



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

MUDP PROJEKT

Det økologiske og bæredygtige stråtag

J.nr. MST-141-01046

Maj 2017

Redaktion: Miljøstyrelsen

Tekst: Jørgen Kaarup & Thor Christensen

Fotos:

Hanne Engelstoft Lund

Thor Christensen

Indhold

1.	Indledning	6
1.1	Indledning	6
2.	Resumé	8
2.1	Indhold	8
2.2	Levetid	8
2.3	End-of-life	8
2.4	EPD'en – produktdeklaration for stråtag	9
3.	Det klimavenlige tag - Tagrørs omsætning af kvælstof	11
3.1	Tagrør som Jordens lunger	11
3.2	Lavbundsjord er et problembar	12
3.3	Paludikultur gør våde marker drivvåde	12
3.4	Tagrørs optagelse af stoffer	12
4.	Stråtagets levetid og forudsætninger for denne	14
4.1	Indledning og præmisser	14
5.	Veludført stråtag, sådan udføres det	16
5.1	Veludført stråtag – KORT beskrivelse	16
5.2	Veludført stråtag – den længere version	17
5.3	Tagkonstruktionens hældning	17
5.4	Tækkematerialet	18
5.5	Tækningen	19
5.5.1	Fasthed	19
5.5.2	Slidlag & slidlagets tykkelse	19
5.5.3	Slidlagets hældning	19
5.5.4	Stødlængde	19
5.5.5	Tagtykkelse	19
5.5.6	Tagfladens planhed	19
5.5.7	Afslutning ved kip	20
5.5.8	Finish på tagfladen	20
6.	Vedligehold af stråtaget – en forudsætning for lang levetid	21
6.1	Om nedbrydning af stråtag (Fra gældende tækkevejledning)	21
6.1.1	Mos og alger	22
6.1.2	Gylle i luften	22
6.2	Anbefalinger til tækkebranchen	23
6.3	Kort efterskrift	23
7.	Stråtagets isoleringsevne, en kort introduktion	24
7.1	Et isolerende tag	24
7.2	Videre arbejde med dokumentation af stråtagets miljøfordele	24
8.	Kortlægning af end-of-life fasen, indledning	26
8.1	Overordnet status og potentiale	26

8.2	Lille mængde biomasse fra dansk tagrørs-produktion	26
8.3	Stråtage til afbrænding	27
8.4	Organiske affaldsressourcer i 2009	28
9.	Kortlægning af end-of-life Business case	29
9.1	Indledning til business case.	29
9.2	Gammelt stråtag	29
9.3	Staldstrøelse	30
9.3.1	Modificeret tagrør	31
9.4	Kisteproduktion	31
9.5	Hvorfor både mere miljøkorrekt og billigere?	32
9.6	Kisteindlæg	32
9.7	Bygge industrien og MDF plader	33
9.8	Anvendelse til forbrænding	34
9.9	Hvad siger tækkemanden	35
9.10	Hvad er så den ideelle løsning?	36
9.11	Varme/Energi	36
9.12	Analyser af markedet	37
9.12.1	Interessant analyse af markedet for forbrænding	37
9.12.1.1	Nære interessenter	37
9.12.1.2	De fjerne interessenter	39
9.12.1.3	De nære interessenter	40
9.13	Interessant analyse af markedet for kiste indlæg	40
9.13.1	De fjerne interessenter:	40
9.13.2	De nære interessenter	41
9.13.3	Konklusion	43
9.14	Perspektivering	43
9.15	Gammelt stråtag som nye møbler	44
9.15.1	Tækkestrået - fremtidens alternativ til møbelproduktion	44
9.15.2	Om Rundkant	45
9.15.3	Rundkant på forkant, 2017	46
9.16	Noter fra møde med Tommerup kister.	46
9.17	Note 1	47
9.18	Note 2	48
9.19	Note 3	49
9.20	Note 4	50
9.21	Note 5	51
	Bilag 1.EDP Straatag	52
Bilag 1.1	EPD straatag. Carlo F. Christensen	52
	Bilag 2.Plader af gammelt straatag	53
Bilag 2.1	Plader af gamle stråtag. T.I. Rapport	53
	Bilag 3.Resultat af målinger i "Guarded box"	54
Bilag 3.1	Resultat af målinger i "Guarded box"	54
	Bilag 4.Tækkevejledningen, den gældende, udgivet af Dansk Tækkemandslaug	55
Bilag 4.1	Tækkevejledningen, den gældende, udgivet af Dansk Tækkemandslaug	55
	Bilag 5.A guide to thatching in South Africa, TASA, S.A.,2015	56
Bilag 5.1	A guide to thatching in South Africa, TASA, S.A.,2015	56
	Bilag 6.How long will thatched roofs last, NSMT, UK	57

Bilag 6.1	How long will thatched roofs last, NSMT, UK	57
Bilag 7. Det klimavenlige stråtag, Straatagets Kontor 2017		58
Bilag 7.1	Det klimavenlige stråtag, Straatagets Kontor 2017	58
Bilag 8. Miljøvurdering af tag med tagrør og tækkemiscanthus, Teknologisk Institut 2014		59
Bilag 8.1	Miljøvurdering af tag med tagrør og tækkemiscanthus, Teknologisk Institut 2014	59
Bilag 9. Resultat af målinger i "Guarded hotbox"		60
Bilag 9.1	Notat – Hotbox målinger på TI, Aarhus (Projekt under Miljøstyrelsen)	60
Bilag 9.2	Diskussion af måleresultater	63

1. Indledning

Opfølgning på miljøvurdering

1.1 Indledning

Dette projekt belyser på en række områder miljøfordele og miljøaspekter ved stråtaget fra vugge til vugge. Det blev sat i gang, efter at en miljøvurdering fra Teknologisk Institut i juli 2014 slog fast, at stråtaget er mere miljø- og klimavenligt end tegltaget, som stråtaget blev sammenlignet med.

Fra teglbranchen lød kritikken, at miljøvurderingen ikke var fra vugge til vugge, men kun fra tagrørs-voksestedet til det tækkede tag. Hele bortskaffelses-delen var ikke belyst, fordi det ikke var en del af miljøvurderings-projektet, som blev udført som en videnkupon i et samarbejde mellem Teknologisk Institut og det daværende Jydsk Tækkemandslaug's kontor, Tækkekontoret.

Det var derfor et stort ønske fra tækkebranchen at få en samlet analyse af stråtaget, herunder også bud på alternative anvendelser af restprodukter i form af frarens ved tagrørs-voksestedet og (især) ved evt. genanvendelse af gamle tage.

Ønsket førte til en ansøgning til Miljøstyrelsens MUDP-pulje, og denne blev bevilget 4. december 2014. Bag ansøgningen stod tækkebranchens største leverandørfirma, Carlo F. Christensen A/S, Straatagets Kontor, der er branchekontor for tækkemændene, med Teknologisk Institut som underleverandør af en miljøvaredeklaration, en EPD (Environmental Product Declaration).

Projektet er nu afsluttet, og resultaterne fremgår af denne rapport:

- En kort forklaring på, hvorfor stråtaget er klimavenligt
- En fastlægnings af stråtagets levetid (50 års teknisk levetid) med baggrund og forudsætninger herfor, inkl. vedligeholdelse
- Bud på alternative anvendelser af restprodukter, primært i form af de gamle tage, der skal bortskaffes, når der tækkes nyt
- En EDP, miljøvaredeklaration af stråtaget

Der vil fremover være en konstant øget fokus på byggebranchens miljøbelastning. Ved fremtidigt byggeri vil kravene til byggematerialers bæredygtighed og reduktion af miljøbelastning være konstant stigende.

Det er tækkebranchens håb, at der ved nybyggerier vil blive foretaget sammenligninger mellem forskellige tagtypers miljøbelastning gennem hele levetiden frem til og med bortskaffelse. Idet en EPD er en standardiseret måde at deklarerer bl.a. byggematerialers samlede miljøpåvirkning, håber den danske tækkebranche, at bygherrer og disses rådgivere vil bruge nærværende EPD som værktøj i tilknytning til nybyggerier, uanset om der er tale om boliger, fritidshuse eller større offentlige eller private byggerier.

Stråtaget er anerkendt som et moderne og brandsikkert tag i Holland med det resultat, at det i dag anvendes på rigtig mange forskellige typer nybyggeri, og den hollandske tækkebranche har fordoblet sin markedsandel og fastholdt den gennem de seneste 20 år. I sommeren 2016 førte nye brandprøvninger på Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut (DBI) til, at Bygningsstyrelsen

anerkendte, at sikkerheden ved et brandsikret stråtag udført med brandsikringssystemet Sepatec har været undervurderet. Derfor blev bygningsreglementets krav om afstand mellem stråtede bygninger halveret, hvis tækkemanden ved nytækning brandsikrer med Sepatec .

Med en halvering af afstandskravet er kravet til afstanden mellem to nybyggede huse med stråtag sænket fra 20 meter til 10 meter. Hermed er vejen banet for at bygge både nye boliger og fritidshuse med dette gamle, men nu brandsikre tagmateriale.

Det er tækkebranchens håb, at det med denne rapport i hånden bliver en succes at markedsføre stråtaget som et brandsikkert og miljørigtigt alternativ til mere industrielt fremstillede tage.



2. Resumé

Klimavenlighed, end-of-life og produktdeklaration (EPD)

2.1 Indhold

Første del af denne rapport omhandler en præsentation af det klimavenlige stråtag, stråtagets levetid, forudsætninger for denne, herunder korrekt vedligehold og lidt om stråtagets isoleringsevne.

Anden del beskriver end-of-life-fasen og angiver muligheder for alternativ genanvendelse af såvel gamle stråtag som restprodukter fra produktion af nye tagrør. Forretningspotentialer i mulighederne for genanvendelse er forsøgt vurderet.

Tredje del er en verificeret vugge-til-grav miljøvaredeklaration, en EPD, med en, der suppleres med en tidligere foretaget miljøvurdering (EPD præsenteres i bilag 1).

2.2 Levetid

Som resultat af arbejdet med dette projekt har den danske tækkebranche, repræsenteret ved Tækkelaugget, organiseret i Dansk Byggeri, revideret sit bud på stråtagets levetid til at være 50 år.

Levetid ifølge den gældende tækkevejledning fra 2009: "Et veludført stråtag, der løbende bliver eftersat og vedligeholdt, holder mellem 30 og 60 år."

Levetid er nu fastlagt til og vil i den kommende, reviderede tækkevejledning blive formuleret sådan: "Et veludført stråtag har en teknisk levetid på 50 år." Hertil knytter sig en række forudsætninger mht. tagets hældning, arbejdets udførelse og løbende korrekt vedligehold.

Disse forudsætninger beskrives i denne rapport og vil efterfølgende blive udførligt uddybet i den nye tækkevejledning, som forventes færdig ved slutningen af 2017.

En væsentlig forudsætning for 50 års levetid er, at taget jævnlige efterses af en erfaren tækkemand, og at påkrævede vedligeholdelsesarbejder og evt. reparationer efter f.eks. storm udføres i henhold til tækkemandens anvisninger og anbefalinger. Vedligeholdelses-beskrivelser er også indeholdt i nærværende rapport.

Et nyt stråtag, 30 cm tykt, isolerer som 16 cm mineraluld, når der er vindstille. Derfor har tækkebranchen en stor interesse i at få fremskaffet valid dokumentation for tagets isoleringsevne under alle forhold, dvs. målt ift. vind, skiftende årstider og grader af tørhed samt i hele tagets levetid, idet et stråtag bliver tyndere med alderen.

De første skridt til denne dokumentation er sket i tilknytning til dette projekt og videreføres i regi af Realdanias "TEST-pulje" i et projekt, hvor Straatag Kontor sammen med Teknologisk Institut arbejder i dybden med den endelige dokumentation.

2.3 End-of-life

De eksisterende måder at bortskaffe gamle, nedtagne stråtage, er forsøgt kortlagt og herefter er forskellige muligheder for alternative metoder til genanvendelse undersøgt med mest fokus

på en prøveproduktion af fiberplader til bygningsarbejde og dokumentation for pladernes egenskaber.

Der er indhentet erfaringer fra Holland, hvor et firma producerer staldstrøelse af gamle stråtag, muligheder for at anvende gamle tage og restprodukter som kisteindlæg og til designmøbler er undersøgt, og udfordringerne ved at skulle opsamle og transportere den relativt lille mængde organisk materiale (ca. 6.000 tons pr. år) er kortlagt og beskrevet.

Herefter er der foretaget en vurdering af forretningspotentialet.

2.4 EPD'en – produktdeklaration for stråtag

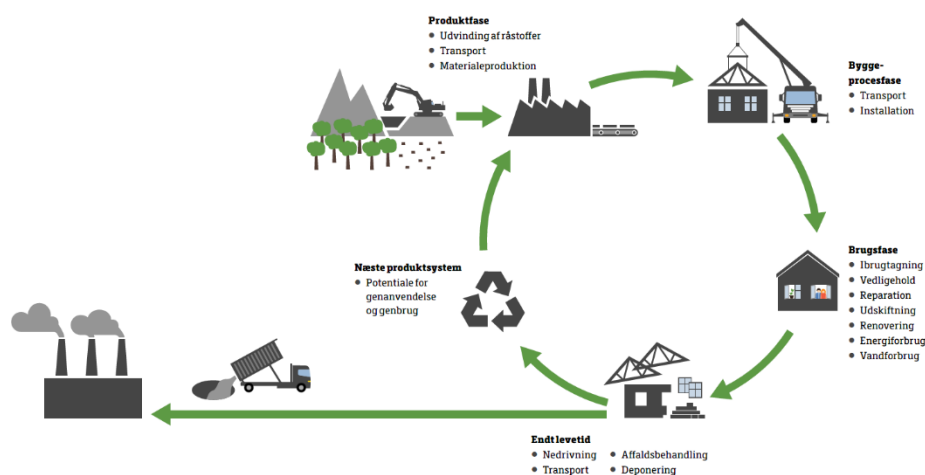
EPD'en som er udarbejdet i forbindelse med dette projekt er, som standarden foreskriver, baseret på specifik data indsamlet ved producenten og dennes leverandører. Det er data fra produktionen af tagrør, transportoplysninger, forbrug af emballage, opgørelse af spild og affald, energiforbrug og meget andet.

Der er indhentet oplysninger fra danske, polske og hollandske producenter og leverandører af tagrør, både for at verificere tallene og fordi en væsentlig del af de tagrør, der bruges til tækning af stråtage i Danmark, er importerede.

