Plus etablering og renholdelse af afgrøden. Det medfører en negativ driftsøkonomi i de første 10 – 12 år.
3. At medvirke til at skabe et etableret hjemmemarked som udgangspunkt for eksport af dette miljøvenlige høj kvalitets-materiale til stråtag.
4. At højne tækkematerialets kvalitet samt til gavn for stråtages levetid og dermed medvirke til en øget markedsandel for dette miljø- og klimavenlige tag.

Projektet gik i gang i det tidlige 2014 og varede til slutningen af 2017.

HOVEDRESULTATER

Projektet har skabt dokumentation for en række nye, væsentlige resultater:

- Tækkemiscanthus kan efter etablering dyrkes uden brug af kemi
- Der er i praksis ingen udvaskning af nitrat fra marker med denne afgrøde
- Der dannes lige så meget grundvand under miscanthusmarker som under marker med vedvarende græs
- Udbyttet er allerede i 2. høstår højere end hidtil antaget, når marken er veletableret fra begyndelsen
- En eksportforretning inden for denne niche er en realistisk mulighed.

Vigtigste resultat

Det vigtigste resultat – **at det er muligt at etablere og renholde tækkemiscanthus, udelukkende ved anvendelse af mekanisk ukrudtsbekæmpelse** – er en forudsætning for, at denne plante vil kunne finde udbredelse i vandindvindingsområder som erstatning for eller supplement til skovrejsning og/eller agro forestry.

Det var ikke dokumenteret tidligere, at det faktisk er muligt at dyrke tækkemiscanthus uden brug af sprøjtemidler, endog med et godt resultat.



Miscanthus vokser hurtigt i takt med, at varmen kommer i maj.



Miscanthus bliver omkring to meter højt og høstes typisk i april måned. Hermed er disse marker blandt de få, der giver ly og læ for faunaen i vinterhalvåret.



Der skal 28.000 af disse planter til en hektar med tækkemiscanthus.



Den veletablerede mark ved Låsby.

Projektet har vist, at det er vigtigt, at miscanthus'en bliver etableret som en god, konkurrencedygtig afgrøde. Derfor skal der radrenses intensivt, og der skal foretages manuel hakning i selve rækkerne - i det første år. Samtidig er det vigtigt i første dyrkningsår at fylde rækkerne ud med manglende planter i august eller september. Disse tages fra de yderste rækker. At gøre det senere giver vanskeligheder, fordi der så skal plantes små planter inde imellem høje planter, og der er hård konkurrence om lys og vand.

I andet dyrknings år fortsættes der med rækkefræsning samt hakning i selve rækkerne. I det 3. dyrkningsår kan afgrøden normalt klare sig selv, fordi de blade, planterne smider i tidlig vinter virker som direkte ukrudtsbekæmpelse.

Mht. nitratudvaskning til grundvandet har Aarhus Universitets målinger af udvaskningen fra den først etablerede mark i projektet (etableret i 2014) vist, at planterne bruger al tilført kvælstof, så der er en meget minimal udvaskning.

Målinger og beregninger fra Aarhus Universitet har desuden påvist, at planternes vandforbrug fra marker med tækkemiscanthus svarer til vandforbruget på marker med vedvarende kløvergræs. Det betyder, at der under marker med tækkemiscanthus sker en opbygning af grundvandsreservoiret i modsætning til f.eks. pilemarker,



hvor planterne bruger så meget vand, at der ikke sker en opbygning af grundvandsreservoiret under pilemarken.

Pænt udbytte

Som et meget væsentligt resultat har projektet påvist i praksis, at en veletableret mark allerede i 2. høstår giver et ganske pænt udbytte og materialer af en meget høj kvalitet. Høstår 3 (2017) viste overraskende flotte udbytter af høj kvalitet på den mark, der blev etableret i 2014. I kraft af, at projektet har trukket på al tilgængelig viden i ind- og udland – og i kraft af en meget dygtig maskinstation – er det via projektet påvist, at de hidtidige kalkuler for dækningsbidrag var for pessimistiske.

Allerede i høstår 3 var der mere end tre gange så mange bundter som forudsat i den af SEGES i 2014 udarbejdede kalkule for dækningsbidrag, som var baseret på høstresultater fra eksisterende avlere. Der er således begrundet forventning om, at man fra 3. år kan forvente et høst-udbytte på 1.400 salgsklare bundter, som kan sælges til 23 – 25 kr./bundt = en omsætning pr. hektar på omkring 32.000 kr.