En EPD (Environmental Product Declaration) er en produktdeklaration med hvilken en producent kan dokumentere en række miljøegenskaber for sit produkt. I alt deklareres 25 forskellige miljøparametre, herunder blandt andet:

- Udledning af drivhusgasser, som fx CO₂
- Udledning af ozonnedbrydende gasser
- Udledning af stoffer, som påvirker vandmiljøet
- Energiforbrug
- Vandforbrug
- Affald

Disse miljøegenskaber er baseret på en opgørelse af de samlede udledninger og forbrug af ressourcer over produktets livscyklus. Altså alle de processer, som finder sted i forbindelse med udvinding af råmaterialer, transport og produktion, installation, vedligehold, reparation og udskiftning samt bortskaffelse og eventuel genbrug og genanvendelse af materialer:



En EPD udarbejdes i henhold til europæiske standarder og verificeres af en uafhængig tredjepart inden den udgives. Det er vigtigt at forstå, at en EPD ikke er et "grønt stempel". Det er en *deklaration*, ikke et miljømærke, hvilket vil sige, at EPD'en udelukkende leverer tallene. Den

tager ikke stilling til, hvorvidt tallene er høje eller lave i forhold til noget andet. Det er op til den professionelle bruger af EPDen, at benytte EPD'ens data i en konkret bygningsmæssig sammenhæng, og herved beregne og sammenligne forskellige bygningsdesign, valg af materialer mv.

Denne anvendelse af EPD'en finder blandt andet sted, når byggerier skal certificeres efter DGNB-standarden for bæredygtigt byggeri. Under certificeringsprocessen beregnes hele bygningens miljøprofil ved anvendelse af EPD-data for de materialer og komponenter, som bygningen består af

Find EPD'en i bilag 1.



3. Det klimavenlige tag - Tagrørs omsætning af kvælstof

Tagrør renses, bruger kvælstof og afgiver ilt

3.1 Tagrør som Jordens lunger

At stråtaget er det mest klima- og miljøvenlige af alle skyldes først og fremmest den plante, der udgør 98 procent af taget: Tagrør, *phragmites australis*, der i omkring 250 varianter vokser overalt på kloden og enten bruges eller har været brugt til tage i alle de lande, hvor planten findes.

Tagrør er Danmarks højeste græs, en flerårig sumpplante, et topgræs, som vokser langs søer, på strandenge, i tørregrave, moser, langs vandløb og langs fjorde.

Skønt udtrykket "Jordens Lunger" er anvendt og måske lidt slidt i tilknytning til debatten om den svindende regnskov, kan man alligevel genbruge det i denne sammenhæng, for tagrørs evne til at optage næringsstoffer fra vand og luft er formidabel, bl.a. fordi den vokser hurtigt og bliver op til 300 centimeter høj. Ikke mindst kvælstof fra vandet fjernes effektivt og omdannes til ilt i fotosyntesen.

Når tækkerørene bliver grønne om foråret, skyldes det små grønkorn i bladenes celler, der får planten til at gro. Det er nemlig i grønkornene, at fotosyntesen foregår, idet grønkornene optager energi fra sollyset og CO₂ (kultveilte) fra luften, og der dannes sukkerstoffer og af dem alle de øvrige stoffer i planten.

Sukkeret omdannes ikke mindst til cellulose, som er hovedbestanddelen i tækkerørene. Det er især om efteråret, hvor planten begynder at tabe farve og afmodnes, at sukkeret omdannes til cellulose. Tækkerørene høstes i løbet af vinteren og det tidligere forår, hvor celluloseindholdet i planten er højest.

Tagrørene optager også deres næring gennem rødderne som alle andre planter og har derfor en rensende virkning på vandmiljøet ved især at fjerne kvælstof. Tagrørs evne til at omsætte næringsstoffer udnyttes i mange mindre rensningsanlæg i landdistrikterne.

I takt med, at Danmarks vådområder er blevet afvandet og drænet for at blive til dyrkningsjord er tagrørene og deres gunstige miljøeffekt særdeles kraftigt reduceret. Derfor importeres hovedparten af de tagrør, der anvendes i Danmark, fra en række lande i Europa, Tyrkiet og Kina.

På trods af den lange transportvej fra f.eks. Kina viser en miljøvurdering fra Teknologisk Institut, **at stråtaget er mere klimavenligt end f.eks. tegltag** (se bilag, Miljøvurdering af tag med tagrør og tækkemiscanthus, Teknologisk Institut og Jydsk Tækkemandslaug, 2014)

En række initiativtagere, på bl.a. Aarhus Universitets Institut for Agroøkologi, arbejder på at få gang i den såkaldte *paludikultur*, som også omfatter tagrør. Formentlig er tagrør den plante inden for paludikulturen, som lettest og økonomisk mest rentabelt ville kunne opformeres i gamle moseområder, tørvejorder og genetablerede vådområder og å-dale.

Tagrørens miljøprofil er meget positiv i modsætning til det klimaproblem, en stor del af de afvandede i sig selv udgør.

3.2 Lavbundsjord er et problembarn

Der er 108.000 ha drænede, kulstofrige lavbundslande i Danmark. Selvom det svarer til blot fire procent af landbrugsarealet, udgør den årlige udledning af CO₂ fra arealet 20-25 procent af landbrugets samlede CO₂-udledning.

Drift af lavbundsarealer er tilmed et stigende problem, fordi tørvejordene har sat sig og klimaforandringerne medfører endnu mere nedbør.

Det er oplagt at tage lavbundsarealerne ud af drift. Det bliver der også opmuntret til. Styrelsen for Vand og Naturforvaltning (SVANA) har en lavbundsordning, der giver tilskud til, at lavbundsarealerne tages ud af drift og dræningen ophører.

Udledningen af klimagasser kan reduceres markant, hvis dræningen ophører og vandstanden hæves. SVANA forventer, at vådlægning i forbindelse med lavbundsordningen vil reducere udledningen af klimagasser med minimum 13 tons CO₂-ækvivalenter/ha pr. år.

Klimagevinsten opstår ved, at jorden tilføres mindre ilt ved at vandstanden hæves og dyrkningen ophører. Nedbrydningen af jordens kulstofindhold sker derved langsommere eller ophører helt, hvormed der udledes færre drivhusgasser, forklarer seniorforsker Poul Erik Lærke fra Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

3.3 Paludikultur gør våde marker drivvåde

Hvorfor ikke udnytte disse jorde til noget produktivt? Det kan gøres med paludikultur, som er dyrkning af ikke-drænede lavbundsarealer med græsser. Det er en billigere løsning end at tage jorden ud af drift.

Paludikultur er godkendt af FN's klimapanel (IPCC) som virkemiddel til at reducere udledning af drivhusgasser og kan i den forbindelse sidestilles med vådområder. Forsøg ved Aarhus Universitet har vist en markant reduktion i drivhusgasudledning når rørgræs produceres ved høj vandstand under kontrollerede forhold.

Læs mere om paludikultur her: <http://agro.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/vaade-lavbundsarealer-kan-goeres-produktive-og-klimavenlige/>

3.4 Tagrørs optagelse af stoffer

Under vækstperioden har tagrør brug for næringsstoffer i form af bl.a. nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K), som planten primært optager fra dræn/afstrømningsvandet. Desuden optager planten kulstof fra atmosfæren i form af CO₂. Optaget af disse stoffer per kg tørstof af plantemateriale ses i Tabel 10, som baserer sig på tal opgivet af professor Hans Brix Brix, som er leder af Institute for Bioscience på Aarhus Universitet og ekspert i stofomsætningen i tagrør.

Table 3.1 Uptake of nutrients and elements

Substance	Amount	Unit
CO ₂	1,723	[kg/kg dry matter]
Nitrogen	0,005	[kg/kg dry matter]
Nitrogen (denitrification)	0,025	[kg/kg dry matter]
Phosphorus	0,001	[kg/kg dry matter]
Potassium	0,01	[kg/kg dry matter]
Magnesium	0,0015	[kg/kg dry matter]
Calcium	0,005	[kg/kg dry matter]
Sodium	0,001	[kg/kg dry matter]
Sulphur	0,003	[kg/kg dry matter]
Boron	10	[mg/kg dry matter]
Copper	3	[mg/kg dry matter]
Iron	70	[mg/kg dry matter]
Manganese	75	[mg/kg dry matter]
Molybdenum	2,5	[mg/kg dry matter]
Zinc	16	[mg/kg dry matter]

I miljøpåvirkningskategorien "global opvarmning" (GWP) har 1 m² teglsten det største bidrag, hvor alle tre tækkematerialer har et negativt bidrag og dermed optager CO₂.

De tre tækkematerialer, der er undersøgt af Teknologisk Institut, er danske tagrør, tagrør importeret fra Kina og tækkemiscanthus, dyrket og høstet i Danmark. Mest overraskende er det, at importerede tagrør fra Kina - på trods af den lange transportvej med både skib og lastvogn – bidrager positivt til at reducere CO₂, altså optager mere CO₂ end transportbelastningen sender ud i atmosfæren.

Den negative GWP opstår i vækstperioden, hvor planterne optager CO₂ fra atmosfæren. Bidraget til kategorien fra teglstenen kommer primært fra forbrændingen af fossile brændsler (bl.a. naturgas) under brændingen af stenene. Den optagede CO₂ under væksten, afgives igen langsomt over tid ved nedbrydning af taget og endelig bortskaffelse.

4. Stråtagets levetid og forudsætninger for denne

Veludført stråtag holder 50 år

4.1 Indledning og præmisser

Tækkebranchens branchevejledning er Tækkevejledningen, som i sin 5. (og gældende) udgave er fra januar 2009.

Heri angives levetiden for et stråtag til mellem 30 og 60 år.

I tilknytning til udarbejdelse af EPD i dette MUDP-projekt har Straatagets Kontor anmodet tækkebranchen om et præcist antal år som angivet levetid, idet dette er nødvendigt for udarbejdelse af EPD'en.

Dansk Tækkemandslaug, der er medlem af Dansk Byggeri og står for uddannelsen af tækkemænd i Danmark, er det laug, der udarbejder branchevejledningen, som er under revision. Dansk Tækkemandslaug har nu angivet **50 år** som "teknisk levetid for et veludført stråtag". Det er den levetid, der kommer til at stå i den nye branchevejledning med titlen "Veludført stråtag". Den forventes udgivet i løbet af 2017, hvorefter den vil være gældende branchevejledning.

Branchevejledningen er den, rådgivere og kommunale byggesagsbehandlere tager udgangspunkt i, når der skal bygges med stråtag. Det er også den, der er gældende i tvister, uanset om disse afgøres i henhold til Dansk Byggeris garantiordning, i henhold til sager i Byggeriets Ankenævn eller i henhold til civile søgsmål ved domstolene.

Derfor tager nærværende "vejledning i korrekt tækning" og efterfølgende "vejledning i korrekt vedligehold af stråtag" klart udgangspunkt i såvel den gældende branchevejledning (Tækkevejledningen fra 2009) som i den kommende (Veludført Stråtag). Straatagets Kontor er i besiddelse af den foreløbige udgave af den nye branchevejledning.

Det må understreges, at nærværende del af afrapporteringen ikke må offentliggøres, før den endelige udgave af den nye branchevejledning foreligger.



Der bliver arbejdet på både branchevejledningen Veludført Stråtag og på et **Byg-Erfa-blad**, som skal kommunikere alle væsentlige spørgsmål om det korrekte tækkede stråtag, nye afstandskrav, vedligehold m.m. ud til rådgivere og kommunale sagsbehandlere. Arbejdet foregår i regi af Dansk Byggeri og Dansk Tækkemandslaug i samarbejde med Teknologisk Institut.

Straatagets Kontor er i løbende kontakt med parterne og vil levere dele af nærværende afrapportering ind som input til Byg-Erfa-bladet, men ingen tør love andet, end at begge publikationer bliver færdige i løbet af 2017, formentlig først i slutningen af året.

Som støtte til udarbejdelse af dette afsnit af MUDP-projektet har også indgået en publikation om levetid fra det engelske laug for tækkemænd, National Society of Master Thatchers, og branchevejledning for tækning i Sydafrika: "A guide to thatching in South Africa", udgivet af et sydafrikanske laug for tækkemænd, TASA, i 2015 (se både dansk resumé og hele publikationen som bilag).

5. Veludført stråtag, sådan udføres det

Baggrund for lang levetid

5.1 Veludført stråtag – KORT beskrivelse

Baggrunden for en levetid på 50 år eller mere er, at stråtaget fra A til Z er veludført i henhold til de erfaringer, tækkerbranchen har samlet op gennem de seneste årtier. Erfaringerne er systematisk behandlet og drøftet på årlige seminarer siden 2001.

Det anbefales, at **tagkonstruktionens hældning** ved nybyggeri er mindst 50 grader. Der bør ikke lægges stråtag på huse med taghældninger under 45 grader. Tagets hældning er formentlig den mest afgørende forudsætning for lang levetid. Årsagen er, at stråenes hældning er lavere end tømmerets og ved for lave hældninger risikerer man, at stråene nærmer sig vandret og dermed kan suge vand ind. Det medfører ikke et utæt tag, men reducerer levetiden betragteligt. For hver 5 grader taghældning plus og minus 45 grader øges / reduceres stråtagets levetid med hele 10 år!

Der skal tækkes med **materialer, der er tørre**, dvs. under 15 procent fugtindhold. Tækkemanden har ansvaret for de materialer, han anvender og skal derfor foretage modtagekontrol, som sikrer at materialet (normalt tagrør) er tørre og i øvrigt er kvalitetsmæssigt i orden.



Selve tækningen er afgørende betydning for levetiden. Branchen har i dag erkendt, at der i en årrække efter skrumaskinen holdt sit indtog er tækket for mange "betontage", dvs. at opstramningen har været for hård, fordi det med skruemetoden blev muligt at stramme bindingerne hårdere, end da man syede tagene fast (frem til midten af 1980erne).

Disse hårdt strammede tage har vist sig at have en kortere levetid, fordi de får for lidt luft og dermed er for længe om at tørre op efter regnperioder.

Anbefalingen i dag er derfor: **Tæk ikke for fast.** Det gælder om at finde balancen: "Luftigt og blødt - men fastbundet".

Sådan formuleres det i den nye branchevejledning, Veludført Stråtag.

5.2 Veludført stråtag – den længere version

Et stråtag er et naturprodukt, der arbejder og nedbrydes forskelligt. Det er derfor vigtigt, man ikke kun sikrer, at taget er bygget på et godt og sundt underlag, med gode materialer og udført korrekt. Man skal også være opmærksom på husets placering i forhold til sol, skygge og vind. Er der store træer – eller små som med tiden vil vokse op og skygge og danne læ.

Et træ eller andet, der er placeret for tæt på en bygning med stråtag, kan være en medvirkende årsag til en for hurtig nedbrydning af stråtaget.

Desuden skal stråtage være beskyttet mod fugt der kommer inde fra boligen.

En væsentlig faktor er desuden en eventuel luftforurening, især kvælstof fra svinefarme og gylleudbringning, som kan være med til at øge nedbrydningen af taget.

Alle faktorer skal tages med i overvejelserne, når man skal vurdere, hvor lang levetid man kan forvente stråtaget vil få.

5.3 Tagkonstruktionens hældning

Følgende er, hvad der står i Veludført Stråtag, foreløbig udgave:

Et stråtags holdbarhed er længere, jo større tagkonstruktionens hældning er.