Dette resultat kan få stor betydning som beslutningsgrundlag for kommende avlere, uanset om disse er landmænd, vandværker eller andre offentlige jordbesiddere. Et yderligere resultat er, at der er indledt en eksport af færdigproducerede materialer til tækkemænd (til Tysk-

land og Japan). Det forventes desuden, at der vil kunne eksporteres maskiner til producenter af tækkemiscanthus. Foreløbig har Japans største tækkedevirksomhed bestilt en maskine, som forventes leveret i 2019, når den er færdigudviklet i forlængelse af maskinudviklingen i regi af dette projekt.

FORHINDRINGER

Oprindeligt var målet at få etableret op imod 100 hektar nye marker med tækkemiscanthus i Danmark i løbet af projektperioden på 4 år. En væsentlig grund til denne forhåbning var, at Aarhus kommune havde besluttet at ville forbyde brug af sprøjtegifte i kommunens grundvandsområder, som udgør omtrent 1/3 af alt landbrugsareal i Aarhus kommune (disse sårbare indvindingsområder for drikkevand udgør et areal på omkring 7.000 hektar).

Aarhus Vand, forsyningsselskabet i kommunen, prøvede med økonomisk kompensation at lave frivillige aftaler med landmænd i drikkevandsområderne om at standse sprøjtning. Projekt "Naturens eget Stråtag" havde optimistisk forudsat, at en stor del af disse landmænd ville finde dyrkning af tækkemiscanthus interessant, også fordi de kunne nedbringe etableringsomkostningerne i kraft af kompensationen fra Aarhus Vand.

Sådan skulle det imidlertid ikke komme til at gå.



Allerede andet år var det godt udbytte på forsøgsmarken ved Låsby. Bemærk dronen i luften, som blev betjent af en fotograf fra TV 2 Østjylland, der bragte indslag fra høstdagen.

Landbrug og Fødevarer, landbrugserhvervets interesseorganisation, frarådede – efter at dette projekt var gået i gang – både skriftligt og mundtligt sine medlemmer i Aarhus Kommunes første indsatsområde, Beder, at indgå frivillige aftaler om ophør med brug af pesticider. Dette medførte, at kun én af de umiddelbart interesserede jordbrugere i indsatsområdet valgte at plante tækkemiscanthus – på et meget lille areal.

Derfor ændrede projektet fokus til at finde interesserede landmænd uden for Aarhus kommunes områder for drikkevandsbeskyttelse. Det tog tid, og da det lykkedes, kunne der ikke skaffes tilstrækkeligt med udplantningsplanter. Forsøg med andre former for etablering, såkaldte barrodsplanter og frøsåning faldt ikke helt heldigt ud. På baggrund af disse forhindringer lykkedes det i projektperioden kun at få tre landmænd til at etablere i alt 3,8 hektar med tækkemiscanthus. Siden er flere dog fuldt efter, og projektet har i den grad haft sin berettigelse, fordi der nu er dokumentation af, hvordan markerne bedste etableres, at det kan gøres uden brug af sprøjtemidler, og at udbyttet endog kan blive bedre end hidtidig praksis har vist.

Markedet er modent

Alt i alt er markedet for anvendelse af dette materiale med den positive miljøprofil til stede og voksende. På det seneste er det blevet mærkbart, at interessen for at

bruge strå på nybyggeri er øget pga. den stigende miljøbevidsthed hos forbrugere, bygherrer og arkitekter. Et fortsat stigende antal tækkemænd har prøvet miscanthus i praksis, og der lyder enstemmig ros fra dem, der har prøvet at tække et tag med dette materiale.

Den fordobling af årligt tækkede kvadratmeter, hollænderne har præsteret, har tækkebranchen herhjemme også sat sig som mål. Det øgede fokus på bæredygtighed i byggeriet og det faktum, at byggeriet på verdensplan tegner sig for en meget stor del af klodens forbrug af materialer, med deraf følgende miljøbelastning, ser ud til at give tækkebranchen en håndsrækning for at nå målet om at fordoble det årligt tækkede areal.

Det øgede fokus på klimaproblemer og grundvandsbeskyttelse er også godt for efterspørgslen på tækkemiscanthus. Materialet er nemlig på linje med tagrør det mest klimavenlige, der kan bruges til tag, og samtidig er miscanthus en god afgrøde i sårbare grundvandsområder.

En stor udfordring

Den største barriere for at få mere af denne høvjær diafgrøde med den positive miljøprofil til at vokse på danske marker er prisen for etablering. Det koster omkring 100.000 at etablere en hektar med tækkemiscanthus.

Til gengæld er udsigten til et særdeles højt dækningsbidrag, altså fortjeneste, ganske god. Ifølge erfaringer i det selskab, der har samlet langt de fleste avlere, Miscanthus.dk A/S, så er et dækningsbidrag på omkring 20.000 kr. pr. hektar realistisk, allerede i tredje høstår.

En likviditetsanalyse, udarbejdet af SEGES, har vist, at investeringen er tjent hjem efter 10-12 år og at afgrøden har et dækningsbidrag som minimum er på niveau med vinterhvede set hen over en 20-årig periode. Denne analyse har indlagt en række forsigtighedsprincipper. Anderledes positiv er beregninger med udgangspunkt i mange års erfaring fra Miscanthus.dk A/S

Billigere høst og rensning af bundter

En måde at forbedre økonomien i dyrkning af tækkemiscanthus ville være at reducere omkostningerne til høst og rensning af bundterne. Kun tre mennesker i Danmark har erfaring med denne proces, og projektet har været i kontakt med dem alle tre. Ingen af dem har løst det grundlæggende problem: At høst med efterfølgende rensning og endnu en bundtning af negene er arbejdskrævende og dermed en væsentlig del af slutprisen.

Tækkemiscanthus er en flerårig afgrøde, som høstes hvert år, når marken er veletableret efter to eller tre år. På den veletablerede mark vil høsten herefter være eneste aktivitet og dermed omkostning i minimum 20 år

frem, formentlig mere. Der høstes med en modificeret tagrørs-høstmaskine, som binder i neg. Disse er ikke rensede for blade og knækkede strå.

Derfor skal høstbundterne efterfølgende skilles ad, køres gennem en rensmaskine og bundtes på ny. En stor del af denne proces er manuel og dermed omkostningstung. Der har været arbejdet ihærdigt på at bygge en optimeret høstmaskine, så høst og rensning foretages i en arbejdsgang. Dette vil billiggøre produktionen. Meget tyder på, at det inden længe lykkes at få en sådan maskine til at fungere i Danmark. (Se i øvrigt sidste kapitel, "Tækkemanden bag Taget").

En spændende forsøgsmark

I juni 2014 blev projektets første mark etableret hos landmand Carl Ejner Baastrup i Låsby vest for Aarhus. I alt 1,6 hektar blev tilplantet, fordelt på to marker: På den ene er der anvendt godkendte pesticider til ukrudtsbekæmpelse, på den anden er der udelukkende brugt mekanisk bekæmpelse af ukrudt – i en kombination mellem hakning, radrensning, strigling samt fræsning.

Samtidig er der under den ene af de to marker udlagt såkaldte sugeceller af Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, for at få målinger af udvaskning af næringsstoffer fra marken.

Udplantning af miscanthus på godset Julianelyst vest for Horsens.
Her var det skytten, der så nye muligheder for
vildtet om vinteren i en mark med miscanthus.



Måling af NITRAT

Aarhus Universitet har gravet såkaldte sugeceller ned under forsøgsmarken i Låsby for at kunne måle udvaskning af kvælstof fra marken med tækkemiscanthus. Udvasket kvælstof bliver til nitrat i drikkevandet, og det er vigtigt, at en landbrugsproduktion ikke skaber forhøjet nitrat i grundvandet. Samtidig er der målt på og beregnet, at der dannes tilstrækkeligt med grundvand på marker med miscanthus. F.eks. pil bruger stort set alt vand til at vokse og dermed dannes der meget lidt grundvand under en mark med pil.

Konklusioner fra universitets målinger:

- Elefantgræs bruger typisk 2-3 år på at udtømme jordens tilgængelige kvælstofpulje, således at nitratkoncentrationerne under rodzonen falder til under drikkevandskravet.
- I denne periode vil det sjældent være gavnligt at gøde med kvælstof, da det primært vil gavne ukrudtsvæksten og kan føre til øget nitratudvaskning.
- Nitratudvaskningen i etableringsåret kan reduceres ved såning af en fangafrøde (som vil dræbes af frost om vinteren) imellem rækkerne af elefantgræs. Tækkemiscanthus plantes dog tæt, og hvis de etableres så hurtigt som det skete i Låsby, vil det næppe være nødvendigt med en fangafrøde.



Her nedgraves såkaldte sugeceller til måling af nitratindhold i vandet under en mark med miscanthus.



To fine eksempler på tage, tækket med miscanthus.



En busfuld land- og tækkemænd besigtiger miscanthus på Aarhus Universitets forsøgsmarker ved Foulum.

- På trods af utilsigtet høj N-gødsning i etableringsåret fandtes ikke meget høje nitratkoncentrationer under tækkemiscanthus ved Låsby, og efter 2. vinter faldt koncentrationerne til under WHO's drikkevandskrav.
- Elefantgræs ved Låsby må formodes at fortsætte med at have lave koncentrationer af nitrat under rodzonen i de kommende år, hvis der undlades N-gødsning eller nøjes med moderat tilførsel ca. svarende til bortførslen ved høst (i 2017 ca. 40 kg N/ha).