Ved nybyggeri anbefales en taghældning på minimum 50°. En tagflade må ikke være under 45°. Se fig. 5.1.

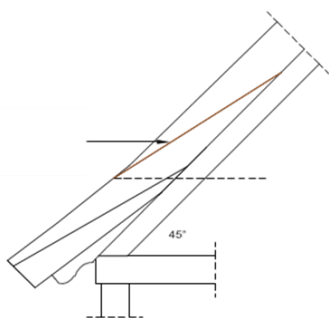


Fig. 5.1
Tækkerørens hældning i taget ses på tegning

Hvorfor så stejlt?

I et stråtag har rørene en lavere hældning end den bagvedliggende tagkonstruktion.

I skotrender og på grater er taghældningen lavere end på hovedtaget, og kviste og valme har også oftest en lavere taghældning.

Er konstruktionens hældning lav er der risiko for, at rørens hældning nærmer sig vandret eller i værste fald får bagfald ind i taget.

Derfor er det vigtigt, at hovedtagets tagkonstruktion er minimum 45° og gerne 50° eller højere. Med en hældning under 45° på hovedtaget reduceres holdbarheden væsentligt.

For hver gang taghældningen sænkes 5° koster det 10 år af levetiden.

5.4 Tækkematerialet

Selve stråtaget er normalt tækket med tagrør, som kan være fra vidt forskellige lande, fordi der ikke er tilstrækkelige mængder i Danmark. Der kan ikke siges noget generelt om, hvorvidt tagrør fra det ene eller andet land er bedre eller ringere. Det handler først og fremmest om det enkelte parti: Materialerne skal være tørre og have været det gennem hele processen siden høst og frem til levering og under udførelse af tækningen.

Tækkemiscanthus er en særlig art elefantgræs, som kommer fra Japan, hvor det har været brugt til stråtage i århundreder side om side med tagrør. I dag dyrkes omkring 55 hektar landbrugsjord i Danmark med tækkemiscanthus, som fremstår som et kvalitetsmateriale med sin egen certificeringsordning.

Uanset om der tækkes med tagrør eller tækkemiscanthus har erfaringerne vist, at meget korte strå anvendt på store, lige flader er i risiko for at komme til at få for lille hældning i taget med risiko for kabilærvirkning, altså at stråene suger vand.

De fleste tækkemænd foretrækker derfor i dag lidt grovere og længere strå end de korte bundter, hvor de enkelte strå er tynde og derfor giver en fløjlsblød overflade, som ofte har vist sig at blive for kompakt med for lille hældning. Minimumslængden på større, lige flader er derfor i Veludført Stråtag sat til 120 cm.

På gavle, skotrender, under kviste og skorstene og andre steder er det nødvendigt at bruge kortere materialer, lige som facadetækning, dvs. lodret tækning, ligefrem kræver korte strå. Det er vigtigt, at rådgiver, kunde og tækkemand sammen laver en forventningsafstemning om, hvilke materialer, der anvendes, fordi slutresultatet, også æstetisk, vil variere og være afhængig af materialevalget.

I Sverige og England tækkes der stadig med halm, som indtil omkring 1980 også blev anvendt i Danmark. Halm til stråtag er nu udgået i Danmark, først og fremmest fordi holdbarheden er omkring den halve ift. tagrør og tækkemiscanthus.

For at undgå uheldige forløb med råd og problemer med råvarekvaliteten er der gennem de senere år blevet arbejdet med kvalitetssikring af stråtage, herunder arbejdet med udvikling af en egentlig certificeringsordning af tækkerørsmaterialerne. Det er bl.a. sket internationalt gennem ITS (International Thatching Society - Den Internationale Tækkeorganisation). I dette regi arbejdes der for at mærke tagrør med oprindelsesland, høsttidspunkt og andre relevante informationer. Her i 2017 har kun England arbejdet systematisk med ordningen, kaldet Thatchmark, og den er fortsat, ej heller i England, ikke særlig udbredt blandt materialeleverandører.



5.5 Tækningen

Følgende tekst er hentet fra den nye branchevejledning, der som nævnt endnu ikke er udgivet. Den er relativ teknisk, men er hvad der skal til for at beskrive en korrekt og veludført tækning. Citationstegn angiver start og slut for denne tekst fra "Veludført Stråtag".

5.5.1 Fasthed

Uanset om tækkematerialet fastholdes med kæppe, eller om det bliver syet på, er det vigtigt, at udføre tækningen med den rette fasthed – bundet fast med en løs overflade – og et opspænd der ikke er for hårdt.

Med faste kanter og "løst" på tagfladen i øvrigt.

- Ved tækning med skruer og kæppe skal afstanden mellem bindetrådene være så kort, at rørene efter stramning ligger jævnt og fast
- Ved syning gælder, at de enkelte sting skal lægges med så lille en afstand, at man kan presse/trykke rørene i bund under syningen

Der må ikke kunne ske udskridning af rør, og kanter og hjørner skal kunne modstå almindeligt forekommende vindpres og sug på taget.

Det skal samtidig sikres, at man ikke strammer hårdere end, at man kan banke stråene på plads.

5.5.2 Slidlag & slidlagets tykkelse

Slidlaget er det tækkemateriale, der ligger over bindetråden eller kæp/stang. Det måles som den vinkelrette afstand fra tagets overflade og ind til bindetråd og kæp/stang – måles mindst én meter fra tagets kanter.

Mindstekrav til slidlag er 10 cm på tagfladen og slidlaget skal udgøre mindst 40% af tagtykkelsen.

I kanterne er det svært at opnå helt samme slidlag, fordi der skal tages hensyn til, at rørene skal kunne modstå et stærkt vindpres.

5.5.3 Slidlagets hældning

Hældningen på slidlaget må højst være 17o mindre end taghældningen, ved tage med en hældning der er lavere end 60o. Hældningen måles mindst én meter fra tagets kanter.

5.5.4 Stødlængde

Stødlængden er stråets længde fra rodende til kæppen. Stødlængden skal udgøre minimum 40 % og maksimum 60 % af tækkerørenes længde. Måles mindst én meter fra tagets kanter.

5.5.5 Tagtykkelse

Tagtykkelsen bør tilpasses rørenes længde – og omvendt – rørene vælges, så de passer til den ønskede tagtykkelse – og tagfladens størrelse. Små huse små rør – store huse store rør. Uanset rørtype og tagtykkelse i øvrigt er det almindeligt, at taget tækkes lidt tyndere mod toppen.

Alle mål skal tages mindst én meter fra tagets kanter. Tagtykkelsen måles vinkelret fra overflade af taget til lægter.

5.5.6 Tagfladens planhed

I forbindelse med tækning på en ældre bygning er det vigtigt at forventningsafstemme med bygherre – og rådgiver – inden arbejdet går i gang.

Øjet er det bedste måleinstrument, når man skal vurdere planhed.

5.5.7 Afslutning ved kip

Ved kip må sidste bind *ikke* klippes, men skal ombukkes og fastgøres på modsatte side.

5.5.8 Finish på tagfladen

Rørene renses for stumper af rør, græs m.m. for at undgå, at der stikker stumper af materialet ud fra tagfladen ganske kort tid efter tagets færdiggørelse.

Man må ikke kunne tælle, hvor mange lag stråtaget består af.

Er lagene synlige, kan årsagen være, at:

- bindene er skredet i forhold til hinanden – dvs. for løs syning/binding (*For stor lægteafstand til små rør øger risikoen for at lagene skrider*)
- hvert lag er banket for langt op
- der gemmer sig løse rør i bunden af hvert bind
- der er bundet for fast

6. Vedligehold af stråtaget – en forudsætning for lang levetid

Servicekontrakt kan være en mulighed

6.1 Om nedbrydning af stråtag (Fra gældende tækkevejledning)

”Et stråtag vil blive gråt og naturligt nedbrudt over tid af vejrligets påvirkning og lettere nedbrydning af svampe i overfladen. Strået bliver gråt, og nedbrydningen sker jævnt over tagfladen og lidt hurtigere i skotrender og ved kviste. Det nedbrudte stråmateriale blæser af, og derfor vil stråtaget gennem levetiden blive tyndere indtil det til sidst – efter ca. 30 år eller mere – er tjenligt til udskiftning.”.

Korrekt vedligehold af stråtaget sikrer optimal levetid, således at et veludført stråtag, der vedligeholdes efter behov og ud fra nedenstående retningslinjer, kan opnå en levetid på 50 år.

Eftersyn af stråtag bør udføres hvert andet år af en certificeret tækkemand / en tækkemand, der er laugsmedlem af hensyn til garanti, klageadgang og efterfølgende evt. retslig tvist.

Tækkemanden udfærdiger efter tilsynet en kortfattet tilstandsrapport med anbefalinger for kommende vedligeholdelsesarbejder samt estimeret restlevetid for taget (som kan have forskellig restlevetid, afhængig af en række forhold).

Tilstandsrapporten skal omfatte al væsentligt fra de punkter, som tjekkes under eftersynet. Eftersynet omfatter følgende punkter:

- Vurdering af mos, laug, alger og øvrige bevoxsninger og forandringer på taget
- Anbefaling af, om disse skal fjernes, hvornår og hvordan
- Vurdering af mønningens/rygningens tilstand og forventede restlevetid med anbefaling af, hvornår og med hvilket materiale, den bør skiftes
- Vurdering af løse strå, med særlig fokus på øverste bind, sidste bind under skorstene og kviste, skader som følge af grene, dyr eller fugle - med anbefaling af udbedring
- Tjek af slidlagets tykkelse og dermed overslag over restlevetid
- Tjek af tagets samlede tykkelse
- Tjek af vandindtrængning (hvor langt ind i taget er det vådt) og fugtindhold midt i taget (måles med fugtmåler)
- Vurdering af skygge fra omkringliggende træer med anbefaling af evt. beskæring eller fældning
- Vurdering af øvrige sårbare steder såsom skorstene, over kviste og skotrender
- Evt. øvrige væsentlige ændringer i tagets tilstand

Samtidig med inspektionen/eftersynet kan der foretages begrænsede vedligeholdelsesopgaver, hvis omfang imidlertid skal være klart aftalt på forhånd, så kunden ikke har forkerte forventninger til omfanget.

6.1.1 Mos og alger

Større mosangreb bør af tækkemanden fjernes med rive eller med tækkeskovl eller med et godkendt sprøjtemiddel (AlgeFri N ProFF).

Ved ældre tage, der inspiceres første gang, kan der i visse tilfælde være behov for at klippe overfladen med en motordrevet hækklipper (skal udføres af tækkemanden) for at fjerne bevoksninger og for at efterlade taget med en jævn overflade. En jævn overflade sikrer, at vandet løber hurtigere af og dermed, at taget tørrer optimalt.

Det skadelige grønne er *algerne*. De kommer når et stråtag ikke vil/kan tørre op. Derfor er en vigtig del af vedligeholdelsen af sikre at stråtaget kan tørre op efter regn.

Det kan være nødvendigt at bekæmpe algerne med det eneste godkendte middel til anvendelse på stråtage, AlgeFri N ProFF: <http://www.ecostyle.dk/erhverv/produkter/ultima-proff>



6.1.2 Gylle i luften

Der er mere kvælstof i luften i dag end tidligere – og i områder med intens svineproduktion kan der i perioder være rigtig meget fordampet kvælstof fra gylle i luften. Det medfører stigende krav til rengøring af overflader på mange overflader og bygningsdele - og dermed også stråtaget.

Hvis det er nødvendigt, skal taget derfor renses mekanisk som beskrevet oven for - måske hvert tiende år for at sikre en lang levetid. Taget skal hjælpes for at opretholde en ren, jævn og frisk overflade, som kan tørre.

Man skal altså sikre en homogen overflade. Hvis taget slides uens bør det rettes op. Tage med mange dale og toppe nedbrydes hurtigere.

Et jævnt og homogent lag af lav og mosser i moderat omfang kan forlænge stråtagets levetid og anses som en helt naturlig del af tagets look.

Mosser kan bremse vandstrømmen lidt på et stråtag, når der falder nedbør, men deres evne til at suge vand op i planten og dens meget store overflade, får vandet til at forsvinde meget hurtigt igen.

På et gammelt velslidt stråtag, med et tykt lag mos, ses det ofte, at der er helt tørt under mosserne.

Mos og lav udskiller også et svagt svampe- og skimmeldræbende sekret, når det gror, og dette er gavnligt, idet skimmel og svamp er noget, enhver stråtagsejer ønsker at undgå.

6.2 Anbefalinger til tækkebranchen

Som en anbefaling til branchen kan det overvejes at yde dette eftersyn, inklusiv f.eks. par timers vedligehold såsom opbankning af løse strå, tilretning af tagskæg m.m., til en på forhånd aftalt, fast pris.

Der kunne være en god grund til at indgå en fast aftale om, at tilsynet med faste intervaller (hvert andet år, årligt eller hvert andet år samt efter voldsomme storme)

Samtidig kunne man indgå en egentlig serviceaftale med termin for betaling og aftalt tidsperiode for udførelse af eftersynet.

Efter inspektionen udfærdiges en rapport om tagets tilstand, som tilsendes stråtagsejeren.

Hvis inspektionen giver anledning til det, kan der i samråd mellem stråtagsejer og tækkefirma tages stilling til eventuelle reparationer eller nytækning. Tækkefirmaet udfører først sådanne opgaver, efter at kunden, på basis af et tilbud fra tækkefirmaet, har indgået skriftlig aftale om arbejdets udførelse.

6.3 Kort efterskrift

Dette afsnit kan efterfølgende danne udgangspunkt for at udarbejde en egentlig servicekontrakt i stil med den, man kan få til f.eks. biler. En sådan servicekontrakt ville formentlig også kunne bruges i forbindelse med forhandling med forsikringsselskaber om at levere billigere forsikringer til "Klasse A stråtage", som f.eks. er brandsikrede i henhold til godkendte metoder, er udført af certificerede tækkemænd og har indgået kontrakt om regelmæssig eftersyn, som inkluderer en kort tilstandsrapport, som skrives af tækkemanden.

Alt sammen fremtidsmusik, men værd at have i baghovedet.

7. Stråtagets isoleringsevne, en kort introduktion

Mere dokumentation under udarbejdelse

7.1 Et isolerende tag

"Varmt om vinteren og køligt om sommeren". Sådan er det i århundreder blevet sagt om stråtaget. Der er i Danmark imidlertid aldrig foretaget seriøs dokumentation af stråtagets isoleringsevne og værdier for denne. I dette projekt er der foretaget indledende målinger i Teknologisk Instituts "Guarded HotBox", som danner udgangspunkt for verificering og kalibrering af øvrige målinger fremadrettet. Der vil nemlig i TEST-regi (Realdania støttet projekt, se beskrivelse heraf senere) blive arbejdet videre med stråtagets isoleringsevne med det mål at få værdien medregnet i de beregninger, der ligger til grund for at opfylde Bygningsreglementets krav til husets klimaskærm.