Evidente miljøfordele

Projektet har påvist, at der er evidente miljøfordele ved at dyrke tækkemiscanthus frem for konventionel kornavl. Det er helt klart forventningen, at efterspørgsel efter byggematerialer, der kan dokumentere miljøpåvirkningen, vil stige de kommende år. Det er derfor også forventningen, at efterspørgslen efter stråtag vil stige som følge af øget miljøbevidsthed. Tækkebranchen er godt i gang med at rydde barrierer af vejen og har dokumentation for miljøfordelene i kraft af en livscyklusanalyse samt en EPD, en miljøvaredeklaration.

Derfor kan det med stor sikkerhed konkluderes, at efterspørgslen efter et kvalitetsprodukt med indlysende miljøfordele som tækkemiscanthus vil stige de kommende 10 år.

SLUTANBEFALINGER

Det ville være en meget stor fordel, hvis en række landmænd inden for et begrænset område, f.eks. en køreafstand på maks. 30 - 50 km., etablerede marker med tækkemiscanthus. Det ville både reducere transportomkostningerne og skabe mulighed for samarbejde om investering i høst- og rensemaskine.

Der er ingen tvivl om, at der ville kunne dokumenteres en endnu bedre økonomi i dyrkning af tækkemiscanthus, hvis der blev etableret et areal på min. 50, gerne 100 hektar inden for en radius af f.eks. 30 - 50 kilometer. I første omgang – som et pilotprojekt – kunne det ske på foranledning af og med økonomisk tilskud fra vandværker. Eller det kunne ske via jordopkøb og jordfordeling, som både Aalborg og Viborg kommuner har gennemført i tilknytning til grundvandsbeskyttelse. Og/eller med tilskud fra vandværker til at stoppe brug af sprøjtemidler, som det kommunale vandforsyningselskab Aarhus Vand har praktiseret det.

100 hektar ville give så stor en produktion, at det ville kunne betale sig at investere i en høstmaskine (uanset om dette gøres af en maskinstation eller af en række landmænd).

Et sådant areal ville give varierede slutprodukter i form af bundter med strå i varierende højder og tykkelser, som

er et krav mange tækkemænd efterhånden stiller til leverancen af materialer, fordi der bruges forskellige bundter til tækningen, afhængig af opgaven.

Et storskala-forsøg ville kunne gøre brug af mange af resultaterne fra Projekt naturens eget Stråtag, ikke mindst fra den yderst vellykkede mark ved Låsby, som af alle med kendskab til denne nicheproduktion karakteriseres som "Danmarks bedst etablerede mark med tækkemiscanthus". Fra denne mark ved vi nu, hvordan en sådan mark renholdes mekanisk, hvad det koster, og at resultatet er lige så godt som kemisk ukrudtsbekæmpelse.

10 mill. kr. ville gøre underværker

Det er muligt, at udvidelsen af den danske produktion af kvalitetsmaterialer til stråtage vil fortsætte i et relativt langsomt tempo, medmindre der i en kort årrække ydes tilskud fra det offentlige for at sætte turbo på et storskala demonstrationsprojekt. Dette gælder principielt såvel produktion af tækkemiscanthus som udvidelse af dansk produktion af tagrør.

Når vi taler miscanthus, skulle støtten først og fremmest gå til at etablere et tilstrækkeligt stort areal i et velegnet område, hvor både fauna og grundvandsinteresser tilgodeses, samtidig med at en god driftsøkonomi kan demonstreres. Et sådant storskala pilotprojekt burde have en overordnet plan og målsætning helt fra begyndelsen,

så alle interessenter og interesser blev afstemt forud for projektstart.

Et samlet tilskud i størrelsesordenen ca. 10 millioner kroner er formentlig tilstrækkeligt til at sikre, at et passende antal landmænd i et afgrænset område ville være med til at etablere de i alt 100 hektar, som ville være en ideel størrelse for et sådant pilotprojekt. Det halve areal kunne måske være tilstrækkeligt.

Hvorvidt den danske stat, store vandforsyningsselskaber, Den Danske Naturfond og/eller en af de øvrige store fonde med fokus på at fremme natur, der ønsker at sikre pesticidfrit drikkevand, en bæredygtig udvikling af landbrug samt gavne klimaet kunne have interesse i et sådant pilotprojekt må tiden vise.

Med dette projekt er et beslutningsgrundlag lagt på bordet.

Indtil videre fortsætter udvidelsen af arealer med tækkemiscanthus på rent privat og kommerciel basis støt og roligt. I takt med, at flere og flere avlere kan fremlægge positive økonomiske resultater, breder lysten til at producere dette højkvalitetsprodukt til det mest klimavenlige tag sig. Ingen tvivl om, at miscanthus og stråtag har fremtiden med sig.