Et væsentligt udviklingsarbejde forestår mht. luftspalte bag stråtaget og lukning af kanter ved tagskæg og vindskeder ift. stråtagets isoleringsevne. Den danske tækkebranche står i et vade-sted imellem Holland, der tækker direkte på plader og dermed uden luft, hverken bag stråene eller langs tagets kanter, og så den danske tradition, som er at sikre at taget kan luftes for hurtigere at tørre for dermed at forlænge levetiden.

Resultater fra både Holland og foreløbige resultater fra Danmark viser, at **30 cm stråtag isolerer som 16 cm mineraluld** – hvis der vel at mærke er vindstille.

Luftgennemstrømning nedsætter isoleringsværdien. Det handler for den danske tækkebranche om at finde den rette balance imellem brandsikring (den mest anvendte, anvendelse af glasfiberdugen Sepatec, forudsætter bagvedliggende luftspalte og lukning af kanter med Rockwool), levetid og ønsket om at kunne bruge stråtagets isoleringsværdi, når klimaskærmen beregnes.

I første omgang har det stor værdi, at der er foretaget verificerede målinger i Guarded HotBox, fordi disse danner grundlag for det videre arbejde i TEST-regi. Dette forventes afsluttet sommer 2018 og sker, som dette projekt, i samarbejde med Teknologisk Institut.

7.2 Videre arbejde med dokumentation af stråtagets miljøfordele

Straatagets Kontor fortsætter arbejdet med at dokumentere miljøfordelene efter afslutning af nærværende projekt.

Det sker i regi af Realdanias TEST-pulje, hvor projektet Stråtag som bæredygtigt tag- og Facademateriale udføres i samarbejde med Teknologisk Institut og Dansk Byggeri.

Det primære mål med TEST-projektet er at skaffe tilstrækkelig dokumentation for stråenes isoleringsevne, så tækket tag eller facade vil kunne indgå som en del af klimaskærmen og dermed spare på anvendelse af anden islering.

Der er behov for yderligere afprøvning af stråenes isoleringsevne, ud over de målinger i Guarded HotBox, der er udført i nærværende projekt. Der vil være tale om en kombination af målinger på tage og tækkede facader.

Et prøvehus opført ved Den jyske Haandværkerskole har både tækket tag og facade, og her vil en lang række målinger gennem vinterperioden skabe et solidt dokumentationsgrundlag for stråenes isoleringsevne. Teknologisk Institut udfører disse målinger, og der samarbejdes med Dansk Byggeris ekspert i stråtage.

Desuden vil der blive målt på både tage lagt direkte på underlag, uden bagvedliggende luftspalte (Det åndbare Hus ved Ringsted) og tag lagt på lægter med bagvedliggende ventilation med luftgennemstrømning.

Målingerne suppleres af målinger på Teknologisk Institut af gamle, nedtagne stråtage, idet stråtaget bliver tyndere med årene. I sidste ende skal alle måleresultater samkøres og valideres, så der kommer et samlet udtryk for stråenes gennemsnitlige isoleringsevne gennem tagets levetid.

De foreløbige resultater tyder i retning af, at et stråtagets isoleringsevne er omtrent det halve af mineraluld. Dvs. at et 30 cm tykt stråtag vil isolere som 15 cm mineraluld, men det skal understreges, at der er tale om foreløbige tal. Der skal bl.a. skabes større sikkerhed for, hvordan tallet korrigeres for vindgennemstrømning, for det er helt tydeligt, at isoleringsevnen nedsættes meget, når det blæser voldsomt og stormer.



8. Kortlægning af end-of-life fasen, indledning

Fokus på gamle tage som genbrugsressource

8.1 Overordnet status og potentiale

6.000 tons gammelt stråtag tages årligt ned ved udskiftning af nedslidte tage. Dette estimat fremkommer således:

$300.000 \text{ kvadratmeter tag} \times 8 \text{ bundter pr. kvadratmeter} = 2,4 \text{ millioner bundter} \times 5 \text{ kilo} \times 50 \text{ procent (fordi tagtykkelsen i gennemsnit er reduceret til det halve)} = 6.000.000 \text{ kilo} = 6.000 \text{ tons gammelt tag.}$

I det videre arbejde er der primært fokuseret på disse 6.000 tons af flere grunde. Her argumenteres for, hvorfor udnyttelse af frarens ved tagrørsproduktion i Danmark er fravalgt som fokus:

8.2 Lille mængde biomasse fra dansk tagrørs-produktion

Der anvendes 2,4 millioner bundter tagrør årlig til tækning i Danmark. Af dem anslås det, at 85 procent er importerede.

Et estimat på mængden af frarens (dvs. rester, når danskproducerede tagrør renses op og bundtes) er: 15 procent af 2,4 millioner årligt anvendte bundter = 360.000 bundter er danske $\times 7 \text{ kilo} = 2.520.000 \text{ kilo} \times 30 \text{ procent spild} = 756.000 \text{ kilo} = 756 \text{ tons.}$

Der er altså 8 gange større mængde ved at genbruge gamle stråtage frem for at genbruge resterne, som ligger spredt rundt omkring i Danmark i de vådområder, fjorde og søer, hvor tagrørshøsten finder sted. Ofte er disse steder vanskeligt tilgængelige med f.eks. lastvogn, og da mange af bundterne renses på høststedet, ville restproduktet altså skulle hentes der.

For at kunne håndtere disse restprodukter skal de presses i baller, der kan håndteres med kran på en lastvogn.

Alt i alt er det vurderet i dette projekt, at mængderne er for små, adgangsforholdene for vanskelige og den geografiske placering af oprensingspladserne for spredte til, at det ville kunne betale sig at etablere genbrug af dette restprodukt.

Til sammenligning er det estimeret af Aarhus Universitet, at der i 2020 vil være godt **7.5 millioner tons uudnyttet tørstof** i dansk land- og skovbrug. Alene den ikke-udnyttede halmresource er på mere end én million tons! (<http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/dcaraport33.pdf>) Side 21-22 m.m.

Dvs. det er biomasse, som potentielt ville kunne anvendes til f.eks. opvarmning eller biogasanlæg.

Vi har derfor i dette projekt konkluderet, at en evt. udnyttelse af de frarensede plantedele fra dansk produktion af tagrør kun kan udnyttes i specialproduktioner som f.eks. møbler eller produktion af særligt papir til tapeter og vægbeklædning. I sådant papir ville man kunne se plantestrukturen og f.eks. tagrørens frøstande, og en sådan produktion foregår i Japan.

Det har ligget uden for dette projekts muligheder at vurdere, om en sådan produktion kunne være rentabel i Danmark, idet det kræver en analyse af markedspotentiale og priser på kvalitetstapeter.

Vi har i projektet kontakt med to designere fra Aarhus, som på eksperimentelt niveau har afprøvet tagrør (herunder også de frarensede restprodukter) som muligt materiale til møbler. En sådan produktion kunne evt. foregå i samarbejde med virksomheden Advance Nonwoven <http://www.advancenonwoven.dk> - (mere herom senere i rapporten)

8.3 Stråtage til afbrænding

Gammelt stråtag vil brændværdimæssigt ligge omkring halm og korn, hvilket vil sige, at de 6.000 tons gammelt stråtag årligt ville kunne erstatte ca. 3.000 tons kul.

I lyset af de **totale mængder organisk affald** udgør gamle stråtage marginale mængder; nemlig 0,006 mio. tons pr. år. Og så længe der er overskud af bl.a. halm, der ikke finder vej til forbrænding, er der næppe økonomi, men udmærket miljøudbytte, i at brænde de gamle stråtage af i forbræningsanlæg, der producerer varme eller både varme og elektricitet.

Energifakta 1 kilojoule [kJ] = 1000 J 1 megajoule [MJ] = 1000 kJ 1 gigajoule [GJ] = 1000 MJ 1 terajoule [TJ] = 1000 GJ 1 petajoule [PJ] = 1000 TJ 1 kilowatt-time [kWh] = 3,6 MJ = 860 kilokalorier [kcal]

Tabel 9.1 - Typiske nedre brændværdier (GJ/tons) af:

Træpiller	18
Brænde, lagret	15
Træflis, friskt	8
Halm	15
Korn	15
Rapsfrø	25
Rapsolie	35
Etanol	26
Biogas	23
Fossil olie	42
Kul	26
Naturgas	48

8.4 Organiske affaldsressourcer i 2009

(Bemærk at tørstofindholdet ikke er kendt, uddrag fra Bentsen et al. (2012)).

Tabel 9.2

Affaldstyper	Mio tons friskvægt
Affald der forbrændes	2,9
Træ der forbrændes	0,5
Papir og pap der genanvendes	0,7
Grene, blade, græs til kompost	0,8
Træ til spånplader	0,1
Slam der forbrændes	0,3

Fra de mindre, lokale og regionale forbrændingsanlæg, som typisk er kraft-varme-værker, lyder der meldinger om, at de er glade for gammelt stråtag, fordi det brænder hurtigt og dermed øger forbrændingstemperaturen i anlægget.

En rundspørge blandt knap 30 tækkemænd viser, at en del af de gamle stråtage brændes ulovligt af på markerne med øget CO₂ – belastning og partikelforurening som konsekvens.

De fleste tækkemænd afleverer dog – som de skal – de nedpillede, gamle stråtag, på kommunale genbrugsstationer, hvorfra det typisk går til kommunens forbrændings-anlæg.

Der er ingen tvivl om, at det vil gavne miljøet og samtidig øge stråtagets salgsmæssige argumenter for bæredygtighed, hvis der findes en løsning på at anvende de gamle, nedtagne tage på den mest hensigtsmæssige måde.

Hensigtsmæssighed skal også afvejes i forhold til økonomi og rentabilitet.

Derfor er der i nærværende projekt undersøgt flere scenarier til nærmere undersøgelse og beskrivelse i denne rapport:

- Analyse af genanvendelse som plademateriale, herunder karakteristik af disse pladers egenskaber og anvendelighed
- Anvendelse som staldstrøelse med inspiration fra hollandsk firma
- Anvendelse som indlæg i kister, til absorbering af afgivelse af fugtafgivelse før ligbrænding/begravelse
- Anvendelse i designmøbler

9. Kortlægning af end-of-life Business case

En lang række muligheder for genanvendelse

9.1 Indledning til business case.

Stråtaget har mange muligheder. Og det er netop mulighederne, der er i centrum i det kommende afsnit.

Rest-materialet, som dels fremkommer ved nedtagning af gamle tage, og dels er frarens fra produktion af tagrør, bliver i dag ikke nyttiggjort. Hvad gør vi med det og hvilke muligheder er der for genbrug af dette biologiske materiale?

Det giver vi i det følgende bud på.

I dette casestudy kortlægges de muligheder, vi har haft for øje, og der resumeres en valgt business case som vores bud på en løsning.

Der er brugt kvalitative og kvantitative data-indsamlingsmetoder og almen research. Al dataindsamling er vedhæftet som bilag eller nævnt med referencer sidst i arket.

9.2 Gammelt stråtag

Restprodukter er et omdiskuteret emne i tækkebranchen, som gerne så genbrug eller genanvendelse af gammelt stråtag fremmet. I dag fremgår det af § 64 i Lov om Håndtering af Erhvervsaffald, hvad en husejer eller en tækkemand skal gøre med det gamle tag som rest- og affaldsprodukt. Hermed ikke være sagt, at denne lovgivning følges.

Endvidere står der i samme lov:

” § 67. Affaldsproducerende virksomheder skal sikre, at væsentlige dele af deres kildesorterede erhvervsaffald, som er egnet til materialenyttiggørelse, herunder genanvendeligt PVC-affald, affald af genanvendeligt papir, pap, karton og papmaterialer og produkter heraf samt genanvendeligt emballageaffald af glas, plast, metal og træ, forberedes til genbrug, genanvendes eller anvendes til anden endelig materialenyttiggørelse.

§ 68. Affaldsproducerende virksomheder skal opfylde forpligtelsen efter § 67 ved enten selv løbende at forberede affaldet til genbrug, genanvende affaldet eller anvende det til anden endelig materiale nyttiggørelse, eller ved efter behov, jf. dog stk. 3, at overdrage affaldet til én af følgende:

- 1) Et genanvendelses anlæg eller et anlæg, som forbereder affald til genbrug, der er registreret i Affaldsregistret.*
- 2) En indsamlingsvirksomhed.*
- 3) En virksomhed, som kan undlade at lade sig registrere efter bekendtgørelse om Affaldsregistret og om godkendelse som indsamlingsvirksomhed.*
- 4) Et kommunalt behandlingsanlæg, der er registreret i Affaldsregistret.*
- 5) En kommunal genbrugsplads eller en kommunal ordning efter §§ 41 og 42.*

En tækkevirksomhed har altså pligt til at sortere og aflevere sine produkter til et godkendt indsamlingssted. Alligevel har op i mod 45% af de adspurgte tækkemands-respondenter stået i en situation, hvor de eller deres kunde har brændt deres gamle stråtag (affaldsproduktet) af på en mark i nærheden af den ejendom, der skulle tækkes om.

Her i 2017 kan vi konkludere, at der hersker en slags Vilde Vesten-tilstande på dette område, og selvom alle ønsker den bedste profil for stråtaget, bliver kravene i lovens § 64, ikke overholdt.

Dette projekt vil forhåbentlig medvirke til at afhjælpe dette forhold, idet vi heri peger på flere måder at nyttiggøre restprodukterne i tækkebranchen. Idéerne er mange og vil blive beskrevet i det følgende - fra indlæg eller plader til kister over nye byggematerialer til stald-strøelse.

9.3 Staldstrøelse

I Holland har firmaet ECOcomfort, som er en del af tække virksomheden Van Wincoop, etableret et firma, hvor man bruger gammelt tag til strøelse i landbruget. Det er en god ide, som har givet inspiration til os. Ideen har især sin berettigelse i Holland, fordi man der importerer halm fra Tyskland, Danmark og Belgien. Dette skyldes primært et meget lille landbrugsareal.

Prisen på strøelse i Holland er derfor højere, hvilket gør det muligt at forarbejde gammelt stråtag og være konkurrencedygtig overfor halm. Desuden har gammelt stråtag sine fordele, da det tilsyneladende er mere bakterie-resistent ift. halm. Gammelt stråtags indhold af diverse sandarter gør det også bedre egnet til strøelse end halm, mener indehaveren af ECOcomfort, Jan Wincoop.

På nedenstående billeder kan man se processen fra gammelt stråtag til stald-strøelse.



Jan Wincoop oplyser, at udnyttelsen til strøelse har sine udfordringer og begrænsninger. Det må nemlig ikke indeholde gammelt ståltråd og plastic. Plastic, kobber og stål kan en maskine hos ECOcomfort sortere fra, men ikke den rustfrie tråd, som er blevet benyttet til tækning i både Danmark og Holland siden midten af 1980'erne. Udfordringen er, at magnetisme ikke virker på rustfrie materialer.

Det har firmaet Wincoop nu løst, men det har taget over 4 år. Denne research har været meget omkostningstung, og samlet løber deres maskine op over 200.000 €. Af forretningsmæssige årsager ønsker firmaet ikke at videregive yderligere information om, hvordan løsningen er fundet og hvordan den fungerer.

Firmaet arbejder udelukkende med rester fra egne tage. Det skyldes primært, at deres kollegaer ikke formåede at sortere restmaterialet godt nok. Restaffald i form af stålvarer, teglsten (som bl.a. bruges til mønninger i Holland), lægter m.m.fyldte for meget.

Jan Wincorp, oplyser at det koster 60 € at producere 1 ton rest materialer. Et ton strøelse sælger de for 135 €. Virksomheden producerer ca. 360 tons årligt (Note 2; Interview af Wincorp, foretaget af Sebastian van der Meer).

9.3.1 Modifieret tagrør

ECOcomforts projekt startede i forbindelse med og sammen med et lignende projekt i Holland. Målet var det samme, nemlig at nyttiggøre gamle nedtagne tage. Projektet blev efterfølgende delt, og dermed kørte brugen af gamle stråtag i to retninger, henholdsvis staldstrøelse og såkaldt modifieret rør.

Modifieret rør er et blandingsprodukt, bestående af 80% gammelt tag og 20% "ny tagmasse", som består af plastic, PVC.

På denne måde kunne man lave nye tækkerør af gammelt materiale. Produktet, de modificerede tækkerør, har alle de samme egenskaber som tækkerør, og artede sig ligeså naturligt stråtag. Levetiden kunne udvides markant. Oven i købet kan de modificerede strå ikke brænde, og det muliggjorde at man kunne bruge produktet i tæt bebyggede områder. De modificerede strå blev testet og opnåede at blive som BroofT2 tag.

Nedenfor ses forskellig anvendelse af modifieret rør i forskellige situationer. Til venstre nye bundter modificerede rør, i midten et nytækket tag og til højre et tag, som har ligget i over 6 år.



Tilsyneladende en succeshistorie, en sand win-win. Men det viste sig imidlertid, at det var meget dyrt at producere de modificerede tagrør, så slutprisen blev omkring 4 gange dyrere end naturens tagrør. Det førte til, at virksomheden bag produktionen i 2016 gik konkurs.

Produktet var interessant, en række stråtags-projekter valgte netop omtalte produkt, især på baggrund af deres positive egenskaber ift. brand. Men mange projekter blev brat standset, da produktionen stoppede pga. konkursen.

Producenten indsamlede tag fra forskellige tækkemænd, som kunne sikre, at det gamle tag var taget tørt ned og at stål, teglbrokker og andre "ikke-strå"-materialer var frasorterede. Alligevel havde producenten udfordringer med at sortere det gamle tag 100% fra metallerne, og dette problem var med til at fordyre produktionen.

9.4 Kisteproduktion

Fra Jord til Jord, synonymt med vugge til gravs-princippet. På baggrund af et møde med direktøren for virksomheden Tommerup Kister (der fremstiller begravelseskister) fik vi belyst nogle meget interessante business-cases. Tommerup Kister producerer årligt 25.000 kister (9.16), hvoraf de 80% bliver brændt. De er fremstillet af nye træprodukter og bruger derfor ressourcer, som ville kunne gøre nytte andre steder. Vi undersøgte også muligheden for evt. at erstatte indlæg i kisterne, som nu er papindlæg og små rulle madrasser, med et genbrugsprodukt af rester fra tækkebranchen.

Idéen var – og er – at man kunne erstatte spånpladerne med plader produceret af gammelt stråtag. Ligeledes kunne diverse indlægs-materialer erstattes med rester fra stråtagsbranchen.

Tommerup Kister har en stærk vision om bæredygtighed. Derfor planter de et nyt træ for hver kiste, de sælger. På denne måde gør de en indsats for at gøre verden til et bedre sted. Vores idé var derfor yderst interessant for Tommerup kister. Men indkøbsprisen på plader lavet af gammelt stråtag skal være billigere end den nuværende markedspris på spånpladen af typen E1, ellers er incitamentet ikke stort nok for Tommerup Kister.

9.5 Hvorfor både mere miljøkorrekt og billigere?

Det er nemt at falde for en grøn ide. Men hvis der ikke kan skabes værdi for både miljøet og økonomien i en virksomhed, er det svært at ændre adfærd. Selvom det lyder godt, skal der være økonomisk incitament til at skifte. I sidste ende er det slutbrugeren, der skal betale, og selv om der er fremgang i forbrugere, der handler ind med omtanke (<http://www.dst.dk/da/presse/Pressemeddelelser/2016/2016-02-08-profil-af-den-oeKOlogiske-forbruger>) og køber økologiske produkter, så køber et flertal blandt forbrugerne stadig primært konventionelle produkter. Derfor kan der godt argumenteres for, at der næppe ville være mange, der ville vælge dyrere miljørigtige plader, alene fordi det skåner miljøet.

9.6 Kisteindlæg

Advance Nonvowen A/S er en virksomhed på Djursland. Virksomheden har en patenteret produktion, som kan skille forskellige materialer i mange fragmenter, for efterfølgende at sammensætte dem i forskellige produkter efter ønske. De kan blandt andet lave måtter af både bildæk, hø, halm, gamle cowboybukser, træ og meget mere. Advance Nonvowen kan både lave bløde og hårde måtter.

Med teknologien fra Advance Nonvowen ville man kunne producere de indlæg til kisterne som Tommerup i dag får fra pap og bomuldsindustrien. Indlæggene er nødvendige, fordi en død krop, et lig, afgiver temmelig meget væske, som skal kunne opsuges.

Derfor skal indlæg til kister have en sugsevne, så de kan opsuge helt op mod 50 liter (9.16).

Sugeevnen for måtter lavet af gammelt stråtag er desværre ikke blevet undersøgt i dette projekt, fordi en sådan undersøgelse ikke oprindeligt var indtænkt i projektet og dermed ikke en del af budgettet. Det ville være interessant at teste såvel produktion som sugsevne. Det er efter udsagn fra Bodil Pallesen, Teknologisk Institut (som har deltaget i andre projekter med produktion af måtter hos Nonvowen), muligt at producere måtter af stråtag. Det er dog relativt dyrt at teste, da en dags produktion koster 25.000 kr. og efterfølgende skal måtternes egenskaber testes. Som produkt er måtteproduktion til kister en god ide, men denne kræver en mere dybtgående undersøgelse og tests, som har ligget uden for dette projekts økonomiske rammer.

Efter et telefoninterview den 3.5.17 med Henning Johansen, Læsø, opfinder af TangTørven (en måde til mønning/rygning af stråtag) fik vi oplyst, at der bruges 7.000 kg ålegræs til at producere 960 m² tangtørvmåtter. Det må antages at tang vil have en noget højere fugtighed end gammelt stråtags materiale eller restmateriale fra produktion af tækkerør. Men hvis vi tager tallene fra projekt TangTørven, ville et estimat for stråtags materialet se således ud:

Tang	7.000 kg.		
Leveret m2 tang måtte	960 m2		
Årligt Stråtag	6.000.000 kg.		
Udregning	$6.000.000/7000*960=$	822.857.15 m2	Stråtagsmåtte
Ved brug af 2 m2 måtte år liste (inklusive spild)	$822.857.15/2=$	411.428,57 stk.	Kisteforing
Nonvowen omkostninger pr. dag	25.000,00 kr. (8 timer)	Kapacitet v. 8 timer 960 m2 Kapacitet v. 16 timer 1920 m2 Kapacitet v. 24 timer 2800 m2	
Nonvowen ved køb af fabrik facilitet	20.000.000 kr.	Årlig max kapacitet v. 24 timers produktion 365*2880 m2=1.051.200 m2	
Bemanding ved max kapacitet	365*24*6	=52.560 timer	
Gennemsnit timeløn ved produktion medarbejder a 162 kr. i timen*	52.560*162	=8.514.720,00 kr	
Det er forventeligt at alt stråtags materialet kan hentes gratis på byggepladserne			

* <https://www.jobindex.dk/tjek-din-loen/produktionsmedarbejder?lang=da>

Ud fra ovenstående beregninger kan det estimeres (se yderligere i note 4), at én kvadratmeter kisteindlæg, produceret af gammelt stråtag, ville koste, ca. 20,- kr. Dertil skal der tillægges salgs- og administrationsomkostninger.

Med udgangspunkt i at eksempelvis Tommerup kister i dag betaler omkring 6,- kr. pr. kisteindlæg ville denne løsning dermed være ret så uinteressant for kiste producenter, hvis man ser isoleret på økonomien. Dermed bliver det svært at argumentere for dette produkt. Men hvis man tager slutbruger, stråtagsbranchen og verdens ressource- og miljøproblemer som udgangspunkt, så kunne denne ide være meget interessant at arbejde videre med. Det ville kræve en prøveproduktion på Advance Nonvowen A/S, tests af måtternes egenskaber samt mere tilbundsående markedsanalyser, herunder af et muligt eksportmarked.

9.7 Bygge industrien og MDF plader

Novopan producerer spånplader og har en årsproduktion på 380.000 tons (<http://www.novopan.dk/Produktion-124.aspx>) svarende til 1041,09 tons pr. dag.

Samlet set er der i tækkebranchen 6.000 tons gammelt tag pr. år, som altså modsvarer 5,7 produktionsdage hos Novopan.

Det ville være en nem måde og effektiv måde at drage nytte af gammelt stråtag at lave spånplader af dem.

Dette kræver en vurdering af det gamle stråtags materiale for at kunne belyse om det ville være en mulighed at blande det i produktionen som i dag primært består af træ.

Ydermere vil det være en nødvendighed, at materialet kan sorteres 100% fri for metalliske dele.

På baggrund af rapport lavet af Teknologisk Institut v. Anne Christine Steenkjær (note 5) så er det ikke muligt at producere plader af gammelt stråtag af en sådan kvalitet, at de lever op til en traditionel spånplade af typen P4. Det bliver også konkluderet i nævnte rapport, at stråtags materialet er belastet med skimmelsvamp. Selv ved en varmebehandling på 125 grader, kunne man ikke bekæmpe skimmelsvampen, hvilket gør spånpladen lavet af stråtag mindre attraktiv, formentlig decideret urealistisk at overveje at sætte i produktion.

9.8 Anvendelse til forbrænding

En anden mulighed er at bruge restmaterialerne fra tækkebranchen til fjernvarme. Tækkerør har omtrent samme energiindhold og dermed brændværdi som træ (note 1)

Polske erfaringer har imidlertid vist, at piller lavet af tækkerør, ved afbrænding afgiver en større mængde aske end piller lavet af træ gør. Derfor har en produktion af piller lavet af tækkerør begrænsninger, når det kommer til private husstande til brug i disses pillefyr. Det viste sig i Polen, at man ikke kunne sælge pillerne, produceret af gamle tækkerør, heller ikke til private forbrugere i det tidligere Vesteuropa, pga. for stort askeindhold. Derfor står et helt produktionsanlæg i Polen nu ubrugt hen pga. manglende kundepotentiale og deraf følgende dårlig økonomi.

På de store kraftvarmeværker vil man antageligt bedre kunne håndtere restmaterialet efter endt forbrænding, og en stor del af de gamle stråtage, der i dag afleveres på kommunale genbrugsstationer, brændes rent faktisk af i kraftvarmeværker.

Udfordringen er at samle de relativt små mængder ind i fra geografisk spredte områder, både nationalt og på europæisk plan, fordi fragten er en udfordring.

En polsk tagrørsproducent arbejder med at udvikle en ballepresser, der kan presse restmaterialet meget hårdere sammen ind normale big ballepressere. Dermed opnås en række fordele. Ideen er at producere en kæmpe-brikette i størrelsen 70 x 120 cm. for derved at kunne flytte større mængder restmateriale billigere end hidtil. På den baggrund samler han i dag alt sit restaffald med en formodning om, at han med tiden vil kunne udvikle teknologien.

De danske fjernvarmeværker har krav om at den leverede halm til afbrænding må indeholde maks. 16 % fugt, så det er samme tørhed, gamle stråtage skulle have. Også her er der udfordringer for tækkebranchen, fordi gamle tage ofte ville få regn og dermed blive for våde. Det giver igen en række udfordringer, enten med øjeblikkelig presning og udelukkende nedtagning i tørvej, overdækning af det nedtagne tag eller efterfølgende tørreproces.

Tækkemænd må ikke tække i regnvej, såfremt der bliver anvendt Sepatec® brandsikring, og i al almindelighed anbefaler branchen, at der ikke bliver tækket i regnvej. Dette er en af tækkebranchens daglige udfordringer, i forhold til at planlægge arbejdet.

Hvis man yderligere skal til at tage højde for at nedtage gammelt tag på dage med tørvej, vil planlægningsarbejdet yderligere blive vanskeliggjort og i sidste ende ville der være en risiko for, at stråtaget blev dyrere for kunden.

Vores mission med dette projekt er ikke at gøre stråtaget mindre attraktivt - tværtimod.

Der er stadig muligheder for at udnytte energimængden i de 6.000 tons gamle stråtage, der årligt tages ned. Man skal blot kunne finde en metode til at indsamle, sortere og evt. tørre restproduktet til videre produktion.

9.9 Hvad siger tækkemanden

En lille spørgeskemaundersøgelse foretaget på en bindedag i 2015 (Bindedag, faglig dag i tækkebranchen) viste følgende om, hvad tækkemændene gør ved de gamle tage.

Total	Afløvere til Genbrug	Brænder på mark	Brug til forbrænding og salg	Andet, ikke definert
100%	76%	45%	3%	21%
Ideer til genanvendelse	Fjernvarme	Strøelse	Kompost	Andet
	10	4	7	2
Ønske om leverandør til proces	JA	Nej	Ved ikke	
29	25	3	1	
100%	86,2%	10,3%	3,4%	

*Svar summering fra spørgeundersøgelse, se bilag 5

Størstedelen af tækkemændene benytter i dag muligheden med at komme af med deres erhvervsaffald på kommunale anlæg. 21% af de adspurgte ville ikke fortælle, hvad der skete med deres affald. Det er denne femtedel, det kunne være interessant at få flyttet over på en miljørigtig måde at håndtere affaldet. Hele 45% af de tækkemænd, som afløvere gammelt tag på en kommunal genbrugsplads, brænder til tider taget af i stedet. På denne baggrund ved vi, at der er en opgave at løse. Den store udfordring er at finde en løsning, der kommer til at skabe mere værdi for de involverede aktører.

86,5% af de adspurgte respondenter svarede ja til at ville benytte et eksternt firma, der kunne komme og tage sig af hele nedtagnings processen, inklusiv bortskaffelsen.

Imidlertid viste en kvalitativ interviewundersøgelse, foretaget i foråret 2017 pr. telefon, at mange tækkemænd sagde nej til interessen for, at et eksternt, nydannet firma skulle tage sig af de gamle tage. Grundlaget for det klare nej var at tækkemanden ofte havde stillads ude. De spurgte derfor tilbage: hvem skulle så stå for denne del processen? Skulle det eksterne firma have rettighed til at gå på det? Eller skulle der stilles stillads op og ned flere gange? Ville dette blive for tung en proces, når de gennemsnitlige tækkeprojekter er relativt små?