Disse to fotos er fra udplantning af tækkemiscanthus på godset Julianeøst.



TV 2 filmer, mens SEGES-medarbejder Frank Bondgaard og andre følger høsten af en mark, der giver bedre udbytte end forventet allerede i andet vækstår.





Miscanthusavler Søren Vodder er pioner og her i gang med at rense de høstede bundter fra egen mark.

Tækkemanden bag taget

Her er beretningen fra den håndværker, der fik jobbet med stråtaget på Det Åndbare Hus. Han er samtidig avler af tækkemiscanthus, direktør i Miscanthus.dk A/S og tidligere rørhøster.

Af Søren Vodder

Jeg begyndte at høste danske tagrør i 1976, samme år som jeg begyndte som selvstændig tækkemand. Dette at høste materialer selv var naturligt, fordi jeg boede kystnært med mange tagrør lige uden for huset. Desuden var det en tradition, at tækkemændene i området selv høstede. Da en af dem holdt op, overtog jeg hans rørskær, og så udviklede det hele sig derfra.

I 1992 kom nye miljøbestemmelser med den uheldige virkning for os rørhøstere, at vi fik vores høsttid begrænset til januar og februar måned. Det var ikke populært og faldt i dårlig jord hos mig, for jeg plejede først at starte sidst i februar og slutte først i maj for at høste så tørre tagrør som muligt.

Det med at miste noget åbner også nye muligheder, så det var her, jeg begyndte at tænke på noget alternativt. Tækkemiscanthus, som kan dyrkes på almindelig agerjord og derved komme ind under en anden lovgivning. Det lød som en god idé, her kunne vi høste, når materialet var modent, og vi kunne bedre styre kvaliteten. Det kunne dyrkes over hele landet, så man kunne sælge centralt og styre udkørslen.

Som sagt, så gjort, så i dag er jeg den største enkeltavler af miscanthus og har med stor glæde og til mine kunders store tilfredshed lagt rigtig mange tage med dette kvalitetsmateriale.

Jeg var også initiativtager til at etablere Miscanthus.dk A/S som en salgsformidler af planter og det færdige produkt. Og sideløbende har jeg gennem årene arbejdet ihærdigt på at forbedre det maskineri, vi bruger til høst og rensning af materialet.

Det Åndbare Hus

Firmaet Egen Vinding og Datter, EVD, kontaktede mig en forårsdag i 2014 og ønskede en pris på projektet. I juni 2014 kom jeg til det første møde hos EVD om Det Åndbare Hus. Her fremlagde arkitekten sit projekt for os håndværkere. Her fik jeg lov til at gøre min indflydelse gældende med den viden, jeg havde. Bl.a. fik jeg ændret en udadgående overgang fra facade til tag – den skulle gøres mere blød – og så fik jeg et lille tagskæg på samme overgang. Det var nødvendigt for ikke at komme i karambolage med vores branchevejledning, og samtidig blev det herved sikret, at det pæne udtryk kunne bevares, for der ville komme en misfarvning af facaden pga. nedløbende vand, hvis der ikke blev etableret et lille tagskæg.

Min holdning til projektet var helt klart positivt.

Jeg gik i gang med at udarbejde tilbud og kunne stå inde for, at jeg havde gjort mit yderste for at opfylde byggelovgivningen. Det var f.eks. nyt at medvirke til et hus, der ingen dampspærre har, for det er normalt et krav i bygningsreglementet. Men alt det med fugtens vandring,

også kaldet osmose, lå i trygge hænder hos EVD's ingeniører. I øvrigt både har og havde jeg stor tiltro til det udarbejdede projekt, og det bekræftes jo i dag med det målte fugtindhold i taget, som aldrig på noget tidspunkt har oversteget 13 %.

Her kan lige nævnes, at når jeg høster miscanthus, ligger vandprocenten fra 8 til 10 % grundet det rigtige høsttidspunkt i foråret. Jeg afgør høsttidspunktet ved hjælp af en indstiksfugtmåler.

Korte rør til facaden

For at få det rette udtryk på den 25 cm tykke facadetækning valgte jeg korte tagrør, som kan tækkes helt tæt. Fordi det er her, vi mennesker skal gå og nyde det fine udtryk – lige i øjenhøjde.

Det er straks noget andet med en tagflade. Her valgte jeg miscanthus, som er mere grov og åben i overfladen. På tagfladerne har vi brug for en hurtig udtørring efter regn, og samtidig er et godt fald på stødet vigtigt, så vandet ledes ud af taget. Begge dele er noget, miscanthus giver os pga. længde og tykkelse på de enkelte strå.

Optimal klon

Siden 1996 har vi arbejdet med at finde den mest optimale miscanthusplanteklon til tækkeformål. De parametre, vi har arbejdet med, blev fundet i en klon, som også



Miscanthus til tækning kom oprindeligt fra Japan, men den danske kvalitet er nu så god, at repræsentanter fra Japans største tækkefirma flere gange har været i Danmark og har importeret det danske produkt.



Det biologiske ur: *Phragmites Australis* & *Miscanthus*

Optimal høst periode; *Phragmites Australis*:

Sukker og næringsstoffer er transformeret ud af stænglerne.

Optimale høst periode; *Miscanthus*:

Høsten er uafhængig af lovgivning.

Fotosyntesen starter:



dvs.

kuldioxid + vand $\xrightarrow{\text{lys}}$ glukose + ilt

Glukose = Sukkerstof = Cellulose

Vækst periode:

Også kaldet strækningsperiode.

Blomstrings periode:

Også kaldet frøstand og fane.

Afmodnings periode:

Det grønne farvestof klorofyl forsvinder.

Rester af sukkerstof omdannes til lignin og cellulose.

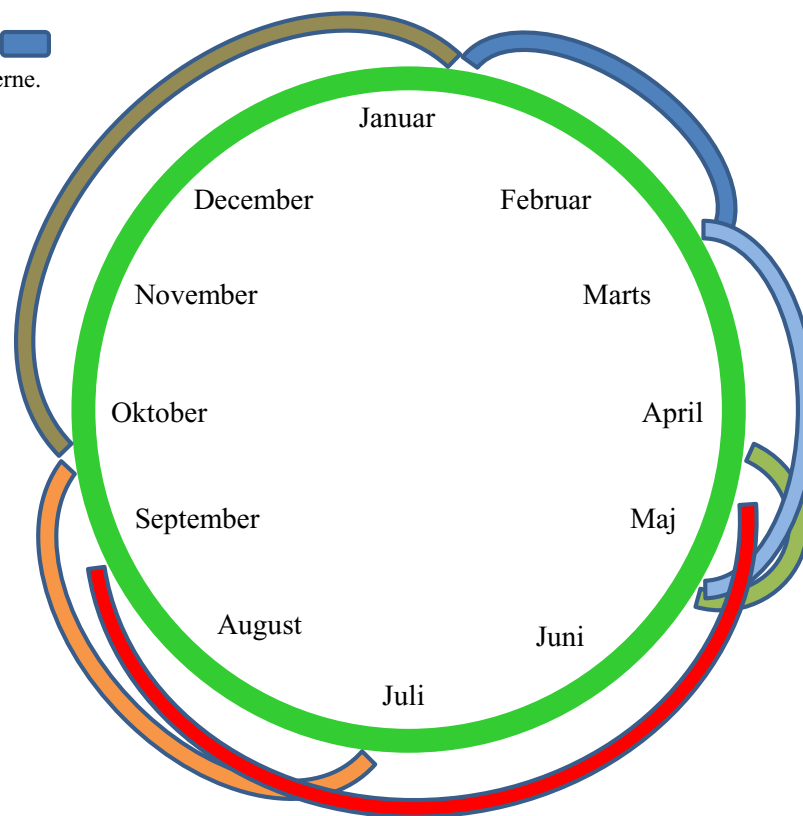


Illustration til materialebogen: fra vand til vandtæt af Søren Vodder

var nem at opformere. Her skal nævnes, at et samarbejde med Statens Planteavlsvforsøg før da havde vist, at "in vitro-formering" er den bedste og mest sikre måde. In vitro er en formeringsform, der begynder i et laboratorium, og derfor er den temmelig kostbar.

Vi har arbejdet med at finde den plante, der vokser bedst i marken og kan tåle vores danske klima med meget regn og storm i efteråret. Det vil sige, at vækstperioden skal ligge i juni/juli, og afmodningen skal være påbegyndt i september og være færdig med frøkastningen i december. Til sidst har vi set på anvendelsen på taget, herunder hvor let det er at arbejde med, ligesom vi løbende holder øje med holdbarheden på taget.

I skemaet på forrige side kan man se vækst og høst for tagrør og miscanthus.

Da plantevækst er baseret på fotosyntese og dermed sukkerstoffer, som svampe elsker at sætte til livs, gælder det om at få så sent høsttidspunkt som muligt for at sikre sig, at planten er fuldt afmodnet. Herved er alle sukkerstoffer omdannet til lignin og cellulose. Et tag af strå vil have den længste levetid, hvis materialet er uden sukkerstoffer og næringsstoffer. Miscanthus høstes så sent, at vi kan høste med en vandprocent på under 14 %. Det er grundlaget for princippet i den omtalte nye fuldautomatiske maskine.

Fremtiden

I et fremtidigt perspektiv vil tækkemiscanthus vinde på alle parametre. Afgrøden giver et plus på CO₂-regnskab, og pesticider kan enten helt undværes eller anvendes i begrænset omfang, og da kun i første og andet etableringsår. I mange tilfælde er det ikke nødvendigt at tilføre handelsgødning, fordi miscanthus lever af den gødning, som naturligt er i nedbøren, ca. 10-12 kg kvælstof pr. år.

Vi anser dette næringsfattige strå som det mest holdbare anvendt som klimaskærm. Vi forventer at kunne indføre den cirkulære økonomi ved dyrkning af miscanthus. Det vil sige, at når en tækkemand har taget et gammelt tag ned, frasorteret alt plastik og jern og læsset det på en container, så skal dette biologiske materiale afleveres hos den landmand, der leverer miscanthus til tagprojektet.

Landmanden kan så kompostere det gamle materiale eller pløje det direkte ned i et markstykke. På den måde tilbagefører man kulstoffet til jorden til gavn for de afgrøder, som skal gro der. Samtidig bliver CO₂en også gemt i jorden i stedet for i atmosfæren eller havet.

Der bliver i 2020 etableret flere hektar i Jylland og på Fyn, men der er stadig lang vej til den dag, vi kan levere til mange tækkemænd.

Idéen med at sprede dyrkningen rundt i landet er at gøre transporten så kort som muligt fra mark til tag.

Økonomien

Det ville være mere retvisende at afregne i kubikmeter frem for pr. bundt, for det er jo fylden, der tæller i et stråtag. Miscanthus fylder mere, hvilket medfører, at der bruges færre bundter. Og hermed bliver miscanthus konkurrencedygtigt målt pr. kvadratmeter stråtag, selv om dette materiale er dyrere pr. bundt end tagrør.

Dermed skal der bæres færre bundter op på taget, og der skal transporteres færre bundter rundt på landevejene. Jeg har prøvet at sælge miscanthus ved at sige, hvad materialeprisen er pr. kvadratmeter, som er et mere rimeligt udgangspunkt end stykpris for et bundt.

Den maskine, vi har under konstruktion i Holland, vil yderligere gøre dyrkning af miscanthus attraktivt. Maskinen kommer til at forbedre økonomien både i forhold til salg og mht. avlerens dækningsbidrag. Den kommer nemlig til at kunne høste, rense og bundte i én arbejdsgang. Herefter kan den – ved hjælp af en robotarm – lægge stråene i en "vugge", som binder 50 bundter sammen til en håndterbar pakke – i samme arbejdsgang. Udgangspunktet er en færdig 50-stk. pakke hvert fjerde minut.



Denne maskine, som udvikles i Holland, vil effektivisere produktionen af dansk tækkemiscanthus ganske betydeligt.

En sådan effektivisering vil for alvor gøre et i forvejen konkurrencedygtigt materiale til stråtage attraktivt.

Afslutningsvis kan det siges, at det ganske vist er dyrt at etablere en mark med miscanthus. Det koster omkring 100.000 kr. pr. hektar. Der skal plantes 28.000 planter, som har vokset et par måneder og ved levering er klar til udplantning. Det er arbejdet med disse planters første levemåned, der udgør langt den største udgift ved etableringen.

Til gengæld er dækningsbidraget – fortjenesten – ved denne højværdiafgrøde helt i top. 22.500 kr. pr. hektar til landmanden, som fra tredje dyrkningsår kun behøver at høste én gang om året. Der er ikke behov for yderligere arbejde i marken, fordi miscanthusmarken, når planterne først har fat efter to år, klarer sig selv, og planterne overhaler alt ukrudt, når de skyder i vejret i løbet af maj måned efter høst, som normalt foregår i april.

Mit eget enkle regnestykke ser således ud:

Etablering af en hektar, planter og udplantning:	100.000 kr.
Høstudbytte, 1.500 bundter pr. hektar a 25 kr. =	37.500 kr.
Driftsudgifter, høst og salgskostninger:	15.250 kr.
Dækningsbidrag pr. hektar:	22.250 kr.

Arbejdsindsatsen er mindre, fortjenesten højere, og glæden ved at bidrage positivt til klimaregnskabet er langt større, når man dyrker miscanthus frem for traditionel kornavl.

Miscanthus.dk A/S blev i 2010 dannet som en salgsformidler af planter og det færdige produkt, altså bundter klar til tækning af stråtag.

Selskabets formål er at eje rettighederne til tækkemiscanthus og drive virksomhed i tilknytning hertil, herunder sorts- og produktudvikle såvel i indland som i udland.

Som kommende avler bør man altid kontakte Miscanthus.dk i forbindelse med overvejelser om at blive avler. Her er der erfaringer, ekspertise og erfaring med indgåelse af aftaler og kontrakter at hente.

Tækkemiscanthus – en eksportsucces

Det var en tækkemand, Ove Glerup fra Aars, der i 1995 sammen med Statens Planteavlsvforsøg hentede tækkemiscanthus til Danmark fra Japan, hvor planterne gror vildt. Ove Glerup har stadig miscanthus på sin mark, men det blev en tækkemand i den anden ende af landet, der blev pioner mht. at udbrede brugen af dette tækkemateriale:

Søren Vodder, nu fhv. tækkemand, direktør i Miscanthus.dk A/S og avler af tækkemiscanthus på sin landbrugsejendom på Sydjylland gennem mere end 15 år. Han brugte selv høsten i sit tækkefirma. Derfor ligger der nu miscanthus på 150- 200 huse, især på Lolland og Falster.

En række andre tækkemænd har anvendt tækkemiscanthus, og der er enighed om, at kvaliteten er som de bedste tagrør.

I 2015 fik dette danskproducerede tækkemateriale stor anerkendelse fra hjemlandet, da Japans største tækkefirma modtog en container med miscanthus fra Søren Vodder. Indehaveren, Akio Kumagai, roser de danske strå: "Kvaliteten er helt i top", siger han.

Der er også eksporteret tækkemiscanthus til Nordtyskland.

Det Åndbare Hus vil fortsat blive brugt som test- og demonstrationshus, beboet af en familie - og åbent for besøg efter aftale. Opvarmningen, der i dag er baseret på el, forventes omlagt til et varmesystem baseret på en træpilleovn med røggrensning via en røgvasker, som det er forberedt for. Der vil desuden blive målt på fugt og indeklima og fremadrettet også på forbrug, ligesom flere test af diffusion og ventilation er under planlægning.

Denne bog er udarbejdet i et samarbejde mellem tækkemændenes branchekontor, Straatagets Kontor, v. journalist og direktør Jørgen Kaarup, og Egen Vinding og Datter v. konsulent Jette Hagensen, indehaver af envic.dk.

Desuden har fhv. tækkemand, miscanthusavler og direktør i Miscanthus.dk A/S Søren Vodder bidraget med sin viden om tækkemiscanthus og skrevet et kapitel.

En stor tak til Miljøstyrelsen for at have støttet denne udgivelse.

En stor tak til Realdania, Miljøstyrelsen og Den A.P. Møllerske Støttefond for støtte til Det Åndbare Hus.

En stor tak til Miljøstyrelsen og Foreningen PlanDanmark for støtte til projekt Naturens eget Stråtag.



Tagrør ved Jungshoved, tæt på Præsto

Mere information

Læs mere om Det Åndbare Hus på Egen Vinding og Datters hjemmeside: <https://egenvinding.dk/>, hvor du også kan finde rapporter fra test af byggeriet og kontaktnfo.

Video om projektet her: <https://egenvinding.dk/det-aandbare-hus>

Mere om emnet på undervisningsportalen om bæredygtige alternativer i byggeriet: www.baeredygtigtbyggeri.dk

Om projektet "Naturens eget Stråtag" er der meget mere information på SEGES' hjemmeside:
<https://www.landbrugsinfo.dk/Miljoe/projekter/Sider/Taekkemiscanthus.aspx>

Om tækkemiscanthus: <https://miscanthus.dk>

Om stråtag, branchekontoret: www.straatagetskontor.dk og Tækkelaugets hjemmeside: www.taekkelaug.dk

Om Miljøstyrelsens MUDP-pulje:
<https://ecoinnovation.dk>





Et hus bygget af naturlige materialer, så det kan ånde og få et optimalt indeklima med det mest klimavenlige materiale på tag og facader, strå.

Det er Det Åndbare Hus ved Ringsted.

Denne bog beskriver processen bag huset fra idé over byggeri til målinger af, om fugt fra den familie, der har boet i huset i mere end et år, skaber problemer for de bæredygtige byggematerialer.

Samtidig er det fortællingen om en særlig slags elefantgræs, som dyrkes på danske marker til danske stråtage. En afgrøde, der gavner klimaet og kan bruges til at beskytte grundvand imod sprøjtegifte.

En bog, der serverer gode argumenter for at bygge bæredygtigt i en tid, hvor klimakrisen kalder på nye, miljørigtige løsninger for byggeriet.

ISBN: 978-87-998318-1-4