Samtidig gav respondenterne udtryk for, at det kunne være en interessant business case at klare opgaven selv, da denne var god til at fylde kalenderen ud. Der var dog forståelse for at såfremt tækkearbejderne fremover bliver betragteligt større og flere, ville det åbne op for muligheder for en specialisering inden for dette område, f.eks. etablering af et særligt firma til at stå for genbrugsdelen i branchen.

Ide	Beskrivelse	Fordel	Ulempe
Staldstrøelse	Finhakket, stråmateriale til dyre underlag	Genanvendelse, robust	Kræver god sortering, derfor er den begrænset.
Varme/energi	Afl levering til forbrændingsanlæg.	Varme, alle får glæde, det skal ikke være fri for rustfri tråd	Bidraget til CO ₂ udledningen
MDF plader/byg	Presning af plader, til byggeri	Genbrug, god historie, endnu en levetid, inden afbrænding	Der må ikke være Rustfri tråd i. Der er allerede store markedsledere, og det kan være svært at argumentere for at tage gammelt stråtag ind i sin nuværende mængde
Kiste materialer	Presning af plader, eller måtter til indlæg i kister	Den gode historie, endnu en levetid inden afbrænding. Ikke nogen præferencer i materialet. God nytteværdi, da man i dag bruger materialer som bomuld, pap og hør.	Rustfri tråd spænder ben. Pris på produktion vs. Konventionel.
Interview	Brug af underleverandører til nedtagning og bortskaffelsen.	Overskueligt med underleverandører,	Ikke realistisk med de scenarier vi ser i DK
Interview	Afskaffelsen i dag	Alle ved kender deres rutiner. Lange rutiner og systemer	Ikke gennemsigtigt hvad der sker i processen. Alle har forskellige priser.

9.10 Hvad er så den ideelle løsning?

Fælles for alle skitserede muligheder er en fælles udfordring: den rustfrie tråd besværliggør og fordyrer processen.

Det kan godt lade sig gøre at producere en rustfri tråd på tækkeskruen, der kan magnetisere, men denne har ikke den trækstyrke (trækstyrke, tækkeskruen bliver kontinuerligt udsat for en styrketest for at sikre, at den er stærk nok til at kunne holde tækkestråene i det spænd, der er i et stråtag), som en tækkeskrue skal have.

"Hvis tråden både skulle være til at fange med en magnet og have den krævede trækstyrke, så ville Tækkeskruen simpelthen blive alt for dyr at producere. Markedet er i dag hårdt presset på pris, grundet markedstryk fra Kina", siger Erling Bach Pedersen, producent af Tækkeskruen.

Vi har i dette projekt valgt at gå videre med 2 af ovennævnte muligheder: Energiudvinding på nationalt plan (forbrænding) og produktion og salg af indlæg til ligkister.

9.11 Varme/Energi

Dette er en måde at skabe nytteværdi af det gamle stråtag: at finde en logistik-løsning og skabe et samarbejde med de danske kraftvarmeværker, så de får alt gammelt stråtagmateriale og

dermed kan budgettere med det på årsplan. Værkerne skulle sikre, at de gamle tage bliver hentet og leveret, så tækkemanden kun skal ringe et sted hen og anmelde, hvornår og i hvor stor mængde, et givent restprodukt kan hentes.

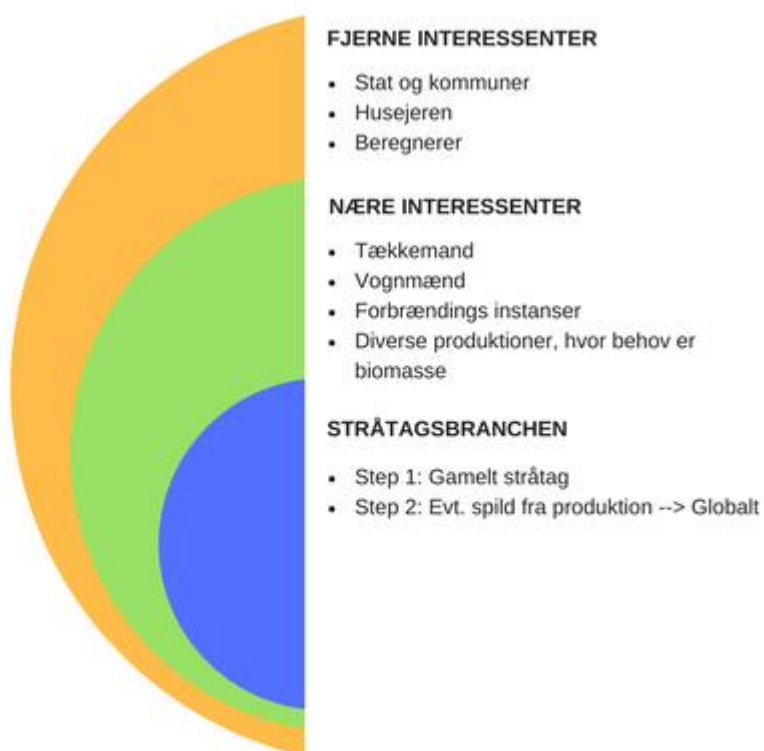
Dertil ville stråtagsbranchen samtidig kunne fortælle den gode historie om, at de er med til at varme de danske boligejere. Ikke nok med at de har et miljørigtigt produkt på taget, ved udskiftning er de også med til at genere energi/varme til hele Danmark. Branchen kunne derved med stolthed stå ved sin affaldshåndtering.

Ydermere bekræfter Thomas Fruergaard Astrup (<http://www.dr.dk/nyheder/viden/miljoe/det-giver-stadig-mening-braende-affald>), forsker ved DTU i affaldshåndtering, at det ikke nødvendigvis er en miljøgevinst at genanvende et produkt, hvis produktet ikke opnår en tilstrækkelig interessant kvalitet. Derfor mener han at forbrænding er en vigtig del af den danske genanvendelse.

9.12 Analyser af markedet

9.12.1 Interessent analyse af markedet for forbrænding

Vi starter med at se på interessenter i markedet



Vi har kortlagt grundlæggende interesser i stråtagsbranchen og går derfor videre til:

9.12.1.1 Nære interessenter

Vi vil nu beskrive de nære interessenter, altså hvilke firmaer, der kunne have interesse i genanvendelse af gamle stråtage.

HCS er et logistikfirma, som udover transport har specialiseret sig inden for renovation. Firmaet er landsdækkende og derfor en oplagt interessent.

Firmaet Rygaard Transport & Logistic har præsenteret et produkt, de kalder flexcontainer. Et produkt hvor de tager sig af alt affald. De bringer og henter container, kunden skal her kun betale for affaldet.

Der er desuden en række andre vognmandsforretninger der, både er landsdækkende og har speciel transport.

Landsdækkende er meget vigtigt, idet stordriftsfordele skal opstå ved, at det er én udbyder, der tager dialogen med forbrændingsvirksomhederne. Følgende fakta kan gøre det interessant for f.eks. et af de nævnte firmaer at gå ind i en sådan businesscase.

Hvad omfatter det:		
Afhentning af.	6000	Tons
Pr. tur normal container med kran og hænger.	3	Tons
Antal arbejdsdage på et år	253	
Kørsler pr. dag	8	
Hvor?	Hele Danmark	
Forbrænding;		
	Kr.	
Aalborg forbrænding	609	pr. Tons
Amager	600	pr. Tons
Tækkemandskjær	1000	pr. Tons
Sydfynsk håndværk	500	pr. Tons
Janek	500	pr. Tons
Snit	641,8	

Økonomiske overvejelser

Ifølge en rapport fra 2010 af Miljøstyrelsen bakkes den fundne pris godt op med en gennemsnitlig pris på 550-600kr pr. Tons (<http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2010/Affaldsforbrænding/978-87-7856-976-9.pdf> side; 31).

Med ovenstående model kan vi altså konkludere, at der alene i kørslen af materialet er, hvad der svarer til 2 årsværk. Dertil kommer administration og selve forbrændingen med varme- og energiudvinding.

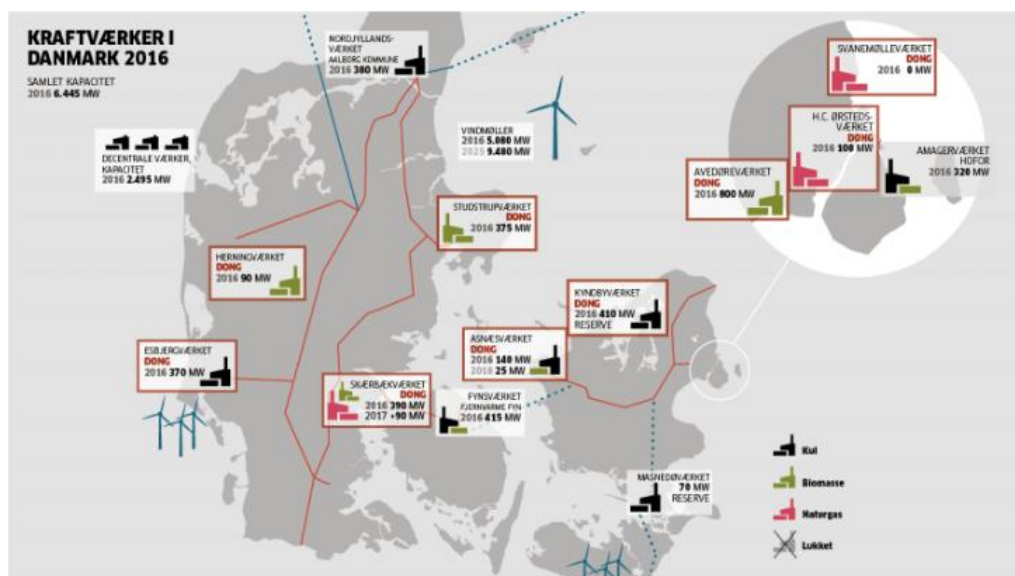
Tal fra en rapport fra miljøstyrelsen 2013 viser at de danske forbrændingsanlæg i 2012 importerede 84.000 tons affald til forbrænding (<http://mst.dk/media/mst/8329569/Benchmark%20forbrænding%202013.pdf>, side 6)

Dong Energy har for nylig udtalt, at de også satser kraftigt på biomasse i stedet for kul, som de lover sig fri for i 2023 (<https://ing.dk/artikel/dong-energy-dropper-kul-kraftvaerkerne-2023-193137>).

Man kan altså konkludere, at ved at udnytte det gamle stråtag til forbrænding er der potentiale og nytteværdi, og en fremtidig efterspørgsel er mulig på produktet, fordi der er underskud af brændbart affald. I en artikel fra fagbladet Ingeniøren er tallet op mod 150.000 tons, der importeres i 2012. Det bekræfter den

stigende interesse for brændbart biomasse (<https://ing.dk/artikel/hvert-tredje-forbraendingsanlaeg-fylder-udenlandsk-affald-i-ovnen-136793>)

Her kan man se et samlet kort over alle kraftvarmeverker der kan forbrænde biomasse.



*<https://ing.dk/artikel/dong-energy-dropper-kul-kraftvaerkerne-2023-193137>

Der er altså rig mulighed for at kunne komme af med materialet på landsplan. Man kan med fordel argumentere for, at man ved at kunne garantere at levere så meget affald i et aftalt flow, ville kunne reducere prisen for affaldet yderligere.

9.12.1.2 De fjerne interessenter

Stat, kommune

Staten og kommunerne har i den seneste år været meget opsat på grøn energi og den grønne omstilling. Det betyder at der i de kommende år fortsat vil være stor fokus på mindre udledning af Co2 og mindre brug af kul og fossile brændstoffer. Derfor er det også meget interessant for stråtagsbranchen af få styr på sit affaldsprodukt samt at kunne fortælle den gode historie om, at man tager del i den grønne omstilling i energisektoren.

Husejeren

Husejerne stiller større og større krav til deres produkter, herunder lægger flere og flere vægt på miljøvenlighed og grøn omstilling. Derfor vil det også have en værdi for den enkelte at netop deres gamle tag vil have en større nytteværdi end i dag. Det gælder også nye kunder, som ønsker at købe nyt stråtag og skifte fasttag ude med stråtag - at de også kan være at finde blandt de grønne forbrugere, der ønsker at bidrage positivt til klimaproblemerne.

Beregnerne

Beregner dækker over ingeniører, arkitekter og konstruktører. Fælles for byggeindustrien er, at de indordner sig under de regler, der forskrives for energi korrekte huse. Derfor vil det have interesse blandt disse, at der er en klar profil på, at gammelt stråtag nyttiggøres.

9.12.1.3 De nære interessenter

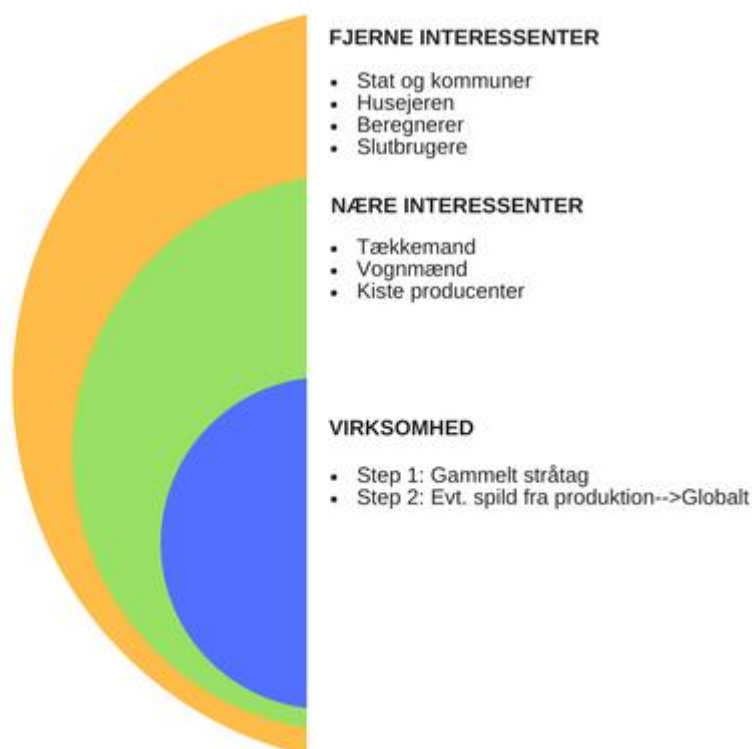
Stråtagsbranchen har brug for en organisation som kan agere og forhandle på vegne af hele branchen og dens interesser. Udfordringen er, at man i dag ikke snakker tilstrækkeligt sammen i branchen, bl.a. med fokus på genanvendelse og de miljømæssige og økonomiske konsekvenser af denne.

Stråtagsbranchen har brug for et talerør for hele branchen, der både kan forhandle for på branchens vegne og udstikke retningslinjer. At skabe en sådan organisation i en branche fyldt med holdninger og vidt forskellige interesser – og hvor hovedparten af de beskæftigede ikke er organiseret i et laug – er vanskeligt.

Derfor er det vigtigt at man opstiller nogle rammer, alle kan enes om: en stærk model kunne være at arbejde ud fra WIFM- (Whats In It for Me) tankegangen.

9.13 Interessent analyse af markedet for kiste indlæg

Med udgangspunkt i ovenstående har vi også lavet en beskrivelse af markedet for kiste indlæg via nedenstående interessent analyse.



9.13.1 De fjerne interessenter:

Stat, kommuner, husejere og beregnerer, se ovenstående interessent-beskrivelse. Hertil skal tilføjes slutbrugeren.

Slutbrugeren.

Personen der planlægger sin egen begravelse, familien der står tilbage, de offentlige instanser, der skal sørge for begravelse. Fælles for dem alle sammen er, at de hver især på et vilkårligt tidspunkt skal tage stilling til en begravelse. Ved en afsked ønsker de fleste at sende afdøde personer afsted med værdighed. Her kunne et 100% miljøvenligt produkt, lavet af gamle planter, der har udtjent deres rolle som tag, være et attraktivt bud.

9.13.2 De nære interessenter

Tækkemand, vognmand, se beskrivelse i businesscasen omkring varme/energi udvinding.

Kisteproducenter.

Kisteproducenter bruger i dag mange nyttige, nye ressourcer på produktion af kister med dertilhørende indlæg.

Disse ressourcer kunne bruges mange andre steder i verden, f.eks. pånplader, bomuld, hør, vat, pap m.m.

Ved en simpel produktion af stråtagsmåtter, lavet af gamle tage, ville man kunne levere et produkt, der lever op til alle krav til egenskaber – og måske kunne man også gøre det endnu mere interessant, hvis det viste sig muligt at levere et produkt, som også dækker behov for brug af lagner, som p.t. produceres i bomuld og hør.

Økonomiske overvejelser

Det er vigtigt at påpege at de følgende tal er estimerede, og at det ikke har været muligt at gå 100% i dybden med de økonomiske tal. De er medtaget for at give et billede af muligheden. Som nævnt indledningsvist, er det potentielt muligt at producere 822.857 m² med de estimerede 6.000 tons gammelt stråtag.

De samlede omkostninger ved køb af et produktionsanlæg fra Advance Nonwoven, samt dertilhørende driftsomkostninger vil årligt være 10.668.292 kr.

De fragtmæssige omkostninger til producenterne vil ved den maksimale produktion være 6.240.000 kr.

Så er spørgsmålet, er det overhovedet muligt at sælge så mange indlæg? Ja, ifølge statistikken dør der dagligt over 150.000 mennesker verden over. Hvis man antager der går 2 m² stråtagsmåtte til hver kiste, er det 411.428,5 kister. 2,75 dage om året at folk der går bort. Eller set på årsplan, hvor det er omkring 54 millioner mennesker, der afgår ved døden. Så er det svarende til, at man skal sælge stråtags måtter til ca. 0,7 % af tilfældene.

På baggrund af ovenstående analyse vil vi skematisere flg. i en SWOT model



Med udgangspunkt i SWOT analysen er der nedenstående en TOWS matrix. TOWS matrixen bruges til at sætte styrker, muligheder, svagheder og trusler op mod hinanden til handling.

TOWS	S	W
	<ul style="list-style-type: none"> • Bæredygtig profil, stråtag er miljø positivt på alle tænkelige måde • Det har en høj "brandværdi" • Stærk historie • Det har en værdi for forbrændingsanlæg. 	<ul style="list-style-type: none"> • Svært at sortere rent • Svært at genbruge til produkter • Der er ingen standard i stråtagsbranchen • Stigende mængde af gammelt stråtag
O	SO	WO
<ul style="list-style-type: none"> • Politisk grøn omstilling • Stigende import af brændbart affald • Der er 6.000 tons gammelt tag. årligt • Der er 1800 tons frisk stråmateriale fra Rensnings processen, årligt. • Teknologisk udvikling, så man kan sortere 	<ul style="list-style-type: none"> - Bruge den bæredygtige profil til at markere stråtagsbranchen som et Grønne valg. - Tage markedsandele fra det importerede affald, da materialet har en høj brændværdi - Med en bæredygtig profil er der 	<ul style="list-style-type: none"> - Der er masser af materiale hvilket vil underbygge en forretningsplan. - Ved at skabe et firma, der kan håndtere stråtags affaldet, får man skabt en standard til glæde for hele branchen. - Den teknologisk udvikling vil kunne hjælpe med at tilsikre nye forretningsområder inden for udnyttelse af stråtagsmaterialet.

	rest produkter 100% rent.		en oplagt muligt for lave et firma som har et stærkt grønt brand.	-	Stråtagsmaterialet kan gå fra at blive en omkostning til en indtægtskilde.
	<ul style="list-style-type: none"> Firma der kan tage sig af hele processen. Gratis Råvare Konstant stort markedsbehov inden for begravelser. 	-	Producere indlæg til kiste producer center		
T		ST		WT	
	<ul style="list-style-type: none"> Stigende fragtpriiser, ifølge af lønninger, olie mm. Manglende opbakning fra Stråtagsbranchen. Den grønne omstilling til 100% vindenergi 	-	Lægge vægt på de positive forskelle man kan opnå sammen i branchen i en klar kommunikation	-	Lave en klar strategi for stråtagsbranchens affald.
		-	Brude den gode historie til at kommunikere til markederne.	-	Bruge overskuddet fra løsningen til at investere i lokalområder, så vi forbedrer kvaliteten af materialet samt mindre spild.

9.13.3 Konklusion

Der er mulighed for at gå videre med begge scenarier. Første mulighed, varme/energi-udvinding har begrænset behov for investeringer, og det gør denne attraktiv og overskuelig at prøve af. Der er dog desværre begrænset muligheder for indtjening. Men som non profit-initiativ kunne den måske være til gavn for branchen, bl.a. i markedsføring.

Den anden case er den mest risikofyldte, fordi der skal investeres i produktionsapparat og salgsorganisation. Dertil skal der investeres et ukendt beløb i udvikling og analyse af gammelt stråtag, hvorvidt om denne har de fornødne egenskaber til at kunne bruges som kisteindlæg. Men vælger man denne case er der også størst mulighed for profit maksimering, bl.a. fordi markedet for kisteindlæg er stort og meget attraktivt. Muligheden for markedsføring af de nævnte kisteindlæg er gode, idet det, også i virkelighedens verden, er meget konkret fra vugge til grav i en miljøvenlig kontekst.

Det må være op til markedet at vælge den bedste business case. Vi har gjort, hvad der stod i vores magt under hensyntagen til vores ressourcer, for at belyse problemstillingen på bedste vis.

9.14 Perspektivering

Det er vigtigt at holde i mente, at løsningen med at brænde gammelt stråtag kun er interessant, så længe man i Danmark vil producere energi fra forbrænding. Såfremt man stiller om til 100% grøn vind/sol energi vil man skulle finde andre alternativer til gammelt stråtag.

Vi har gennem dette projekt påvist flere forskellige muligheder. Alle har dog den svaghed, at der er vanskeligheder i at sortere den rustfrie tråd fra restproduktet. Men såfremt teknologien tillader det, og man vil investere i udvikling af sådan maskine eller kan købe den fra eksisterende viden, vil man med fordel kunne genbruge, gammelt stråtag i forskellige produktioner.

Vi tror på at med en mere grundig afprøvning og undersøgelse, ville "vugge til grav-delen" af projektet virkelig kunne komme til sin ret som elementer til gravkister og tilbehør til disse. Vi tror på, at størstedelen af slutbrugerne inden for kister ville sætte pris på den gode historie om det miljørigtige produkt.

Ved en eventuel videre bearbejdning af ovenstående businesscase ville det være interessant at verificere tallene mere grundigt og samtidig arbejde med en målrettet strategi for markeds-

føring, herunder en mere grundig analyse af markedet med særlig fokus på slutbrugernes interesser og holdning til priser. Vi tror på, at stråtaget tilbyder omverdenen mange miljømæssige fordele, både i sin levetid som tag og som ressource inden for genanvendelse. Materialet til stråtaget er naturligt, uden tilsætningsstoffer og dermed unikt i alle tænkelige måder. Det kræver blot den rette attention.

9.15 Gammelt stråtag som nye møbler

Straatagets Kontor har kontakt med to unge designere, som er meget interesserede i at afprøve mulighederne for at anvende tagrør til produktion af miljørigtige designmøbler. Om det så skulle være af gammelt, nedtaget tag, som efter en rensningsproces ville kunne bruges – eller om man lige så godt kunne bruge rester fra oprensningen af danske tagrør, det må komme an på en nærmere vurdering af hensigtsmæssighed og økonomi.

Hele tanken om at genanvende strå til møbler opstod i et møde mellem Stine Weigelt, den ene af de to designere, og lederen af Straatagets Kontor. Udgangspunktet for mødet var, at Stine og hendes kollega, Lærke Balslev, var interesserede i at vurdere, om de ville tage tagrør og dermed også stråtaget med på en udstilling, de er i gang med at forberede og udvikle. Udstillingen sker på opfordring af og i samarbejde med designforeningen Rundkant og skal løbe af stablen i efteråret 2017.

9.15.1 Tækkestrået - fremtidens alternat til møbelproduktion

Stine Weigelt og Lærke Balslev skriver selv om deres interesse i tagrør:

Vi har arbejdet ud fra et fremtidsscenario om, at vi ikke længere må designe produkter i plast. Som designere skal vi finde alternative materialer til at fremstille møbler. Vi har et stort ansvar for at designe med omtanke, for også vi har ansvar for, hvor de materialer, vi anvender, havner når produkterne ikke længere bruges.



Med det udgangspunkt vil vi tage fat i det let tilgængelige og miljøvenlige materiale, tækkestrå. Tækkestrå er med dets egenskaber, som høj siddekomfort og taktelitet, interessant i forhold til møbler. Tækkestrå, som vi kender fra tækkede tage, er normalt et materiale, der bruges udendørs.

Vi vil arbejde med at flytte materialet indendørs for at fremhæve dets uudnyttede kvaliteter. Det vil vi gøre i form af et møbel, hvor håndværket og teknikken er det grundlæggende for form og æstetik.



Type & omfang:

Vi vil i samarbejde med østjyske tækkemænd designe og fremstille en serie på 2-3 møbler. Vi vil arbejde med tækkestråets muligheder og imødekomme dets begrænsninger med ærlighed. Møblerne er et bud på en ny måde at bruge tækkemandens teknikker og håndværk i mindre skala - i et møbel.

Stine og Lærke på studie for at lære om tækkemandens håndværk. Hos tækkemand Tonny Bogut, Sønderup.

Om 100 år vil tækkemanden bevæge sig fra tagets ryg og ind i det moderne hjem. Rundkants udstillingen "Rundkant på Forkant" er første skridt mod at vise hvad man kan med materialet og teknikken.

Vi vil fremadrettet arbejde på at få et samarbejde med Møllerup Gods om at omdanne spild af tækkestrå ved høst og tækning til et bæredygtigt materiale, der kan bruges til møbler. Teknikken til det besidder Møllerup Gods allerede. Vi vil også undersøge – i samarbejde med tækkebranchen – om der evt. er mulighed for at genbruge gamle stråtage til møbler. Begge former for genbrug i ny kontekst rummer rigtig gode muligheder for historiefortælling i tilknytning til markedsføring.

9.15.2 Om Rundkant

Rundkant er navnet på et tværfagligt designfællesskab, som forener over 20 kvindelige designere fra Danmarks arkitekt-, kunst- og designuddannelser. Foreningen skal betragtes som et feminint designlaboratorium, hvor der eksperimenteres med materialer, tilgange og form, og hvor der stilles spørgsmålstejn ved normerne. Resultatet af disse eksperimenter er en årlig udstilling af innovative møbeltyper med særlig kunstnerisk og ikke-kommerciel karakter under skiftende temaer.

Siden dannelsen af Rundkant i 2011, er antallet af medlemmer og interessen for foreningens arbejde steget i et hastigt tempo. I efteråret 2016 kunne foreningen dels fejre sin 5 års fødselsdag, og dels at den nu er skrevet ind i den danske designhistorie med et afsnit i bogudgivelsen "Dansk Design Nu".

9.15.3 Rundkant på forkant, 2017

Baggrund for projektet:

Mens Rundkants foregående udstilling, I takt til nye toner, kiggede 100 år tilbage på kvinders liv og levevilkår, og skabte et nutidigt bud på dette, trækker den kommende udstilling, Rundkant på forkant, beskueren 100 år ud i fremtiden og skaber spekulative bud på fremtidsmøbler.

I takt med at verden forandres inden for både politik, økonomi, etik, miljø og socialt, kan det være svært at gennemskue, hvor disse forandringer vil føre os hen, og tanker om fremtiden bliver hurtigt abstrakte og svære at forstå. Rundkant ønsker derfor at åbne nye perspektiver på fremtiden og invitere publikum ind i et rum for diskussion, dialog og debat om den verden, vi lever i nu, ved at komme med konkrete bud på, hvordan vi muligvis kunne leve i fremtiden.

Udstillingen, Rundkant på forkant, vil beskæftige sig med fremtiden ved at se på, hvordan endnu ukendte verdenssituationer vil påvirke vores levemåde, samt hvordan tendenser fra nutiden i yderste konsekvens vil udvikle sig og påvirke samfundet og den hverdag, der vil blive levet om 100 år.



9.16 Noter fra møde med Tommerup kister.

Hvilke pladetype bruges: Spånplade skal laves i type E1, De skal kunne brændes.

Hvad sker der med kisterne: 80% af alle kister i bliver brændt.

Hvor mange producere i+: 25.000 kister, årligt,

Hvad bruger i til indlæg?

Men der hvor det bliver meget interessant er ved selve madras og pude. Eller side polstring.

Hvad skal indlæg kunne gøre?

15 liter, væske skal en madras kunne suge. (50 liter worst case)

Lugt på materialer, evt. Bakterie resistens.

Egenskaber som det, også lugt efter fugt.

Minimere bakterie.

9.17 Note 1

The amount of renewable and non-renewable primary energy used as raw material is calculated from the materials net calorific value, see Table 1. The value for reed is based on two independent sources. DICOMEX, as shown in Figure 1, is measured data on the specific material, and therefor used in this study. Ove Loland, as shown in Figure 2, is used as a cross-reference to check the plausibility. Here it is estimated that a number of similar biomasses (including reed) have an approximated value of 15 MJ/kg. The CV for pallet wood is based on the used GaBi flow (Timber spruce), which is 17,6 MJ/kg. The same approach is used for nylon and PE-film. Cardboard is based on a report from the Danish EPA (section 3.3.7.2 in Link)

Renewable material	Net calorific value [MJ/kg]	Amount per FU [kg]	Total per FU [MJ]
Reed	16,6	44,6	740
Wood (packaging)	17,6	0,0328	0,58
TOTAL			740,58
Non-renewable material			
Nylon (packaging)	32	0,175	5,6
PE-film (packaging)	43	0,0044	0,19
TOTAL			5,79

DICOMEX SAMPLE OF BIOMASA REED AGRO;

HUMIDITY ; H % - 10,81

ASHES ; A % - 3,95

FUEL VALUE; Q (kJ/kg) 16593

SULPHUR; S%; 0,069

ACIDITY; pH; 7,1

Figure 1 Calorific value of reed material. Source: DICOMEX



Figure 2 Calorific value of reed material. Source: Ove Loland

Results for the following waste categories are calculated:

- Hazardous waste disposed
- Non-hazardous waste disposed
- Radioactive waste disposed

Results for the following end-of-life output flows are calculated:

- Components for re-use
- Materials for recycling
- Materials for energy recovery
- Exported energy (per energy carrier)

9.18 Note 2

Interview af Wincorp. □SWM

EcoComfort

I Holland har firmaet EcoComfort, som er en del af tække virksomheden Van Wincoop, startet en produktion hvor man laver gammelt stråtag om til strøelse til landbruget. Ideen har sin berettigelse, da man i Holland I dag importerer halm fra nabolandene, Tyskland, Danmark og Belgien. Dette skyldes primært et meget lille landbrugsareal. Prisen på strøelse har derfor en højere pris, hvilket gør det muligt at forarbejde gammelt stråtag og være konkurrence dygtig overfor halm. Der til har gammelt stråtag sine fordele, da det skulle være mere bakterie resistent, i forhold til almindeligt halm. "Gammelt stråtag er fyldt med diverse sandarter og er mere robust end halm". Udtalelse fra Jan van Wincoop.

Det har taget nogle år at udvikle maskinen og specielt rustfrit tråd har vist sig at være en svær nød at knække. Det har taget 4 år med research. Firmaet vil ikke oplyse hvordan de har løst det.

Deres største udfordring og omkostning nu, er transport af materialer til maskinen. Maskinen koster omkring €200.000 så der er kun 1. Firmaet har sin egen lastbil og arbejder kun med gamle tage fra eget firma. Der blev oplyst at de arbejder med stråtage i en radius af ca. 100 km. Ved spørgsmålet hvorfor kun deres "egne" tage, var svaret at de har prøvet med andres tage. Det viste sig at andre firmaer ikke var god nok til at holde affald, lægter og rygningstegl, ud af

materialerne. Nu de kun har deres egne, næsten rene, materialer kan de slukke for en del af maskineriet. Der sidder en slags "forknuser" der grovdeler materialerne hvorefter maskinen kan sortere dem. Den forknuser behøver de så ikke bruge så meget.

De oplyser at det koster €60 per ton at lave strøelsen og det kan sælges for €135 per ton. Der er kun nogle procent spild af uønskede materialer. Van Wincoop Rietdekkers melder på deres hjemmeside at de leverer omkring 150 tage per år. Hvis vi går ud fra 150m2 per tag er det 22.500m2 gammel tag plus alt affald der kommer fra nytækningen. Til nyt tag bruges der 9 bdt a 4 kg p.m2, det er 36kg p.m2. Går vi ud fra at halvdelen af materialerne er forsvunden når taget er slidt ned er der 15-18 kg p.m2 tilbage. 22.500m2 gange 16kg er 360tons.

Efter spørgsmålet om de kan se andre muligheder for gammelt tag er svaret at, det er der ikke. Man kan ikke presse pellets af rør da rørene ikke hæfter sammen som træ gør. At brande gammelt tag af, giver megen aske og glaserer ovnen (megen sand i rørene). Fabrikation af byggeplader/spånplader kan heller ikke lade sig gøre, rør hæfter ikke, o.s.v.

EcoComfort er det eneste firma i Nederland der bearbejder gammelt tag. Andre firmaer deponerer det eller brander af på en mark eller haksler det og spreder det på en mark. På Föhr og Amrum i '90erne var der stor aktivitet med nytækning af stråtage på grund af stor tilskud fra staten (op til 90%). En overgang tog lokale bønder gamle tage ned. De pressede dem i små halmballer og kørte dem hjem. Muldlaget på deres marker er flere meter tyk. De gravede store huller i deres marker, solgte en del af mulden og i hullerne fyldte de ballerne hvorefter de lagde et lag muld over ballerne. Kunne være spændende at se hvordan det går med det.

En del af Van Wincoop concernen importerer rør fra Kina og er meget involveret i arbejdsprocessen derover. Før de producerede rør til tage blev rørene høstet til celluloseproduktion. Nu bliver de allerpæneste rør brugt til tage, mindre pæne rør bliver brugt til rørmatter og lignende produkter og alt affald går stadig til celluloseproduktion.

9.19 Note 3

Data fra spørgeskema undersøgelse, udført af stråtagets kontor 2015

DATA på spørgeundersøgele EPD, 2015	Respondenter	29			Brug af Firma til proces		Idder til genanvendelse		
Firma	Aflivere det på Genbrug	Brænder af på mark	Brug til egen forbrænding og salg.	Andet	Pris for bortskaffelse af 100 m2	Ja	Nej		
Meer Stråtag	1	0	0	0	5000	1	0	Strøelse	Piller
?	1	0	0	0	1000	0	1	Strøelse	brændsel
?	0	0	0	Aflivere det som forbrænding	1650	0	1		
?	1	0	0	Aflivere det på forbrænding	12000	0	1		
JC byg	1	0	0	0	3000	1	0	Til kompost	
?	1	1	0	0	160	1	0	Opvarmning	
Niels Andersen	1	0	0	0	3000	1	0	kompost	
?	1	0	0	0	1000	1	0		
?	1	1	0	0	2000	1	0		
Thomas Gerner	1	0	0	0	1000	1	0	Rygning	
?	0	1	0	0	2500	1	0		
Jørand	1	0	0	0	2000	1	0		
Hemmed	1	0	0	Afliveres evt. På en mark	2000	1	0	Dæk til kartofler	Landbrugsjerd.
M. Busk	0	1	0	Aflivere det til forbrænding	160 pr ton	1	0	Fjernvarme	
?	0	0	0	Forbrænding	4000	1	0	Kompost	
Bjarne	1	1	0	0	8000	1	0	kompost	
Finn Hansen	1	0	0	0	1400	1	0	Træpiller	
Martin Lund	0	0	0	Forbrænding	3500	1	0	Kyst sikring	
Tonny	1	1	0	0	3500	1	0	Fjernvarme	
K.W APS	1	1	1	0	595	1	0		
?	1	0	0	0	4500	1	0	Fjernvarme	Piller
?	0	1	0	Fyldes i huller til dyrer liv	12500	1	0		
Kim andersen	0	1	0	0	15000				
?	1	0	0	Kunden bortsælger selv	3500	1	0		

K.W APS	1	1	1		595	1	0		
?	1	0	0	0	4500	1	0	Fjernvarme	Piller
				Fyldes i huller til dyrer liv		12500	1	0	
Kim andersen	0	1	0	0	15000				
				Kunden					
?	1	0	0	0	3500	1	0		
tonny Nielsen	1	1	0	0	3500	1	0	Strøelse	Brændsel
?	1	1	0	0	0	1	0		
								Strøelse/ mønning	
Rasmus roager	1	0	0	0	2500	1	0	Afbrændning	
Steffen Heibo	1	1	0	0	350	1	0	Piller	Gødning
Børge Stolt	1	1	0	0	0	1			
	22	13	1	0	0				
	0,759	0,448	0,034				25	3	
Total	Afløvere det på Genbrug	Brænder af på mark	Brug til egen forbrændning og salg.	Andet, ikke difinerbart					
	100%	76%	45%	3%	21%				
Ideer til genanvendelse	Fjernvarme	Strøelse	Kompost	Andet					
	10	4	7	2					
Ønske om underleverandør til Proces	JA	Nej	Ved ikke						
	29	25	3	1					
	100%	86,2%	10,3%	3,4%					

9.20 Note 4

Lån	20.000.000
ÅR	10
RENTE	6%
SCRAP VÆRDI	1.000.000
	-2.793.227,12 kr.
Årlig lønomkostninger	8.514.720,00
Årlig Faste omkostninger	1.000.000,00
Total omkostning ved afhentning af materialer	
Fragt	3.946.800
Total omkostninger	10.668.292,88 kr.
Årlig produktion	822.857,15
total omkostninger pr. M2	
Omkostninger	12,96 kr.
24m2 pr. Palle.	34285,7
36 paller pr. Full load.	
Antal Full load.	952,4
Snit pris i DK på full load	6.500,00
Fragtomkostninger pr. M2	7,52

total omkostninger pr. M2 DAP. Ved optimum produktion.

20,49 kr.

9.21 Note 5

Rapport fra Anne Christine Steen Kjær ATT: JK

Bilag 1. EDP Straatag

Bilag 1.1 EPD straatag. Carlo F. Christensen

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 2. Plader af gammelt straatag

Bilag 2.1 Plader af gamle stråtag. T.I. Rapport

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 3. Resultat af målinger i "Guarded box"

Bilag 3.1 Resultat af målinger i "Guarded box"

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 4. Tækkevejledningen, den gældende, udgivet af Dansk Tækkemandslaug

Bilag 4.1 Tækkevejledningen, den gældende, udgivet af Dansk Tækkemandslaug

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 5. A guide to thatching in South Africa, TASA, S.A.,2015

Bilag 5.1 A guide to thatching in South Africa, TASA, S.A.,2015

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 6. How long will thatched roofs last, NSMT, UK

Bilag 6.1 How long will thatched roofs last, NSMT, UK

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 7. Det klimavenlige stråtag, Straatagets Kontor 2017

Bilag 7.1 Det klimavenlige stråtag, Straatagets Kontor 2017

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 8. Miljøvurdering af tag med tagrør og tækkemiscanthus, Teknologisk Institut 2014

Bilag 8.1 Miljøvurdering af tag med tagrør og tækkemiscanthus, Teknologisk Institut 2014

Forefindes på hjemmesiden http://straatagetskontor.dk/MUDP_PROJEKT

Bilag 9. Resultat af målinger I “Guarded hotbox”

Bilag 9.1 Notat – Hotbox målinger på TI, Aarhus (Projekt under Miljøstyrelsen)

Der er på TI-Aarhus udført 2 Hotbox målinger på 1,8m x 1,8m store test-emner med stråttækning. (TI-rapport nr 0308/2004289). På billedet herunder ankommer de 2 test-emner til TI.



Ankomst test-emner til Hotbox forsøg



Detaljer ved kanter af test-emner

Testemne 1



Testemne set fra den varme side

Testemne set fra den kolde side

Dette test-emne var udført med ca 30 cm strå tækket direkte på en krydsfinerbagplade. Hvis vi omsætter den målte U-værdi til en lambda-værdi for stråmaterialet findes $\Lambda(\text{strå}) = 0,2 \text{ W/mK}$ (der er set bort fra krydsfinerplader).

Testemne 2



Testemne set fra den varme side

Testemne set fra den kolde side

Dette test-emne var udført med ca. 30 cm strå tækket med et Sepatec underlag på lægter pr 0,3 m.

Mellem lægter og krydsfinerbagplade var monteret 30mm x 30 mm afstandslister. Hvis vi omsætter den målte U-værdi til en lambda-værdi for stråmaterialet findes $\Lambda(\text{strå}) = 0,4 \text{ W/mK}$ (der er set bort fra krydsfinerplader, Sepatec, luftlag og lægter).

Bilag 9.2 Diskussion af måleresultater

De udførte målinger viser at stråmaterialet i test-emnerne har en isoleringsevne som øges jo mindre luftgennemstrømning der er ved kanter og gennem selve strålaget. De målte lambda – værdier vurderes at være relativt høje, formentlig fordi der har været mulighed for utilsigtet luftgennemstrømning langs kanterne ved overgangen mellem strå og krydsfiner og muligvis har tækningen været i en ”løs” udførelse (bemærkning fra tækkemand!) .

Til sammenligning kan nævnes at en måling på en prøve fra et ca 30 år gammelt stråtag, som blev foretaget med lufttætte plastfolier indvendigt og udvendigt i en ” lambda-målekasse” viste at Λ (strå) = 0,07 W/mK. Der er således meget at hente hvis luftgennemstrømningen kan begrænses. I evt. supplerende forsøg kunne det derfor være interessant at se betydningen af dels en omhyggelig lufttætning af prøveemnernes kanter (fx med porskum , skal modregnes i resultat!), dels betydningen af lufttæt plastfolie monteret udv. og indv.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Hotbox - generel information

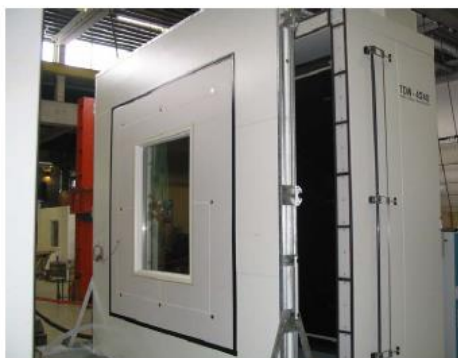
Med en hotbox kan man lave en fysisk afprøvning af en konstruktion og herved bestemme isoleringsevnen, U-værdien.

Teknologisk Institut har investeret i en af Europas største hotboxe, hvor man kan teste meget store elementer som garageporte, murstensvægge, døre og vinduer.

Hotboxen lever op til de nyeste standarder, der gives i EN 8990, EN 12567-1 og EN 12412-2.

Testemnet placeres mellem hotboxens to kamre, og der fastholdes en temperaturforskel. Da der kun kan ske varmetab fra den varme sides inderste kammer, kan U-værdien gennem testelementet beregnes ud fra temperaturforskel, areal og tilført effekt.

Testelementet er placeret lodret i Hotboxen, som er særdeles velegnet til at måle på vinduer, døre og porte, men kan også bruges til at bestemme U-værdier for



Teknologisk Institut udfører prøverne i hotboxen akkrediteret. Her er et vindue monteret i hotboxens ene kammer.

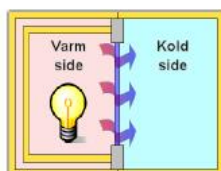
skillevægge, ydermure, facadeelementer mm.

Desuden kan hotboxen bestemme U-værdien for eksempelvis vinduesrammer, såfremt disse opbygges i en speciel tilegnet konstruktion.

Under testen er der mulighed for at bestemme overfladetemperaturer på emnet. Efter endt test kan man med et termovisionskamera tage billeder af emnet og derved få illustreret kuldebroerne i konstruktionen.



Hotboxen i drift



Principiel opbygning af Hotbox

Yderligere oplysninger:

Teknologisk Institut

Byggeri
Kongsvang Allé 29
8000 Århus C

Tlf: 7220 3800

Email: klimaskaerm@teknologisk.dk

BYG 10-2008



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk