



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Udvikling af langtids- holdbar tangmønning til stråtage



Juni 2018

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Bodil Engberg Pallesen,
Seniorkonsulent Teknologisk Institut,
Bioressourcer og Bioraffinering
Agro Food Park 15, Skejby
8200 Aarhus N

Fotos:

Bodil Engberg Pallesen
Henning Johansen
Kurt Bech Schierup m.fl.

ISBN: 978-87-93710-36-8

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Forord og baggrund	5
2.	Konklusion og sammenfatning	7
2.1	Forsøg og screening – tangmåtter til mønningsformål	8
2.2	Resultater	9
3.	Formål og metode	11
3.1	Projektets formål	11
3.2	Metode	12
4.	Potentiale og råvare-håndtering af ålegræs	13
4.1	Potentiale for ålegræsressourcer	13
4.2	Bjergning af ålegræs	15
4.3	Økonomi	18
5.	Tang-Tørv prototypen - Forsøg og resultater	20
5.1	Forsøg på CAFT-linien	20
5.1.1	Forbehandling af ålegræsråvaren	21
5.2	Kravsspecifikationer	22
5.3	Resultater - Prototypen	22
6.	Test af tang-tørv og -ruller	25
6.1	Analyse af indholdsstoffer	25
6.2	Brandegenskaber	26
6.3	Emissionsprøvning – bl.a. til brug ved Cradle to Cradle certificering	28
6.4	Accelererede klimaforsøg ved Teknologisk Institut	29
7.	Miljøvurdering – afgrænset LCA-analyse samt Cradle to Cradle certificering	32
7.1	LCA-analyse	32
7.1.1	Forudsætninger	33
7.1.2	Resultater	33
7.2	Cradle to Cradle – certificering - formål	36
7.3	Cradle to Cradle – GULD-certifikat	37
7.4	Miljøvurdering af bæredygtigheden ved ålegræs som ressource	40
8.	Afprøvning af Tang-Tørv og tangruller til mønninger	42
8.1	Indledende af prøvninger på Læsø	42
8.2	Prøvemønning i Djursland og Fyn	42
8.3	Evaluerings af holdbarhed ved afprøvningerne	46
8.4	Kommercialisering af produktet	47
8.5	Økonomiberegninger og forretning	47
9.	Formidling	49
9.1	Succeskriterier	49
9.2	Artikler i bl.a. TÆK – tækkebranchens blad	50
9.3	Sustainable Build - netværk	50

9.4	Launch Nordic challenge	50
9.5	Fiberties-network m.fl.	50
9.6	Workshops	50
9.7	Øvrige aktiviteter	51
10.	Fremtidsperspektiv og konklusion	53
10.1	Perspektiver	53
Bilag 1.	Artikler	54
Bilag 1.1	Guld til Tang-Tørven – TÆK, nr. 1, 2017	54
Bilag 1.2	Mønninger af tangmåtter – TÆK nr. 4, 2016	57
Bilag 1.3	Tang-tørv tegner lovende, TÆK nr. 4, 2015	59
Bilag 2.	Følgegruppe	61

1. Forord og baggrund

Tængemand Henning Malmose Johansen, fra tækkefirmaet Storhaven på Læsø har specialiseret sig i at tænge med tang og restaurere de historiske tangtage på Læsø med ålegræs. I denne forbindelse er der etableret en tangbank, Læsø Tangbank (nu Læsø Zostera ApS), med lodsejere især fra Storstrømsområdet, som bjerger ålegræs. Henning har, qua sin store interesse for tang, arbejdet med at finde på alternative måder at anvende tang på. Dels fordi tang/ålegræsset har så mange specielle kvaliteter, såsom værende ikke brændbart materiale – vel først og fremmest pga. det høje saltindhold i materialet, men også fordi tang-tagene er så holdbare. Henning har derfor udviklet et system til at lave mønninger (rygning) af tørret ålegræs, også til almindelige stråtage. Metoden her er baseret på 100 % håndarbejde, hvor der anvendes ca. ca. 170 kg ålegræs pr. m2 mønning. Tangen stoppes tæt sammen, ved hårdt arbejde, og holdes på plads på rygningen vha. ståltrådsnet. Men metoden er utidssvarende og alt for dyr – der var brug for at tænke nyt. Dette blev startskuddet til at netværket mellem Advance Nonwoven, Henning Johansen samt Teknologisk Institut blev etableret.

Advance Nonwoven (ANW) har arbejdet med udvikling af bæredygtige materialer fra naturfibre og genbrugsfibre gennem de seneste 10 år ikke mindst til byggebranchen, herunder også måtter fra naturfibre til en række forskellige formål.

Udviklingsarbejdet med nye bæredygtige produkter bygger på en unik CAFT Nonwoven Technology (Carding Airlaid Fusion Technology), udviklet ved Advance Nonwoven, som kan håndtere fibre i alle mulige længder.

Udviklingsarbejdet bygger også videre på forskning gennemført af seniorkonsulent Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut, AgroTech, der gennem mange år har arbejdet med udvikling af økologiske byggematerialer, bl.a. isoleringsmåtter fra hør og hamp¹ med støtte fra Energistyrelsen². Forskningsarbejdet har taget udgangspunkt i nonwoven-teknologien, som tidligere kun kunne håndtere fiberlængder på ganske få millimeter som f.eks. cellulosefibre, og nu kan håndtere lange fibre på 100 millimeter eller længere, som f.eks. mange naturfibre. Advance Nonwoven har rettighederne til teknologien.

I nærværende projekt "Tangmønning – Udvikling af en langtidsholdbar mønning af ålegræs til stråtage" er der synergi til projektet Tangisoleringmåtter, men udfordringerne i tækkebranchen adresseres mere specifikt, herunder udvikling og afprøvning af tangmåtter til mønning formål. Ambitionen er, at det nye tangmønningmateriale, formet i tørv eller ruller, vil være langtidsholdbart og et reelt alternativ til gængse mønningmaterialer som lyng, halm og tørv af spagnum.

Indsatsen har været koncentreret om:

- Udvikling af prototypen ud fra definerede kravsspecifikationer

¹ Pallesen, B.E. Biomaterialer; <http://agrotech.dk/arbejdsomraader/raadgivning-og-udvikling/biomaterialer>

² Energistyrelsens program: Miljø- og arbejdsmiljørigtige isoleringsmaterialer 2000 - 2004

- Test og dokumentation af tekniske egenskaber
- Miljøanalyse – LCA-analyse
- Certificering efter Cradle to Cradle
- Råvarepotentiale og tilgængelighed
- Præsentation overfor tækkebranchen og test af de nye mønninger

Endvidere har projektet samarbejdet med Stråtagets kontor, Dansk Tækkemandslaug³, og Tækkelaug⁴, tækkefirmaet Carlo Christensen, Hemmed Tækkefirma, Vugge til Vugge, Danmark ved Annette Hastrup samt DTI-byggeri og anlæg m.fl. Derudover har der været tæt kontakt til yderligere aktører indenfor tækkebranchen herunder en lang række tækkemænd.

Projektet er gennemført i perioden 1. januar 2015 – 31. marts 2017, og har modtaget støtte under MUDP-programmet, indenfor området økologisk byggeri. En følgegruppe nedsat af Miljøstyrelsen/MUDP med repræsentanter fra Landsforeningen for Økologisk Byggeri, Dansk Standard samt Stråtagets Hus har fulgt projektet. Teknologisk Institut har varetaget projektledelsen.

³ <http://www.taekkelaug.dk/>

⁴ <http://jtl.dk/>

2. Konklusion og sammenfatning

De nye Tang-Tørsv – tangmåtter til mønninger - er fremstillet af ålegræs og afprøvet af tækkebranchen. Produktet lever op til de krav, som tækkebranchen har efterlyst både mht. at de kan fremstilles som tang-tørsv eller tangruller, der er nemme at håndtere og hurtige at mønne med på stråtage. Mønningsprodukterne er vejrbestandige og ikke brandbare med forventet længere holdbarhed end gængse mønningsmaterialer som lyng og halm. Der er gennemført en afgrænset LCA-analyse. Produktet har opnået Cradle to cradle GULD-certificering.

Målet med projektet er at udvikle et formstykke til tang-mønning, som et brugbart alternativ til erstatning af eksisterende mønninger af lyng og halm, som er den type, der i dag anvendes til stråtage.

Mønningen er opbygget af sammenhængende "tørsv-lignende" formstykker af tang/ålegræs, som betyder en:

- Ikke brandbar mønning da ålegræs har egenskaber som et ikke brandbart materiale, pga. højt indhold af salte. Salte anvendes som brandhæmmere i mange produkter
- Langtidsholdbar løsning, der skal holde i hele tagets levetid, dette er efterspurgt af tækkemændene, som et produkt der kan bidrage til at fremme det samlede produkt og kundens oplevelse af dette produktet
- Nem håndtering og medfører en mere enkel oplægning (i forhold til gammeldags mønning med tang) og bedre arbejdsmiljø, pga. mindre arbejdskrafttung byggeproces, som er arbejdsbesparende
- Værdiforøgelse af ålegræs som en ressource og ikke affald, hvor ålegræs udgør et problem langs vore strande
- Øge bæredygtigheden ved at anvende tang til mønning, som så ikke skal mønnes hver 3 eller 5 år
- Mulighed for at tilpasse forskellig design af mønninger til forskellige typer af stråtage
- Konkurrencedygtigt produkt og pris

Projektet har ønsket at udvikle en tang-løsning bestående af ålegræs formet i passende formstykker – også mht. densitet og størrelse og kravsspecifikationer, der er fastlagt for mønninger. Målet har været, at de nye prototyper for tang-mønninger ville betyde en kvalitetsforbedring af stråtaget og levetiden, der kan bidrage til at fremme efterspørgslen på stråtage og dermed fremme tækkebranchen.

I projektet er produktets egenskaber mht. brand, holdbarhed, egenskaber ift cirkulær økonomi og bæredygtighed dokumenteret, det sidste bl.a. i forbindelse med en cradle to cradle certificering. Holdbarhedstest er gennemført som accelererede klimatest, som fortsat pågår ved afslutning af projektperioden. Dokumenterede bæredygtige byggematerialer forventes at opnå et fortrin hos de bygherrer, rådgivere og udførende i byggeriet, som i fremtiden ønsker bæredygtige produkter. Ambitionen er også at de nye tang-mønninger indirekte vil fremme byggeri med stråtage.

En anden opgave har været at kortlægge potentialet for råvaren ålegræs- ressourcer og potentialet for en ny råvare i form af ålegræs, som er den type tang, der skal anvendes, og særligt vurdere produktets økonomiske potentiale. I denne forbindelse er en vigtig opgave også at mobilisere flere avlere/lodsejere til at bjerge ålegræs.

Projektet er gennemført i samarbejde mellem Advance Nonwoven⁵, og tænge- og tækkemand⁶ Henning Johansen, Storhaven. med Bodil E. Pallesen⁷ Teknologisk Institut, AgroTech har været projektleder.

Advance Nonwoven (ANW) har arbejdet med udvikling af bæredygtige materialer fra naturfibre og genbrugsfibre gennem de seneste 10 år ikke mindst til byggebranchen. Tængemand Henning Johansen arbejder i samarbejde med Læsø Tangbank om at opbygge råvare-ressourcer af tang, nærmere bestemt ålegræs, og har arbejdet for at finde frem til nye anvendelser for ålegræs-ressourcerne, så det ikke kun er anvendeligt til restaurering af tangtage på Læsø. Udviklingsarbejdet bygger videre også på forskning gennemført af seniorkonsulent Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut, Agro-Tech, der gennem mange år har arbejdet med udvikling af økologiske byggematerialer, bl.a. isoleringsmåtter fra hør og hamp med støtte fra Energistyrelsen.

Derudover samarbejder projektet med Vugge til Vugge, Danmark⁸ ved Annette Hastrup samt DTI-træ og biomaterialer, Dansk Brandteknisk Institut⁹, Dansk Tækkemandslaug¹⁰, en række tækkefirmaer bl.a. Carlo Christensen¹¹, Stråtagets hus¹², Landsforeningen Økologisk Byggeri¹³ m.fl.

2.1 Forsøg og screening – tangmåtter til mønningsformål

Forsøgsarbejdet med udvikling af måtterne er foregået hos Advance Nonwoven (ANW) på Møllerup gods, hvor forsøgslinien – CAFT-teknologien er placeret. Udvikling af koncept for fremstilling af kvalitetsfibre af ålegræsset er foregået dels hos lodsejerne, der producerer tang-råvaren dels hos ANW, der har udstyr til neddeling af råvaren.

For at finde frem til den rette recept for måtteproduktet til mønninger, er der gennemført en screening med forskellige typer af bindere - alle termoplastbindere - og produktet er testet mhp. på at finde frem til den optimale andel af bindefibre i slutproduktet. På baggrund af en række indledende forsøg er der fastlagt kravsspecifikationer på produkter til mønningsformål, både som tørv og som ruller. Dette er foregået i samarbejde med følgegruppen samt flere tækkefolk, bl.a. Ruud Conijn, Hemmed Tækkefirma ved Glesborg.

⁵ www.advancenonwoven.dk

⁶ Tækkere af tangtage kaldes tængemænd.

⁷ <https://www.teknologisk.dk/projekter/projekt-tang-toerv-til-straatage-8211-nyudviklet-langtidsholdbar-tangmoenning/37400>

⁸ <http://vuggetilvugge.dk/>

⁹ www.dbi.dk

¹⁰ <http://www.taekkelaug.dk/>

¹¹ <https://www.carlochristensen.dk/>

¹² <http://straatagetskontor.dk/>

¹³ <http://lob.dk/lob/>

Produktets egenskaber er testet mht. brand og holdbarhed produktets egenskaber mht. holdbarhed samt vurdering af produktets bæredygtighed¹⁴ og cirkulære økonomi bl.a. form af en cradle to cradle certificering.

2.2 Resultater

Det er lykkedes at udvikle prototypen på mønningsprodukterne Tang-Tørv og Tang-ruller og opnå "hands on" mht. afprøvning i praksis. Tang-mønningen anses for reelt alternativ til mønningerne af græstørv, lyng og halm og indgår nu i sortimentet hos Danmarks største firma med byggematerialer til tækkebranchen.

- er lavet af et fornybart naturligt materiale, der ikke indeholder nogen skadelige stoffer, Dette er dokumenteret vha. analyser, som ligger til grund for Cradle to Cradle certificering på GULD niveau, der netop er udtryk for at produktet ikke indeholder skadelige stoffer. Bindere er f.eks. polyethylen/polypropylen, der nedbrydes til CO₂.
- er 100% genanvendeligt til fremstilling af nye tangbatts og kan dermed indgå i den cirkulære økonomi
- bliver produceret ved brug af vedvarende energi konkret ved hjælp af grøn energi
- genererer ikke spildevand da CAFT teknologien er en tør proces (maskinerne rengøres f.eks. med luft) og heller ikke i produktion af bindere Indgår spildevand
- lever op en række krav om social ansvarlighed, som f.eks. fair arbejdsmetoder og godt arbejdsmiljø

En krediteret brandtest er gennemført ved Dansk Brandteknisk Institut i et projekt om tangisolering, som viser at tangmåtter uden tilsætning af brandimprægnering kan opnå en brandklasse E. Dette er også interessant for anvendelse til mønning. Der er gennemført accelererede klimatest på mønningen, som er positive, og fortsat pågår ved DTI.

Afprøvning på et tag gennem to sæsoner har vist at mønningen af tang forandrer farve til lysegrå toner på overfladen, ligesom det kendes på Læsø tangtagene, men holder sig frisk inde. Den krymper lidt, nogle få procent, hvilket skal indregnes i oplægningen. Den er let at lægge op på tagryggen, og belastningen vægtmæssigt er helt anderledes let end med tørv af jord.

Der er gennemført en afgrænset LCA-analyse af produktet tangmåtter fra bjergning på standen til færdigt produkt. Men ikke ibrugtagning og affald/genbrug. Men produktet vil i princippet kunne upcycles til nye måtter.

LCA-miljøanalysen viste at:

- Drivhuseffekt (CO₂), der stammer fra Kuldioxid, Methan og Lattergas er således 464 g CO₂-ækvivalenter pr. kg færdigvare.
- Forsuring, der stammer fra Brændstoffer (fossile), Ammoniakfordampning og NO_x emissioner er beregnet til 7,0 g SO₂- ækvivalenter pr. kg produceret færdigvare.
- Næringssaltbelastningen, der stammer fra bidrag fra Nitratudvaskning, Ammoniakfordampning, Lattergas og Fosfor (beregnet ud fra overskud), er 11,8 g NO₃-ækvivalenter pr. kg færdigvare.

Tangmåtterne klarer sig bedre end såvel mineraluld med en drivhuseffekt på 1329 g CO₂-ækvivalenter pr. kg færdigvare samt 732 g CO₂-ækvivalenter pr. kg færdigvare for danske hørmåtter.

¹⁴ http://www.sdu.dk/aktuelt/nyt_fra_sdu/aalegraes+og+co2

Tangmønning i form af tørv og ruller er Cradle to Cradle certificeringet for Advance Nonwoven, og heri indgår dokumentation i form af bl.a. analyser for indholdsstoffer, herunder indhold af tungmetaller og produktion af produktet, herunder bjergning af råvarer. Samlet har denne dokumentation resulteret i udstedelse af Guld certifikat, " indenfor Cradle to Cradle¹⁵, som betyder at produktet lever op til de relativ strenge krav, der skal til for at opnå guld. Dokumentationen kan bl.a. bruges til at opnå point ved bygningscertificeringer som fx DGNB og LEED¹⁶. Certificeringsniveauet er meget højt for et byggemateriale, og tangmønningens produktet med certificering på GULD-niveau er det første byggemateriale i Danmark, der har opnået GULD ved denne ordning.

Viden om metoderne samt logistikken mht. bjergning af ålegræs er styrket i løbet af projektperioden. Udnyttelse af ålegræs vurderes at medføre en positiv miljøeffekt, idet aktiv bjergning af ålegræs fra strandene ifølge Flemming Gertz, Seges¹⁷ fremmer vækst af ålegræs i de nære farvande qua næringsstoffer fra biomassen fra nærområdet (strandene) ikke sendes ud i havmiljøet igen.

Tang-tørv og -ruller er præsenteret overfor tækkebranchen bl.a. gennem workshops, ved Tæk-kemandslaugets årsmøder mm og formidlet i en række fora herunder tækkebranchens blad TÆK. Samtidig er de forskellige metoder til mønning med de nye materialer afprøvet i praksis.

¹⁵ <http://www.dagensbyggeri.dk/artikel/93935-alegraes-opnar-cradle-to-cradle-certifikat>

¹⁶ http://www.indeklimaportalen.dk/raadgivere/baeredygtigt-byggeri/dgnb/fakta_om_dgnb; <http://www.breeam.com/> samt <http://www.fagerhult.com/da/Supportcenter/Belysningsplanlagning/breeam-og-leed/>

¹⁷ Personlig samtale med specialkonsulent Flemming Gertz, SEGES samt [Global analysis of seagrass restoration: the importance of large-scale planting](#)

3. Formål og metode

Tækkebranchen har behov for alternativer til gængse mønningsmaterialer som er lyng, halm og tørv. Halm-mønninger skal ofte skiftes hver 3. år, og lyng-mønninger med lidt længere levetid (5 – 7 år), har en ulempe i kraft af øgede problemer med mos på taget, som følge af lyngens "sure" miljø, som skaber grobund for mos og alger. Græs-tørv er meget tunge at håndtere og dyre at mønne med.

3.1 Projektets formål

Projektets overordnede mål er at udvikle en bæredygtig mønning til stråtage baseret på tang, der kan holde i hele tagets levetid. Målet er herudover at give et løft til hele tækkebranchen, fremme byggeri af stråtage, og bidrage til øget bæredygtighed indenfor byggeri og give stråtage et bedre image, og endeligt bidrage til at skabe vækst indenfor bæredygtigt/økologisk byggeri sektoren.

Målet med projektet er at udvikle en tang-mønning bestående af ålegræs formet i passende formstykker – også mht. densitet og størrelse.

Mønningen skal opbygges som sammenhængende "tørv-lignende" formstykker af tang/ålegræs, og målet er at mønningen kan opnå følgende egenskaber:

- Ikke brandbar mønning da ålegræs er et ikke brandbart materiale pga. højt mineralindhold med flere salte, der virker brandhæmmende
- Langtidsholdbar løsning, der skal holde i hele tagets levetid
- Nem at håndtere og medfører en mere enkel oplægning (i forhold til gammeldags mønning med tang) og bedre arbejdsmiljø, pga. mindre arbejdskrafttung byggeproces, som er arbejdsbesparende
- Værdiforøgelse af ålegræs som en ressource og ikke affald, hvor ålegræs udgør et problem langs vore strande
- Øge bæredygtigheden ved at anvende tang til tækning af mønning, som ikke skal mønnes hver 3 eller 5 år
- Mulighed for at tilpasse forskellig design af mønninger til forskellige typer af stråtage

Tangmønningen skal erstatte f.eks. mønninger af lyng og halm (det være sig fra både, rug, hvede, havre, byg og frøgræs), som er den type, der anvendes mest i dag til stråtage. Andre materialer er græs-tørv, men det er i dag næsten umuligt at fremskaffe tørv til mønninger. Halm-mønninger skal ofte skiftes hver 3. år, og lyng-mønninger med lidt længere levetid (5 – 7 år), har en ulempe i kraft af øgede problemer med mos på taget, som følge af lyngens "sure" miljø, som skaber grobund for mos. Samtidig er lyng en begrænset ressource, og svær at få fat på. Derfor er der i høj grad behov for alternative løsninger til mønning af stråtage. Tang-mønninger af løs tang i dag er velkendte på ikke mindst på Læsø, men med den nuværende teknik meget arbejdskrævende – 100 % håndarbejde - og tungt at arbejde med, og samtidig en relativ dyr løsning i forhold til de eksisterende løsninger.

3.2 Metode

I projektet skal fremstilles tang-formstykker, der skal leve op til specifikationskrav, så man kan opnå en forventet holdbarhed, gerne svarende til et stråtags levetid. Endvidere skal produktets affinitet overfor klima testes, og dokumenteres mht. brandegenskaber og viden om bæredygtighed tilvejebringes i løbet af projektet. Formstykket – tangmåtten – skal kunne tilpasses til at fungere sammen med det underliggende stråtag. Andre positive effekter såsom positiv effekt mod dannelse af mos mm. vurderes

Forsøgsarbejdet med udvikling af måtterne er foregået hos Advance Nonwoven (ANW) på Møllerup gods, hvor forsøgslinien – CAFT-teknologien er placeret. Udvikling af koncept for fremstilling af kvalitetsfibre af ålegræsset er foregået dels hos lodsejerne, der producerer tang-råvaren dels hos ANW, der har udstyr til neddeling af råvaren.

Tilvejebringelse af råvaren ålegræs er foregået i samarbejde med lodsejere på især Møn, Bogø og Tærø og koordineret af Læsø Tangbank. Lodsejerne skal sørge for at det er rent ålegræs, der bjerger samt at sand og grus mm vaskes ud af råvaren, at råvaren tørres, og evt. vendes inden den presses i baller, når råvaren er lagerfast.

Succeskriteriet er at finde den optimale løsning til en tang-mønning mht. kravspecifikationer fra tækkemænd. Endvidere demonstrere mønninger, som kan tilpasses flere forskellige måder at mønne på, dvs. med mulighed for forskellige typer design fra:

- Tørv-lignende mønning i formstykker, der ligger forskudt eller med overlap.
- En tangmåtte, fremstillet i rulle, som kan løbe i hele mønningens fulde længde.

På ANW er gennemført forsøg med neddeling af råvaren ålegræs i forskellige kvaliteter, for at finde frem til, hvilken type produkt, forskellige kvaliteter af råvarer giver afhængig af fiberlængde og densitet.

For at finde frem til den rette recept for måtteproduktet, er der gennemført en screening med forskellige typer af bindere - alle termoplastbindere - og produktet er testet mhp. på at finde frem til den optimale andel af bindefibre i slutproduktet. På baggrund af en række indledende forsøg er der fastlagt kravsspecifikationer på produktet. I denne fase har tækkefolk samt følgegruppen i projektet deltaget aktivt mht. udvælgelse af de bedste kombinationer. Udfordringer har bl.a. været at opnå en effektiv fordeling af bindere jævnt i produktet, og opnå en ensartet varmfiksering, herunder finde frem til de bedst egnede fiberlængder i kombination med forskellige bindertyper. BICO-fibrene er valgt for deres gode egenskaber, men også at fiberen her kan leve op til de højeste miljøkrav f.eks. ved en cradle to cradle certificering.

Den alternative mønning af ålegræs er afprøvet i praksis dels som Tang-Tørv samt Tang-ruller for at kunne demonstrere at det er en bæredygtig løsning, der er nem at håndtere for tækkemanden og gerne er arbejdsbesparende. Afprøvningerne er kombineret med workshops, med deltagelse af tækkefolk, så der har været mulighed for at "få hands on" erfaring med materialet og eksperimentere med udførelse af mønninger på flere forskellige måder.

Der er gennemført beregninger af kostpriser så produktets forretningspotentiale til anvendelse som mønning, og sammenlignet med eksisterende traditionelle mønninger til stråtage.

De udviklede prototyper, som levede op til kravsspecifikationerne er testet mht. brandbarhed, indholdsstoffer, accelererede klimatest ved akkrediterede institutter (DTI, DBI, Eurofins m.fl.). Der er endvidere gennemført et forløb mhp. opnåelse af Cradle to cradle certificering, udført ved Vugge til Vugge Danmark.

4. Potentiale og råvarehåndtering af ålegræs

Bjærning af ålegræs begyndte i forbindelse med behovet for restaurering af de gamle tangtage på Læsø. Tidligere var der store forekomster af ålegræs på kysten omkring Læsø, som tangtagene her er bygget med, men i 1930-erne blev ålegræsset angrebet af en svampesygdom, som udryddede ålegræsset. Det var medvirkende til at de resterende ca. 20 tangtage ikke er blevet repareret efter traditionen, og der blev derfor taget et lokalt initiativ til at etablere en tangbank, Læsø Tangbank (Læsø Zostera ApS), for at skaffe råmaterialer til at bevare tangtagene, og herudover stå for fundraising til bevaring af tanghusene på Læsø. Projektgruppen bag Tangbanken og fondsansøgningerne blev grundlagt i 2007 og består af arkitekt MAA Marcelle Meyer, af Poul Christensen og tækkemand Henning Johansen. Sidstnævnte har været initiativtager til at kikke på alternative forretningsmuligheder for tangbanken. Det førte til kontakt til Teknologisk Institut, AgroTech ved Bodil E. Pallesen og herigennem kontakt til Advance Nonwoven og dermed startskuddet til at udviklingsarbejdet med tangmætter til isolering såvel som til mønningsformål gik i gang.

4.1 Potentiale for ålegræsressourcer

Ålegræs (*Zostera marina*), også kaldet bændeltang, findes langs de fleste af de danske kyster, men oftest i blanding med en række makro- og mikroalger såsom blæretang, bladtang, sukker-tang m.fl. Ålegræsset er en undervandsplante, som har 50 – 100 cm lange stængler, og vokser især på lavvandede, godt belyste kyster med mudret eller sandet bund, ved gode lysforhold helt ned til 5 meters dybde.



Tang skyller op på kysterne i store mængder hele året, her i efteråret, ofte med blanding af ålegræs og forskellige typer makroalger. Foto: Bodil E. Pallesen; Teknologisk Institut, Agro-Tech

Langs kysterne på Møn, Bogø, Tærø m.fl. steder forekommer ålegræs derimod i store mængder som det er muligt at bjerge, hvis man kommer på de rette tidspunkter, hvor det er rent ålegræs, der er skyllet op på strandene. Læsø Tangbank startede netop indsamlingen af ålegræs i samarbejde med landmænd/lodsejere på Sydhavsøerne, som også havde erfaring med at bjerge tang.

Interessen for at fjerne ålegræs og tang er generelt stor, da det generer badestrandene. Hvor der er gode forekomster af ålegræs er der almindelig enighed om at det er indikator for god økologisk tilstand langs kysten¹⁸. Hvis man ikke fjerner det, øges næringsstofindholdet jo typisk i farvandet langs kysten, med risiko for at andre arter tager over og udkonkurrerer ålegræsset.

Potentialet anslås i Nordsø/Skagerrak/Østersø-regionen til at være 1480 km² kystlinje med



Figure 1. Study area and position of the six subregions compared. 1. Atlantic (Norway), 2. Skagerrak (Norway and western Sweden), 3. Kattegat/Belt Sea (Denmark and western Sweden, Germany), 4. southern Baltic Sea (Germany, Poland, Lithuania), 5. Baltic Proper (eastern Sweden and Finland), and 6. north-eastern Baltic Sea (Estonia, Latvia). Dashed lines indicate salinity isohalines. Numbered black circles (1-6) within regions 2, 3 and 5, indicate location of meadows included in the faunal study. A distribution map from Iceland is presented in Figure 4, but this region is not included in comparisons of the subregions.

ålegræs som en artikel under et stort forskningsprojekt om ålegræs har offentliggjort i 2014 med deltagelse af alle de lande der grænser op til regionen, herunder deltagelse af Århus Universitet og RUC fra Danmark¹⁹.

Mange kommuner bruger hvert år ressourcer på at rense strandene for tang, og det udgør en omkostning at komme af med tang på flere hundrede kr. pr. ton²⁰. Derfor er kommunerne mange steder meget interesseret i at finde alternative anvendelser for denne ressource²¹. I Køge brugt indsamler man store mængder ålegræs i Greve, Solrød og Køge kommuner, samt Ølsemagle Revle-Staunings Ø naturreservat. Her er mængderne oppe på 22.000 tons pr. år²². Der

¹⁸ http://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/VP_Konference_legrs_300512.pdf

¹⁹ CHRISTOFFER BOSTRÖM et al; 2014; Distribution, structure and function of Nordic eelgrass (*Zostera marina*) ecosystems: implications for coastal management and conservation; AQUATIC CONSERVATION: MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS; Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. (2014)

²⁰ Personlig korrespondance med bl.a. Odsherred kommune; Kurt Shrierup, Møn kommune.

²¹ Personlig kontakt med Solrød kommune, Odsherred kommune, Møn kommune m.fl.

²² Udnyttelse af tang og restprodukter til produktion af biogas Biogas forundersøgelse, Solrød kommune <http://www.solrod.dk/cms/doks/Afdelinger/Teknisk%20Administration/Klima/biogasrapport.pdf>

er nogle tekniske udfordringer, men rapporten konkluderer at metoden med at indsamling af det løse tangmateriale på stranden, sammenrevet med en stor hø-vender, og efterfølgende indsamlet med en strandrenser fungerer. Tangmaterialet samt bunker af ålegræs, der først forekommer i løbet af efteråret kan gå til biogasproduktion, det meste dog kun efter foregående sortering i tromlesigte og vask af materialet ved biogasanlægget. Denne kvalitet er dog ikke anvendelig til tangtage eller tangisolering.

Projektet har haft kontakt til en del kommuner og entreprenører, der renser strande i løbet af projektperioden. Bl.a. Ods-herred kommune, der har omkostninger på 200 kr. pr. tons for at fjerne tang. Men nogle steder er adgangsforholdene ret dårlige, så det kan være dyrere. I Greve kommune har de investeret 2 mio kr i udstyr til at rense strande med tang/makroalger incl. ålegræs. Også Solrød kommune har været aktive, idet de vil bruge det til biogas, og har skulle rense sand fra. Projektgruppen har udarbejdet et notat til Læsø Tangbank.

I Storstrømsamt er der langs kysterne store områder med stor udbredelse af ålegræs som det ligger for at udnytte, og det er da også i dette område at Læsø Tangbank har lodsejere, som producerer ålegræs. Bjergning tjener samtidig et formål mht. at rense badestrande, hvor der er store mængder ålegræs, som her opfattes som forurening, når det skyller op på stranden. I redegørelsen fra Naturstyrelsen har man lavet en kortlægning af kystområderne, og karakteriseret hvor der er gode forekomster af ålegræs.

Udfordringen har derfor været at lære lodsejere at fjerne blandet tang/ålegræs, så stranden er ren, når de rene ålegræs-forekomster skyller ind på kysten, der så kan bjerges i ren bestand af ålegræs.

Store forekomster af ålegræs på Møn og Bogø. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

4.2 Bjergning af ålegræs



Den største udfordring ved bjergning af ålegræs er at opnå en så ren råvare som muligt og kun bestående af ålegræs og stadig holde omkostningerne nede. Indhold af makroalger vil reducere værdien af ålegræsset herunder holdbarheden. Ålegræsset er unikt pga. et højt saltindhold. I projektet er saltindholdet i form af en række mineraler, ikke kun natriumklorid, blevet målt, og vurderes for afgørende mht. ålegræsset egenskaber som ikke brandbart materiale.

I projektperioden er der kommet nye landmænd/lodsejere til, som bjerger ålegræs til Læsø Tangbank/ Læsø Zostera ApS. Der er pågået en oplæring mht. at uddanne landmændene i at opnå så god og ren en kvalitet af ålegræs som muligt. Opgaven med at holde stranden ren, så opskylning af ren ålegræs kan udnyttes til at bjerger, er væsentlig og omkostningsfyldt. Men produktionen er i 2016 steget, og der er nu bjerget mere end 100 tons.

Ålegræsset bjerges hurtigst muligt, når den er skyllet op, læsses på vogne, og fordeles på en nærliggende græsmark. Herefter er det vigtigt at ålegræsset får mindst 5mm regn for at fjerne det udvendige salt og sand. Derefter vil ålegræsset i løbet af et par uger uden regn tørre op. Når vandprocenten er under 15 til 20 procent er ålegræsset klar til at blive revet sammen og presset i rundballer. Ofte går der en måned eller mere. Presning i bigballer duer ikke, da det efterfølgende er vanskeligt og tidskrævende at skille ballerne ad, og få løs ålegræs ud der skal bruges til CAFT teknikken. Rundballekonceptet bruges da de er lettere at rulle ud igen, når tangen skal anvendes. Småballer bruges af nogle af landmændene, men er på vej ud.

Bjergning af tang – ålegræs fra opskylning på stranden, opsamling, udspreddning på strandeng til tørring, presning i rund-



baller og transport af tangballer med skib eller lastbil. Foto: Kurt Schierup



Oplæring af nye producenter af ålegræs på "Sydhavsøerne" i Storstrømsregionen. Foto: Kurt Schierup

Konservering og opbevaring af det tørrede ålegræs er vigtig. Typisk foregår dette i rundballer og under tag. Selvom ålegræsset er en robust råvare, der tåler opbevaring ved højere vandprocenter end for f.eks. kornhalm, så er en tør råvare afgørende for den videre forarbejdning, uden at yderligere nedtørring er nødvendig for at bjerge en lagerfast råvare, der bevarer kvaliteten.



Opbevaring af rundballer med ålegræs, klar til videre forarbejdning til måtter til mønninger eller isolering, eller som råvare til tangtagene på Læsø. Foto: Kurt Schierup

4.3 Økonomi

Projektgruppen har i løbet af projektperioden haft kontakt med en del kommuner og entreprenører²³, der renser strande. For Solrød er det op til 4000 tons om året man regner med at fjerne²⁴. Prisen er typisk 200 kr. for at fjerne 1 tons, men kan afhængig af forholdene være mere. Denne tang er oftest en blanding af diverse makroalger som sukker- og blæretang, brunagler (fedtemøg) mm og fx ålegræs. Metoden er fx rendegraver eller lignende. Renholdelse forud for opskylning af næsten rent ålegræs er essentielt. Hvor kommuner ønsker rene strande er der en indtægt for de lodsejere, der påtager sig opgaven. Nogle kommuner står selv for det, bl.a. Greve kommune, hvor de har investeret 2 mio. kr i udstyr til at rense strande med tang/makroalger incl. ålegræs²⁵. Også Solrød kommune har været aktive, idet de vil bruge det til biogas, og har skulle rense sand fra. Vi har lavet et notat om dette arbejde, men hvor meget er relevant. Men for nogle lodsejere er det ren udgift at holde rent, inden ålegræsset kommer i ren bestand og kan bjergeres.

Omkostninger til håndtering af ålegræs har mange delprocesser: renholdelse af stranden inden ålegræsset er i renbestand, bjergning af ålegræsset, aflæsning på græseng, så sand mm kan vaskes ud, vending af ålegræs op til flere gange for at få det tørt, presning i baller (typisk rundballer, som er lettere at "rulle op", men undertiden også i bigballer. Læsning på vogne og evt. opbevaring under tag, indtil salg af råvaren. Samlet set løber udgifterne her op i 5 - 7000 kr. pr. ton, hvorfor prisen for 1 ton ålegræs typisk er 7.000 kr. Derfor vil evt. indtægt ved strandrensning påvirke resultatet i positiv retning, men batter jo ikke meget ved de lave takster som 200 kr. pr. ton.

I projektperioden er der sket en klar forbedring af arbejdsgangene ved håndtering af ålegræsset, og den stigende efterspørgsel har gjort at flere tang-bønder/lodsejere – typisk i regi af

²³ <http://www.olemikkelsen.dk/Velkommen.asp>, Virksomheden Sø & Mose v/Jan Schjøtt; m.fl. samt kommunerne Odsherred, Solrød, Greve; Møn

²⁴ <http://www.solrodportalen.dk/metoder-til-at-opsamle-tang-uden-sand> samt <http://www.solrod.dk/cms/doks/Afdelinger/Teknik%20Administration/Klima/biogasrapport.pdf>

²⁵ <http://www.greve.dk/eDocArkiv/Teknik-%20og%20Milj%C3%B8udvalget/03-11-2011%2016.00.00/Referat/07-11-2011%2010.01.23/880508.PDF>

tangbanken - er gået i gang med bjergning af ålegræsset. Forekomsten af
Det er jo de steder, hvor der er mest ålegræs i renbestand, at man er gået i gang med at bjerge ålegræsset først, og en pris hvor de tjener på det er 7 kr. pr. kg. Men der er helt klart basis for at flere går i gang med at bjerge ålegræs økonomisk rentabelt, men det kræver jo efterspørgsel på råvaren – den proces er jo faktisk i fuld gang. Mange kommuner bruger pænt store ressourcer på at fjerne tang, men det er jo i renbestand, ålegræsset kan bruges. Indhold af makroalger og fedtemøg vil få råvaren til at rådne pga. den blandende biomasse let nedbrydes. Dette gælder uanset om formålet er ålegræs til mønning- eller isoleringsformål.

5. Tang-Tørv prototypen - Forsøg og resultater

Målet er at nå frem til en recept på en prototype, der lever op til definerede kravsspecifikationer til en tang-tørv måtte samt tang-rulle.

5.1 Forsøg på CAFT-linien

ANW har arbejdet med produktudvikling af helt nye typer af fiberprodukter og fiberapplikationer med miljøprofil og bæredygtighed som speciale, som er baseret på deres unikke teknologi: CAFT nonwoven technology (Carding Airlaid Fusion Technology), som kan håndtere fibre i alle mulige længder i en såkaldt nonwoven-proces, som er en tør proces. Processering af forskellige typer fiberråvarer kræver særlige tilpasninger og har hver deres udfordringer. For ålegræssets vedkommende er det en meget stiv og lang fiber, som først skal forbehandles mekanisk for at kunne bruges til at producere en effektiv sammenhængende måtte. Dernæst skal screenes forskellige typer af råvare-længder, bindertyper, forskellige andele af såvel råvare som bindere, blanding af råvare med binder osv. Anvendelsesformålet af slutproduktet er også afgørende for hvilke valg, der tages under de enkelte delprocesser, hvorfor forventede kravsspecifikationer



også skal defineres. Derfor skal der gennemføres et større screeningsprogram, før det optimale produkt som f.eks. et formstykke til mønning af stråtag ala græstørv.

CAFT-technology ved Advance Nonwoven. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

Den patenterede CAFT-technology ved Advance Nonwoven: Teknologiens hjerte er formerhoveder, med roterende valser med pigge - "spikes" - der luftkarder fibrene, som forud er blandet med bindefiber og fordeler fibrene ud på et transportbånd. Et sug sikrer ensartet fordeling af fibrene på et bånd – en wire – som fører måtten frem i en ovn hvorved bindefibrene smelter og forbinder sig omkring fibrene og fixerer produktet, som er formstabilt efter en kølefase.

Ofte er andelen af bindere mellem 5 og 10 procent, men til visse produkter kan det være højere. I projektet anvendes thermoplast polymerer bl.a. bikomponente fibre kaldet BICO-fibre med PP/PE (Polyethylen/polypropylen) til en tør nonwoven proces. Bioplast-fibre af PLA²⁶ kan også anvendes, men forsøgene har vist at særligt BICO-fibre giver formstabilitet. Valg af bindefibre i relation til det cirkulære kredsløb, som f.eks. genanvendelse eller kompostering efter brug indgår også i overvejelserne. Densiteten af produktet kan tilpasses alt efter grad af kompakt-hed, ligeledes højden af produktet, som kan formes i helt tynde måtter på få mm op til 100 eller 200 mm afhængig af formålet. Til slutproduktet tang-tørv og -ruller screenes tykkelser fra 2,5 – 7 cm, samt elasticitet og formstabilitet, konsistens af måtten mv, som skal evalueres af



tækkfolk, følgegruppe m.fl.

Luftstyret ovn, hvor produktet fixeres uden at kollapse. Herved bevarer luft i produktet til brug som isoleringsmåtte eller mønning. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

5.1.1 Forbehandling af ålegræsråvaren

For at kunne transformere det tørre, rå ålegræs fibermateriale ind i nye produkter kræver en forbehandling og neddeling af ålegræsråvaren, som er presset i baller. Ålegræsset består af lange knastørre fibre, som ofte er mere end 50 cm lange.



Råvaren ålegræs. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

Ålegræsset er nedkortet for at kunne håndteres i CAFT-linien og forskellige grader af nedkortninger er testet for at finde frem til hvilket type produkt, det så giver. Der sker en række tilpasninger i hele up stream råvarehåndteringsprocesserne, dvs. processerne forud for måttefremstillingen, for at opnå en effektiv styring og ensartet fiberlængde, så fraktion med støv og uanvendelige fibre undgås. I denne proces indgår også stenfældning, således at der ikke ryger

²⁶ PLA – Poly Lactic Acid – PLA-bioplast

sten mm videre i processen. Sten som stammer fra bjergning af tangen, og kommer med i produktet i forbindelse med presning af tangballen. Læsø Tangbank (Læsø Zosteria ApS) forsøger tidligt at reducere sten og andre uønskede fremmedlegemer i råvaren, og generelt er det en god kvalitet, der bjerger, men der vil altid være en risiko – denne er vigtig at minimere gennem kontinuerlig optimering af håndteringen.

5.2 Kravsspecifikationer

I projektet er kravsspecifikationer til mønningsprodukter drøftet indgående både blandt partnerne samt med følgegruppen, og ved præsentation ved tækkebranchen, tækkemænd. Vigtig er hvor let det er at håndtere, hvordan skal det lægges op på mønningen, hvor tykt og hvor meget overlap osv. De grundlæggende kravsspecifikationer defineres mht:

- Fiberlængden skal tilpasses så produktet er ensartet, ikke drysser og kan tåle håndtering
- Tykkelse og flexibilitet mht. bøjning af måtten, over tagryggen
- Skal være sammenhængende og må ikke drysse
- Styrke i råvare og opbygget i måtten – skal sikre den hænger godt sammen
- Brandegenskaber – som en ekstra fordel ved mønningen. Ønskeligt at nå op på en brandklassifikation, så risiko for skorstensbrand mindskes
- Valg af bindertype: "Spring back", så tykkelsen holder – igen tilpasset forskellige typer af slutprodukt. Forskellige bindefibre giver forskellige slutresultater. Test af forskelle.
- Densitet – tilpasning med forskellige densiteter afhængig af anvendelsesformål
- Bindertyper og andel – test af forskellige typer af bindere, har indflydelse på produktkvaliteten samt økonomien i produktet
- Indholdet af salt/mineralindhold ud- som indvendig – salt på oversiden af ålegræsset er forventeligt vasket væk med nedbør inden presning i baller. Saltindhold udvendigt på ålegræsset overflade er uønskeligt af hensyn til CAFT-linien og fremstillingsprocessen.
- Holdbarhed når det er oplagt på tagryggen
- Positiv effekt på udvikling af svampe, mos og alger på stråtaget
- Gefühl (fornemmelse) af produktet

5.3 Resultater - Prototypen

I projektet er gennemført en lang række screeninger på forsøgsanlægget for at komme frem til den rette prototype af såvel formstykker/tangtør og tangruller til mønning. Dertil kommer en række tilpasninger af anlæg, og justering af CAFT-linien.

En for kraftig nedkortning af fiberråvaren kan betyde at måtten er for let eller for løs og dryssende, og det er endvidere en udfordring at sikre tangmønningen er fixeret i hele profilen og ikke drysser. Dette forudsætter en helt jævn fordeling af bindefibre. Er fibrene omvendt for lange kan blandingen med bindefibre blive uens, og der kan være tendens til at bindefibre suges kraftigere i bunden af måtten, og dermed en risiko for at fixeringen ikke er 100 procent. Der har været gennemført et stort antal prøvekursler for at tilpasse og kvalitetssikre processen med fremstilling af ålegræsfibermåtten til mønningsformål.

Resultaterne har været meget positive, særligt måtter bundet med BICO-fibre (f.eks. 10%) har givet et godt resultat: En formstabil tang-tørv, som i kraft af det høje mineralindhold inden i fibre anses for velegnede til anvendelse som mønning, der skal udsættes for vind og vejr. Mængden af bindefibre og type af bindefibre reguleres alt efter hvor bøjelig måtten skal være. Måtterne er også fremstillet med fx PLA- bioplast (Polylacticacid) med godt resultat. Måtten med BICO-fibre vil kunne genanvendes efter brug. Måtterne fremstillet med PLA-bindefibre vil også kunne komposteres i komposteringsanlæg ved højere temperatur end under naturlige forhold²⁷.



De første prototyper af tang-tørv. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

²⁷ [Bioplast og Miljøet, Force Technology](http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/12/978-87-93283-40-4.pdf) og <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/12/978-87-93283-40-4.pdf>



Tangruller til mønninger. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

Der er anvendt relative lange ålegræs fibre, som har medført en mindre, men synlig, afbinding af bindefibre i bunden af produktet, hvor formstykket er tættest ved suget under CAFT-processen. Måtten er let at håndtere, og tåler stadig forholdsvis hårdhændet behandling, som er nødvendig når den skal holde på taget i mange år.

6. Test af tang-tørv og -ruller

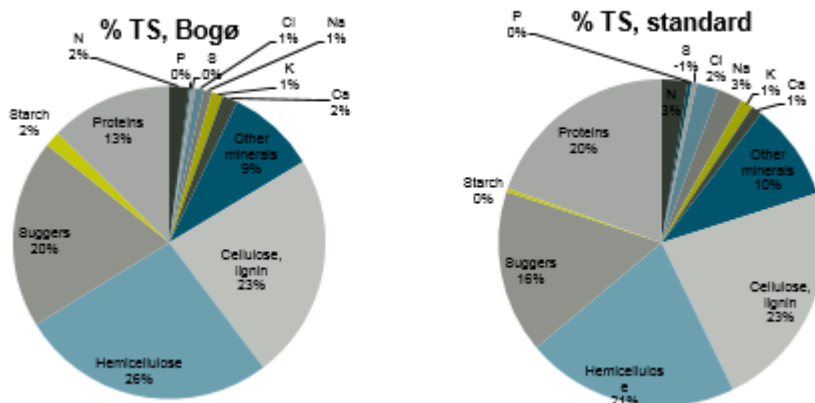
I forbindelse med optimering af prototyper er der gennemført prøvekursler til brug i test af måtterne ved akkrediterede institutter. Målet er at dokumentere tangmåttens egenskaber samt indholdsstoffer.

6.1 Analyse af indholdsstoffer

Der er gennemført analyser for hvad ålegræsset består af - cellulose, hemicellulose, protein, sukkerstoffer samt mineralindholdet - herunder en kvantificering indholdet af de disse stoffer. Der er analyseret prøver fra råvarer som er anvendt i forsøgene og sammenlignet med ålegræs, som har siddet som "tang" på gamle Læsøhuse i mere end 100 år, dvs. ålegræs på nogle af de gamle Læsø-huse, som har fået skiftet tag.

Endvidere er indholdet af tungmetaller i ålegræsråvaren bestemt mht. at give nødvendig dokumentation i forbindelse med Cradle to Cradle certificeringen, se afsnit 7.

Ålegræsset indeholder ca. 50 procent fiberstoffer (cellulose, lignin ca. 25 % og hemicellulose

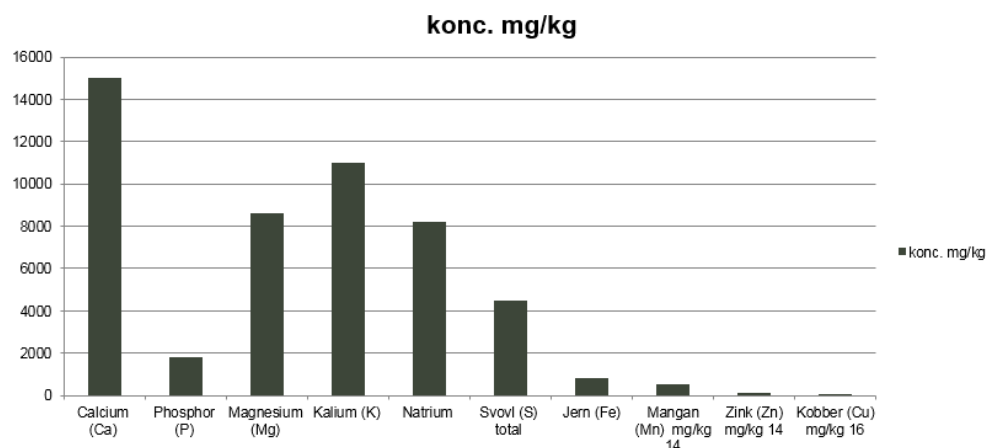


tilsvarende 25%. Vandopløselige sukkerstoffer udgør ca. 20 %, dernæst er der lidt stivelse samt ca. 15% protein (kan være mere) og et relativt højt mineralindhold bl.a. pga. højt saltindhold.

I projektet har vi gennemført analyser af råvaren, som er anvendt i forsøgene, som stammer fra Bogø-ålegræsset.

Analyse af råvaren fra Læsø tangbank, høst 2014 ses tv. og sammenlignet med tang fra litteraturen.²⁸

²⁸ J.L. Perez-Llorrens, F.X. Niell Seasonal dynamics of biomass and nutrient content in the intertidal seagrass *Zostera noltii* Hornem. from Palmones River estuary, Spain. *Aquatic Botany*, 46 (1993) 49-66; 1993



Analyse af mineralindholdet i ålegræs fra Læsø. Mineralindholdet i ålegræs er højt, og interessant pga. deres brandhæmmende egenskaber. Indholdet af mineraler er analyseret ved Eurofins. Mineralindholdet ligger lavere end standard for ålegræs, muligvis pga. lavere saltindholdet i havet omkring Bogø.

6.2 Brandegenskaber

Både som isoleringsmateriale men også som mønning er det værdifuldt at råvaren og måtterne ikke er brandbare. Derfor er der både gennemført indledende brandtests, testet som en Flame Application position test (udvikling af glødebrand), hvor længden af flammen, der udvikles over tid måles, samt test ved Dansk Brandteknisk Institut.

De indledende brandtest viser at prototyperne af måtterne kan klare 3-min. brandtesten/flammetest (direkte flamme i 60 sek., og gløder, som brænder ud indenfor samlet 3 min). Disse test er gennemført hos Advance Nonwoven løbende under forsøg med udvikling af prototypen.

En krediteret brandtest er gennemført ved Dansk Brandteknisk Institut, som viser at tangmætter uden tilsætning af brandimprægnering kan opnå en brandklasse E. Først er gennemført en test "small flame" efter standard EN 11925-2 som måtterne klarede sig fint. Dernæst er gennemført den store brandtest, efter standard EN13823.

Den store brandtest: Prøveemnerne til testen følger retningslinierne efter EN13823 standard... Prøveemnerne var monteret på calcium silikat med den mørke side (laveste densitet) eksponeret.



Efter 8½ minut starter brand i måtten. Samlet opnår tangmåtterne ikke brandklasse B, men opnår svarende til brandklasse E. Dette er for naturfibermåtter et gennembrud, som normalt ikke kan opnå en brandklasse UDEN tilsætning af brandimprægnering.

Konklusionen af forsøgene er at det ikke mindst er saltindholdet i ålegræsset, der holder måtten fra at brænde så længe, men tilsætning af BICO-fibre reducerer disse egenskaber, så produktet samlet kan holde en klasse E, men ikke mere.

Til mønningsformål står tang-tørv eller -ruller sig bedre end eksisterende mønningsprodukter af f.eks. lyng eller halm, som er brandbare materialer.

6.3 Emissionsprøvning – bl.a. til brug ved Cradle to Cradle certificering

Tangmåtterne er testet for afgang af flygtige stoffer (VOC = volatile organic compounds) og lugte fra materialet, som del af indeklimatesten, som viser noget om produktets miljøprofil og egnethed også ved anvendelse indendørs. Testen er udført ved emissionslaboratoriet ved Teknologisk Institut, afdeling for Indeklima, efter standard EN ISO 16000-9: 2006, som er en standardtestmetode for at teste og evaluere VOC-emissioner fra indendørs materialer, udført i klimakamre.

Resultaterne viste at der er meget lille emission af ammoniak og aldehyder fra tangmåtterne langt under grænseværdierne. Hovedparten af stoffer, der undersøges for kan slet ikke detekteres. Det har også betydet at mønningen kan opnå et GULD-certifikat hos organisation CradletoCradle. Se mere om krav til produktet ifm en Cradle to cradle certificering i afsnit 7.

Klimakammer på Teknologisk Institut, Indeklima, til emissionstest.





Testmateriale i klimakammeret.

6.4 Accelererede klimaforsøg ved Teknologisk Institut

Ålegræs er en meget persistent råvare, og den lange erfaring med tangtage viser at den kan holde til vind og vejr helt naturligt – altså uden tilsætning af andre stoffer. Dog er tangtage også et eksempel på at struktur og opbygning af materialet som byggeprodukt har betydning når det som her skal fungere som klimaskærm²⁹.

I det tidligere udviklingsarbejde med plantefibermåtter har projektleder Bodil Pallesen også arbejdet med ålegræs og en måtte fra dette udviklingsarbejde har ligget eksponeret udenfor direkte på jorden gennem mere end 10 år. Resultaterne her har netop været med til at overbevise tækkebranchen at der er tale om et meget holdbart materiale.

²⁹ Personlig erfaring ved Henning Johansen, Læso



Tangmåtte, der stadig har friske fibre i midten, endskønt det har ligget ude i mere end 10 år, direkte på jorden i Feldballe. Foto: Bodil E. Pallesen; Teknologisk Institut, AgroTech

Resultaterne fra praksis på de afprøvede stråtage (se afsnit 8) viser at tang-tørvene ændrer farve til grålig allerede det første år, ligesom vi kender det fra ålegræs på stranden, som bliver grålig til hvidt. Dette er på ydersiden af måtten. Inde i måtten er tang- ålegræsset forsat brunt.

I projektgruppen har det været et stort ønske at der blev gennemført en officiel dokumentation af produktet tang-tørvs egenskaber mht. holdbarhed. Der er derfor påbegyndt et testforløb med såkaldte accelererede klimatest – ældningsforsøg – ved Teknologisk Institut i Taastrup.



Klimakammer til accelererede klimaforsøg på TI. Foto: Bodil E. Pallesen; Teknologisk Institut, AgroTech

Teknologisk Institut i Taastrup råder over flere muligheder for at accelerere ældningen af primært byggematerialer for at vurdere produkterne levetid. Ældningen sker i klima-kamre, hvor materialerne kan udsættes for ekstreme skift i klimaforhold. Erfaringerne siger, at materialer udsat for dette stress ældes væsentlig hurtigere end under normale forhold. Der er ikke nogen – eller kun ganske få – normer for at bestemme, hvor gamle tingene bliver, men retningsgivende erfaringer viser, at års ældning kan opnås i løbet af uger eller måneder. Umiddelbart kontrolleres temperatur, UV-lys, fugt og overrisling i foruddefinerede cyklusser, der kan vare fra få minutter og op til flere døgn. Disse cyklusser gentages automatisk i et antal uger/måneder alt efter materiale og ønsket udfald af prøvningen. Der kan bygges flere funktioner ind, f.eks. måling af svind, farve-forandring osv.



Kassette til materialer, som skal indgå i de accelererede klima-test.

Tangmåtterne af ålegræs anvendt som mønning skal jo kunne tåle eksponering af vind og vejr gennem mange år.

Forsøg med tang-måtterne har skulle testes op mod andre materialer. Her er valgt lyng samt halm, som er det gængse materiale, der normalt anvendes til mønninger.

Resultaterne er ongoing, og derfor ikke afsluttede ved projektets afslutning.

7. Miljøvurdering – afgrænset LCA-analyse samt Cradle to Cradle certificering

Tang-tørv og tang-ruller har opnået Cradle to Cradle GULD-certificering, som betyder en markant fordel som anvendelse i byggeriet til dokumentation for bæredygtighed. Der er gennemført en afgrænset LCA-analyse, som omfatter en miljømæssig vurdering af produktet fra bjergning af råvare til fremstilling af færdig måtte. Endvidere er ålegræs en naturråvare, som fremmer vandmiljøet og optager store mængder CO₂.

7.1 LCA-analyse

I projektet er der gennemført en afgrænset LCA-analyse ved Teknologisk Institut, AgroTech, som omfatter en miljømæssig vurdering af produktet indenfor et givent antal faser fra bjergning af ålegræs på stranden til fremstilling af den færdige måtte. Dvs. ikke med ibrugtagning og bortskaffelse. Der er sammenlignet med danske hørmåtter. Da der foreligger ingen standard LCA-analyser, som kan beregnes på tangisoleringsmåtter. Der er derfor foretaget en LCA-analyse, som kombinerer data fra LCA-analyser af primærproduktionen i landbruget samt industriel fremstilling af produkter.

Det anvendte værktøj til analyse er et regnearkprogram (EMIPRO). I de efterfølgende beregninger er der anvendt aggregerede nøgletal for miljøpåvirkninger. De aggregerede nøgletal er beregnet med LCA programmet Simapro på basis af data fra LCA-food databasen. Der indgår i disse tal udvinding, forarbejdning, transport efter gængse LCA-principper Simapro.

Der er beregnet drivhuseffekt, forsuring og næringsstofbelastning. Til sammenligning er vist nøgletal for hørmåtter fremstillet til fx isoleringsformål eller vækstmedier, som en landbrugsafgrøde med forbrug af gødning mm.

Miljøpåvirkningen drivhuseffekt sammenfatter påvirkninger fra forbrænding af fossile energikilder samt udledninger af metan og lattergas. Drivhuseffekt udtrykkes i CO₂-ækvivalenter. Ved beregningen af miljøpåvirkningen drivhuseffekt indgår interne emissioner af CO₂ fra forbrug af bl.a. diesel og emissioner af lattergas, der er bestemt af mængden af kvælstof i fx planterester.

Miljøpåvirkningen forsuring skyldes udledninger til luften af bl.a. svovl- og kvælstofforbindelser, der reagerer med vand og vanddamp og danner syre, der nedvaskes med nedbøren. Denne miljøpåvirkning, der udtrykkes i SO₂-ækvivalenter, sammenfatter påvirkninger fra forbrænding af fossile energikilder og udledninger af ammoniak. Der indgår interne emissioner af NH₃, SO₂ og NO_x i beregningen af miljøpåvirkningen forsuring.

Miljøpåvirkningen næringssaltbelastning sammenfatter udledninger af kvælstof og fosfor til vandmiljøet samt kvælstof til det terrestriske miljø – her skønnet meget lille, da der ikke indgår tilførsel af handelsgødning, som hos en landbrugsafgrøde, men der er dog altid rester, hvor der potentielt kan ske en næringsstoffudvaskning fra. Næringssaltbelastning udtrykkes i NO₃-

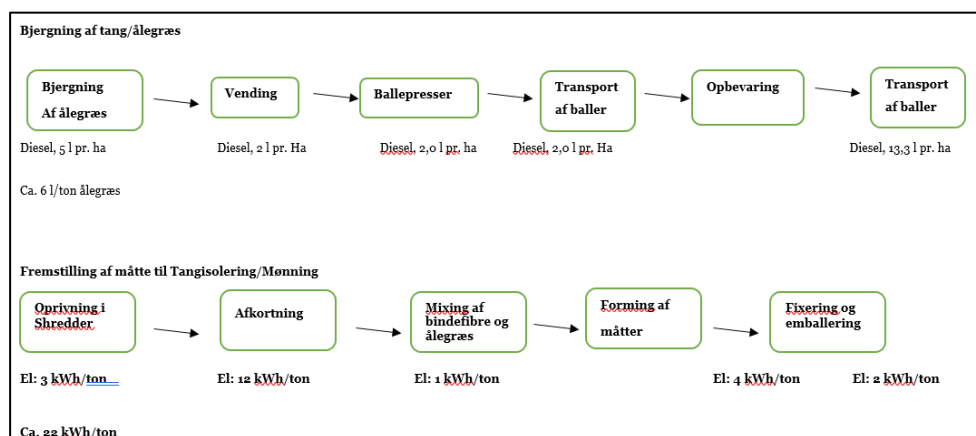
ækvivalenter. De interne emissioner, der indgår i beregningen af næringssaltbelastning, omfatter NH₃, N₂O, NO₃ og PO₄.

7.1.1 Forudsætninger

I den afgrænsede LCA-analyse, miljøanalysen indgår bjergring af ålegræs, lagring og transport til fabrik samt fremstilling af færdigt produkt.

Ålegræs skylles op på stranden og anses som et affaldsprodukt, som skal fjernes. Der indgår ikke som ved fx LCA-analyse for landbrugsafgrøder input til dyrkning i form af fx handelsgødning og pesticider. Der er dog heller ikke biprodukter fra produktionen, som fortrænger fossil energi og således bidrager positivt til CO₂-regnestykket.

Der er taget udgangspunkt i en produktion af tangmåtter bjerget fra 1 ha strandeng med anslået udbytte på 4 ton/ha. Der er regnet med følgende output: Bjerget ålegræsbiomasse 4000 kg (85% TS). Heraf er ca. 85 % tangfibre (3400 kg), som indgår i slutproduktet, og 15% spild i form af især sand og støv (600 kg). Disse udnyttes kun til vejfyld, og fortrænger derfor ikke CO₂.



Processkema fra strand til færdigt produkt

- Det samlede dieselforbrug til bjergring, vending, ballepresning, transport til lagring af råvare udgør 3,95 l diesel/ton bjerget.
- Produktionen forgår hos Advance Nonwoven på Mols, hvor tangmåtterne produceres. Energi til transport er derfor relativt højt. Grunden til at det er relativt stort, er at det skal fragtes over relativt lange afstande. Der er som gns. regnet med 300 km. Dette er beregnet på basis af transport fra fx Møn til Mols men også fra fx Østjyllandskyster til Mols. Transport til fabrik er medtaget under fremstilling af tangmåtter, og er beregnet til 30 liter pr. ton (0,1 l pr. ton pr. km).
- Ved fremstilling til mønningsmåtter indgår forbrug af el, og derudover er der et mindre input af bindefibre, 50 g/kg produkt, som er plastfibre fra polypropylen/polyethylen.
- El-forbruget til forarbejdning, herunder oprivning og nedkortning samt måtteformning samt fixering i ovn, afkøling og emballering er beregnet til 22 kWh pr. ton.

7.1.2 Resultater

Samlet er der en meget lille påvirkning af miljøet ved produktion af tangmåtter til isolering og mønning.

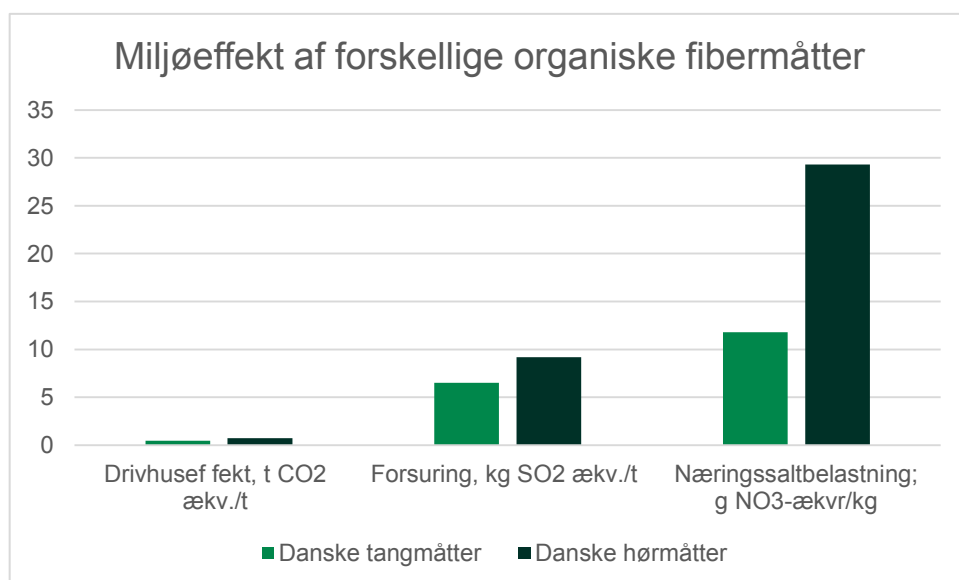
Miljøpåvirkninger fra inputfaktorer					
			Drivhus-effekt	Forsuring	Nærings-salt-belast-ning
4 tons pr. ha opsamles			kg CO2 ækviv	kg SO2 ækviv	kg NO3 ækviv
Inputfaktorer v. bjergring af ålegræs	Mængde	Enhed			
Diesel til bjergring, transport og lagring (pr. ton 3,95 l pr. ton)	15,8	l	104	0,86	1,44
I alt			104	0,86	1,44
Emissioner på bedriften (pr. ha strand)					
Nitratudvaskning	5	kg N			0,31
Ammoniakfordampning	6	kg N		11	22
Lattergas	1	kg N	53		0,46
Methan	0,1	Kg CH4	0		
Potentiel fosfatudvaskning	0,5	kg P			13
I alt			53	11	35,77
Fortrængte miljøpåvirkninger fra biprodukter					
støv og sand = 15% kan ikke udnyttes		kg	0	0	0
Miljøpåvirkning pr. ha (4 ton pr. ha)		kg	157	11,86	37,21
Miljøpåvirkning, g pr. kg produkt (råvare bjerget)			39,25	3,0	9,3025

			Drivhus-effekt	Forsuring	Nærings-salt-belast-ning
Inputfaktorer v. fremstilling af tangmætter	Mængde	Enhed	kg CO2 ækviv	kg SO2 ækviv	kg NO3 ækviv
ved 1 tons					
Transport af råvare til fabrik (300 km)					
Diesel (0,1l/ton/km)	30	l	115,5	1,5	1,5
Forarbejdningsproces					
Elforbrug (0,022 kWh pr. kg fiber)	22	kWh	14,25	0	0,036
Iblanding af syntetiske fibre					
Polyethylen (50 g pr. kg fiber)	50	kg	155	1	1
Emballage					
Polyethylen (45 g pr. kg færdigvare)	45	kg	140	1,2	0,6
Biprodukt fortrænger fossil energi					
Støv (brændværdi: 14,8 MJ/kg ts)*	0	kg	0	0	0
Miljøpåvirkning i alt pr ton tangmætter		kg	464	7	12
Miljøpåvirkning i alt pr ha			1610	23	41
3400 kg + 70 kg binder=3470					
Miljøpåvirkning, g pr. kg færdigvare (ab fabrik)			464	6,5	11,8
Omregnet til personækvivalenter, PE pr. 1 ton tangmätte			0,04	0,06	0,04
Produktionsanlæg (bygninger og maskiner er ikke indregnet)					
*brandværdi i støvfraktion som for halm, men medregnes ikke pga. høj andel af sand					

Miljøpåvirkningen viste at:

- Drivhuseffekt (CO₂), der stammer fra Kuldioxid, Methan og Lattergas er således 464 g CO₂-ækvivalenter pr. kg færdigvare, og 1610 kg for 1 ha (4 tons pr. ha). Omregnet til personækvivalenter svarer det til at 1 ton tangmåtte har en belastning på 0,04 kg CO₂-ækv/person/år.
- Forsuring, der stammer fra Brændstoffer (fossile), Ammoniakfordampning og NO_x emissioner er beregnet til 7,0 g SO₂-ækvivalenter pr. kg produceret færdigvare. Omregnet til personækvivalenter svarer det til at 1 ton tangmåtte har en belastning på 0,06 kg SO₂-ækv/person/år.
- Næringssaltbelastningen, der stammer fra bidrag fra Nitratudvaskning, Ammoniakfordampning, Lattergas og Fosfor (beregnet ud fra overskud), er 11,8 g NO₃-ækvivalenter pr. kg færdigvare. Omregnet til personækvivalenter svarer det til at 1 ton hørmåtte har en belastning på 0,04 kg NO₃-ækv/person/år.

Tangmåtterne klarer sig bedre end danske hørmåtter, som heller ikke var et uinteressant materiale som mønningsmateriale. Den største miljøbelastning skyldes transport af råvare som i dag sker over relativt lange afstande. Dette vil kunne gøres mere rationelt, og dermed kan



miljøbelastningen komme yderligere ned. Under alle omstændigheder er miljøbelastningen meget lav som drivhuseffekt, og ca. halvt så lav som for en afgrøde som hør.

Data fra danske hørmåtter fra Pallesen, 2004³⁰.

Miljøeffekt af danske tangmåtter sammenlignet med danske hørmåtter.

Når holdbarheden af tangmåtterne til mønninger er testet over de kommende år, vil en udvidet LCA-analyse, også sammenlignet med lyng samt halmmønninger kunne vise mere om miljøeffekten på længere sigt.

³⁰ Pallesen B. E. 2004; [Dokumentation af danske hør- og hampemåtters anvendelse som isoleringsmateriale](#), Landbrugets Rådgivningscenter (nu Seges).

7.2 Cradle to Cradle – certificering - formål

Tangmåtterne, Tang-tørv og tang-rulle, har gennemgået en Vugge til Vugge certificeringsproces, som er ret omfattende. Dette er udført af Vugge til Vugge Danmark³¹. MUDP har i dette projekt ikke givet tilskud til selve certificeringen, men denne har været en del af at sikre udviklingen og dokumentationen af et bæredygtigt produkt til markedet.

Formålet med at gennemføre en Cradle to Cradle - certificering er at kunne dokumentere produktets bæredygtighed, til brug for virksomheder, som anvender produktet, og lægger billet ind på store byggeprojekter, hvor man bliver målt på hvor bæredygtigt et byggeri man kan tilbyde og dermed forbedrer en virksomheds konkurrenceevne.

Cradle to Cradle er et design koncept udviklet af den tyske kemiker Michael Braungart og den amerikanske arkitekt William McDonough. Tilsammen skrev de den opsigtsvækkende bog, Cradle to Cradle: Remaking The Way We Make Things. Konceptet er udviklet i positiv respons til vores nuværende design paradigme, som vi kalder Vugge til Grav paradigmet. En certificering vil give kunderne, såvel tækkebranchen som ejere af stråtage evidens for at produktet miljømæssigt er på højde med vanlige mønningeløsninger, og måske endda bedre. Tangmønningen erstatter typisk lyng, som er en mangelvare og hvis bjergning af bl. a. Naturfredningsforeningen anses som en "rovdrift" på naturen, da den efterfølgende let udkonkurreres af græs³².

I certificeringsprocessen med fokus på materialer og fremstillingsprocessen vurderes i følgende fem nedenstående kategorier, som igen har deres specifikke kriterier:

- **Materialesundhed:** Man definerer indholdet af stoffer i hele forsyningskæden helt ned til 100 ppm. Målet er et produkt, der udelukkende består af stoffer, der kan indgå i sunde kredsløb uden at skade mennesker og miljø.
- **Materialegenbrug:** Produktet skal designes eller kunne udvikles til at indgå i et biologisk eller teknisk kredsløb, så det ikke producerer affald.
- **Vedvarende energi:** Her er en forventning om CO2 neutralitet og 100 pct. anvendelse af vedvarende energi.
- **Håndtering af vand:** For at opnå højeste certificeringsniveau, skal alt processpildevand være så rent, at det i princippet kan drikkes.
- **Social retfærdighed:** Det vurderes, om virksomheden handler i overensstemmelse med anerkendte standarder for social ansvarlighed, som f.eks. et godt arbejdsmiljø

I Vugge til Grav paradigmet handler det om at sætte et så lille miljømæssigt fodaftryk som muligt og at prøve at spare på ressourcerne og dermed "svine mindre".

Tangmåtterne til tang-mønninger er udviklet for at skabe et bæredygtigt alternativ til tækkebranchen og erstatning af andre typer af mønninger, såsom lyng, halm og græstørv, men med alle de samme egenskaber. Tangmåtterne kan anvendes som tagmønning på stråtage, her kaldet tangtørv, og udgør et nyt alternativ til tagmønninger. Derudover kan tangmåtterne også anvendes til isolering til erstatning af mineraluld. Produkterne

- er lavet af et fornybart naturligt materiale, der ikke indeholder nogen skadelige stoffer

³¹ <http://vuggetilvugge.dk/>

³² [Fremtidens natur i den nye Viborg kommune](#); udgivet af Naturfredningsforeningen

- er 100% genanvendeligt til fremstilling af nye tangbatts og kan dermed indgå i den cirkulære økonomi
- bliver produceret ved brug af vedvarende energi – i form af grøn energi hos Advance Nonwoven
- genererer ikke spildevand – en 100% tør proces
- lever op en række krav om social ansvarlighed – f.eks. mht. arbejdsmiljø under produktionsprocessen

Det er med dokumentation indenfor alle disse områder at Vugge til Vugge ApS har gennemført Cradle to Cradle certificeringen for Advance Nonwoven, der har resulteret i udstedelse af Sølv-certificering. Det giver fuld dokumentation for bæredygtigheden i både indholdsstoffer og produktion.

7.3 Cradle to Cradle – GULD-certifikat

Samlet har tangmåtten til mønningformål fra Advance Nonwoven opnået Cradle to Cradle certificering med GULD³³, hvilket er flot og er udtryk for et særdeles bæredygtigt produkt ift denne organisations kriterier.

Manufacturer Description

Seaweed for Roof Ridges. Available in batts and rolls.

An organic and long lasting solution for your roof.

Height 30 mm.

Batts size can be customized as long as one size is 1200 mm.

Rolls can be supplied in length of 10 meter (width 1,20 m).

³³ <http://www.c2ccertified.org/products/scorecard/seaweed-roof-ridges>

LICENSED MARKS:



Cradle to Cradle Certified™ Gold

THE LICENSED MARKS IDENTIFIED ABOVE MAY BE LICENSED TO:

Advance Nonwoven A/S

FOR THE BELOW LISTED CERTIFIED PRODUCTS ASSOCIATED WITH THE NAME:

Seaweed Roof Ridge

Louis B. Perkins

Cradle to Cradle Products Innovation Institute

Only the following products are considered Certified Product(s) within the scope of this certification and the associated Trademark License Agreement:

Tang-Tørv / Seaweed Peat

ISSUE DATE

22 December 2016

CERTIFICATION #
3016

EXPIRATION DATE

21 December 2018

LEAD ASSESSMENT BODY:
Vugge til Vugge ApS



MATERIAL HEALTH ASSESSMENT BODY:
MBDC

Certified under Version 3.1 of the Cradle to Cradle Certified™ Product Standard
Use of Licensed Marks is subject to terms and conditions of the C2CPI Trademark License Agreement and Trademark Use Guidelines.
Cradle to Cradle Certified™ is a certification mark licensed by the Cradle to Cradle Products Innovation Institute

Cradle to Cradle Certified Product Scorecard

MATERIAL HEALTH	Platinum
MATERIAL REUTILIZATION	Gold
RENEWABLE ENERGY & CARBON MANAGEMENT	Gold
WATER STEWARDSHIP	Platinum
SOCIAL FAIRNESS	Gold
OVERALL CERTIFICATION LEVEL	Gold

Opnåede certificeringer udstedes indenfor de enkelte kategorier, og har givet både GULD og PLATIN. Samlet har produktet opnået certificeringen GULD. Offentliggørelse af tangmønning – Seaweed Roof Ridge - Cradle to Cradle Certifikat for Advance Nonwoven foregår på hjemmesiden for Cradle to cradle products Innovation Institute:

<http://www.c2ccertified.org/products/scorecard/seaweed-roof-ridges>

Endvidere har produktet opnået Material Health Certificates, MHC, med niveauet Platin, som er det højest opnåelige indenfor C2C. MHC viser, hvordan et produkt, der er vurderet i Material Health kategorien, performer f.eks. at der ikke må være "No exposure from carcinogens, mutagens, or reproductive toxicants". Dermed viser det at mønning opnår højest opnåelige klasse mht. sunde materialer, og det kan jo kun være positivt mht. den videre markedsføring af produktet. Link til MHC for [Tangmønning](#).

Ved en workshop "Workshop: Mønning eller isolering med tangbatts af ålegræs"³⁴ d. 10. februar 2017 blev certifikater for Cradle to Cradle certificeringen overrakt:

Overrækkelse af Cradle to Cradle certifikater for tangprodukterne Tangisolering – SØLV, og Tang-Tørv (mønning) med



GULD. Fra venstre: Projektleder og udvikler Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut, Direktør for Vugge til Vugge Danmark Annette Hastrup, Direktør Advance Nonwoven Flemming Werk, Leder af Læsø Tangbank Henning Johansen. Foto: Lone Bolther Rubin.

C2C certificeringen har betydning for byggebranchens vurdering af produktet, ikke mindst fordi mange produkter ikke så let kan opnå C2C certificering. Ålegræs er et naturprodukt der bjerges fremfor at udgøre et problem på vore strande. I produktet indgår kun to komponenter nemlig ålegræs samt bindefibre, derfor er processen med at vurdere produktet mere enkel end for så mange andre byggematerialer.

Omtale af C2C-certificeringerne foregik i mange af byggebranchens fora bl.a. på Dagens Byggeri's hjemmeside³⁵, CSR³⁶, på www.teknologisk.dk³⁷, Bygge- og Anlægsavisen, Vugge til Vugge³⁸ m.fl.

³⁴ <https://www.teknologisk.dk/kurser/workshop-isolering-med-tangbatts-af-aalegraes/k38016?cms.query=%E5legr%E6s>

³⁵ <http://www.dagensbyggeri.dk/artikel/93935-aalegraes-opnar-cradle-to-cradle-certifikat>

³⁶ <http://csr.dk/stort-%C3%A5r-cradle-cradle-i-danmark>

³⁷ <https://www.teknologisk.dk/ydelser/workshop-om-c2c-certificeret-tang-til-isolering-og-moenning/38103?cms.query=%E5legr%E6s>

³⁸ <http://vuggetilvugge.dk/usa-anbefaler-cradle-to-cradle/>

7.4 Miljøvurdering af bæredygtigheden ved ålegræs som ressource

Ålegræs vokser hvor der er gode lysforhold, og væksten fremmes i områder hvor der ikke opbygges sediment som følge af større forekomster af næringsstoffer, ikke mindst kvælstof og fosfor.

Derfor anses forekomst af ålegræs for at være indikator for rent havvand. Fjernelse af ålegræs som er skyllet op på stranden, og dermed ikke ryger ud i havmiljøet igen, vil medvirke til at der er en balance, og mindre sedimentering af døde plantedele. Så naturlig fjernelse af ålegræs vil gavne ålegræssets konkurrence overfor de makroalger og anden tang, som vækstes af højere næringsstofforekomster.

Ålegræs binder samtidig store mængder CO₂, og anses for en af de vigtigste ressourcer til at oplagre CO₂, som bl.a. forskere ved Syddansk Universitet har slået til lyd for. Man arbejder derfor mange steder på at fremme væksten af ålegræs³⁹.

I forskningsprojektet med bl.a. Syddansk Universitet "Baltic Sea blue carbon: environmental gradients influencing the carbon sink capacity of seagrass meadows" er ålegræs' (*Zostera marina*) kapacitet mht. til at binde CO₂, dvs. kulstoflagring, undersøgt på 10 lokaliteter⁴⁰ i Danmark. Ålegræs optog store mængder CO₂, på visse lokaliteter helt til op til 44,9 tons pr. ha plantedække i vandmiljøet, og har dermed en meget høj kapacitet mht. kulstoflagring. Omregnet i penge som kulstoflagring svarer det til 1809 EUR pr. ha. Disse resultater viser at ålegræs er af stor betydning for miljøet. Fjernelse af opskyllet ålegræs fremmer væksten af især ålegræs, idet næringsstofniveauet i de indre farvande holdes nede på denne vis, som netop fremmer ålegræsvæksten i forhold til vækst af makroalger, som skygger for ålegræsset. Der indgår ikke forbrug af fornybar energi ved produktion af ålegræs, bortset fra til bjergning af råvaren, samt transport. Derfor vil en grundig LCA-analyse med analyse af miljøpåvirkninger som global opvarmning (GWP), nedbrydning af ozonlag, forsuring af jord og vand, eutrofiering mm forventeligt vise tilsvarende resultater, som en analyse udført for tækkebranchen i samarbejde med Teknologisk Institut på tagrør og tække-miscanthus til tækning⁴¹. Tagrør er sammenlignelige med ålegræs, idet de også gror i vandmiljø, og heller ikke tilsættes nogle hjælpestoffer, men blot forbruger energi til bjergning og transport. Resultatet viste at tagrør fra DK gav det mest miljørigtige tag pga. "et meget stort forbrug af kulstof (CO₂) under planternes vækst, der medfører, at stråtaget vinder som det mest klimavenlige i forhold til fx tegltag".

³⁹ <http://www.dr.dk/nyheder/regionale/fyn/sydfynsk-aalegraes-er-verdens-bedste-i-kampen-mod-co2>

⁴⁰ Maria Emilia Röhr1,2, Christoffer Boström1, Paula Canal-Vergés3, and Marianne Holmer (SDU); Blue carbon stocks in Baltic Sea eelgrass (*Zostera marina*) meadows; Biogeosciences, 13, 6139–6153, 2016

⁴¹ [Miljøvurdering af tag med tagrør og tække-miscanthus](#), Teknologisk Institut og Jysk Tækkemandslaug, 2016;



Store mængder af tang inklusivt ålegræs skyller op på de danske kyster – bjergning af råvaren vil mindste næringsstofindholdet i havet og fremme vilkårene for ikke mindst ålegræs. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

Så udnyttelse af ålegræs – i form af fjernelse af allerede opskyllet ålegræs har en miljøforbedrende effekt på havmiljøet(REF), og mindsker i øvrigt også vækst af tang, anden tang, som kan genere standenens værdi som badestrand. Derfor er mange kommuner meget interesseret i projektet mht. at udnytte ålegræs til f.eks. tangisolering, tangmønning samt tangtagene på Læsø. Læsø tangbank har gjort store indsatser for at oplyse omkring disse forhold, ikke mindst i Storstrømsamt, men der er en stigende interesse for at man også kan komme i gang med at bjerge ålegræs andre områder i Danmark.

8. Afprøvning af Tang-Tørsv og tangruller til mønninger

De nye Tang-Tørsv og Tang-ruller til mønning af tagrygninger er testet på stråtag i Feldballe samt afprøvet en række steder bl.a. på Fyn.

8.1 Indledende af prøvninger på Læsø

De første afprøvninger af produktet blev gennemført på Læsø for at få de første erfaringer med at bruge produktet tang-tørsv til mønning og dermed kunne evaluere og finde frem til optimering af produktet, og hvilke tilpasninger, der var nødvendige.



Test af tang-tørsv på Læsø. Foto: Henning Johansen

8.2 Prøvemønning i Djursland og Fyn

Prototyperne af tang-tørsv samt -ruller er afprøvet på en stråtekt ejendom i Feldballe, tæt ved Advance Nonwoven udviklingsanlæg på Møllerup Gods.



Det stråtagte hus i Feldballe, mere end 200 år gammelt hus, som projektleder Bodil E. Pallesen har lagt hus til ved afprøvning af tang-tørvt og -ruller. Foto: Bodil E. Pallesen; Teknologisk Institut, AgroTech

Etablering af forskellige typer af tang-mønning blev udført i forbindelse med afholdelse af workshop med deltagelse af mere end 25 tækkemænd, som aktivt bidrog med eksperimenterne med oplægning af såvel tang-tørvt som tangruller.

Derudover var der deltagere fra Stråtagets Kontor, studerende og lærere ved arkitektskoler, repræsentant fra Miljøstyrelsen, m.fl. Tækkemand Ruud Conijn fra Hemmed Tækkefirma ledte workshoppen sammen med Henning Johansens tækkefirma fra Læsø. Der var et leben op og ned af taget, og alle gav deres besyv med, hvordan den nye mønning skulle se ud. Resultatet blev to "varianter", en hvor tangmåtterne blev lagt som tang-tørvt på tværs af rygningen lag på lag, og en udgave, hvor en tangmåtte blev rullet ud på langs med tagrygningen, og herefter bygget op som taglagt, lag på lag.



Tagmønning efter et år. Sommer 2016. Farveændringen til grålig ses tydeligt. Foto: Bodil E. Pallesen; Teknologisk Institut, AgroTech





Glimt fra workshop, oktober 2015, i Feldballe på Djursland. Foto: Bodil E. Pallesen; Teknologisk Institut, AgroTech

Tækkefolkene var generelt positive overfor det nye materiale, og potentialet i at anvende tang til mønninger formet i måtter. Mønningen har været igennem to vintersæsoner og viser sit værd.



Mønning med tang-tørv på Fyn, ved Højfyns Tække- og isoleringsservice ved Tonny og Allan Nielsen. Foto: Allan Nielsen.

Højfyns Tække- og isoleringsservice ved Tonny og Allan Nielsen har lavet mønninger med tang-tørvene ved flere byggerier og har kun positive erfaringer.

Der er en tendens til at måtten krymper lidt, hvilket der skal hensyn til ved mønning med tang-måtterne.

8.3 Evaluering af holdbarhed ved afprøvningerne

Tang-måtterne til mønning sammenlignes typisk med materialer som halm og lyng, som er de mest almindelige råvarer til mønning af stråtage.

I forbindelse med mønning med Tang-tørv fjernes den tidligere lyngmønning, og typisk er der sket en kraftig kompostering af lyngen, førend en bygherre får skiftet mønningen.



Her ses lyng, som er stærkt nedbrudt og næsten formuldet, her en lyngmønning, der har siddet i 8 år. Foto: Bodil E. Pallesen; Teknologisk Institut, AgroTech.

Evaluering af tagmønningen på Feldballehuset blev udført af Ruud Conijn, Hemmed Tækkefirma, april 2011. Overvintring efter to sæsoner viser at tangmønningen fuldstændig frisk og ikke nedbrudt. Mønningen har skiftet farve til helt grå, som passer godt til et gråligt stråtag.



Vurderingen af holdbarhed er fortsat at tangmåtterne vil kunne holde i mange år, ikke mindst som det også kendes ved Læsø tangtagene.

8.4 Kommercialisering af produktet

Læsø Tangbank og Advance Nonwoven har fremadrettet indledt et samarbejde med tækkefirmaet Carlo Christensen, Glesborg, omkring forhandling af tang-tørv og tangruller til mønninger. Carlo Christensen er i forvejen forhandler af materialer til tækkebranchen over hele Danmark. Der er gennemført den første produktion af tangtørv og – ruller til den begyndende efterspørgsel, og forventningen er at der de kommende år, i takt med afprøvningen af de oplagte tang-tørv får flere år på bagen, let vil resultere i mønning af 7 km mønning pr. år, svarende til mere end 25.000 stk. tangtørv - mønning måtter. De 7 km mønning er lavt sat, og udgør ca. 5 procent af de mønninger, der udføres pr. år.

8.5 Økonomiberegninger og forretning

En væsentlig økonomisk faktor er prisen på tang – ålegræsset. Pt. ligger prisen på 7 kr. pr kg råvare. Ved oprensning og forbehandling sker et mindre spild, her er det sat til 10 %, i økonomiberegningerne.

Tangmåtte, mønning	densitet, kg	Råvareforbrug - kg tang, ca. inklusiv spild/m2	Omkostning råvarer, ved 7 kr /kg	Omkostning råvarer v. 8 kr/kg	Omkostning bindefibre pr. m2 produkt, ca.	Procesomkostninger m.v.	Transport, tang kr./m2	Kostpris m2 v 7 kr/kg tang	Kostpris m2 v 8 kr/kg tang
45 mm	50	2,5	18	20	4	25	0,8	47,3	49,8
45 mm	35	1,8	12	14	3	25	0,5	40,6	42,3
35 mm	50	1,9	14	16	4	25	0,6	43,2	45,1
35 mm	35	1,4	10	11	3	25	0,4	37,9	39,3

I beregningerne vil en større produktion betyde mulighed for at billiggøre produktet, idet procesomkostninger vil kunne nedsættes. Men densitet i produktet er også ret afgørende for prisen pr. m2. Ved mindre produktioner må det vurderes at prisen ligger i den høje ende. I kalkulerne indgår ikke fortjeneste til producenten.

Ved fremstilling af mønning med tangtørv medgår normalt 4 tørv pr. løbende meter mønning med en dimension på 1,2 m x 0,3 m. Det svarer til 1,44 m², á 0,5 kg, i alt 0,7 kg pr. løbende meter mønning, og dermed en kostpris på under 50 kr./m mønning. Med detaillerede og overhead herunder transport mm bliver prisen naturligt snarere 100 kr., men stadigvæk en relativ konkurrencedygtig pris, især når man kan forvente at mønningen kan holde betydelig længere tid end en lyngmønning. Der vil dog være en synergimulighed, da man uden store problemer vil kunne køre batchkørsler også af tangmåtter uden en stor omkostning til rengøring og omstilling til andre typer af produkter.

Mønningens pris sættes normalt til en pris incl. materialer, og her forventer Henning Johansen m.fl. tækkefolk, der har afprøvet tang-tørv til mønning forventes den øgede pris at være ca. 25 procent mere end mønning med lyng. Det vil derfor kunne svare sig, såfremt mønningen holder blot 1-2 år længere end lyng, og det tyder de hidtidige erfaringer at kunne slå op til flere gange.

Hvis de nye tang-mønninger kan holde dobbelt så længe som lyng, vil det over et spænde på 50 år – stråtagets levetid - betyde tæt på en halvering af omkostninger til mønninger over perioden.

For optimering af produktionen spilder mængden af spild en væsentlig rolle, herunder kvaliteten af ålegræsset. Ved mindre gode kvaliteter af ålegræs er set betydelig større spildprocenter end de her nævnte.

Det forventede mål med mønning af 7 km pr. år, vil svare til mere end 10.000 m² tangtørv og en forventet salgsværdi på over 1 mio. kr. Øges markedet til 25% er det mere end 5 mio. kr. pr. år.

9. Formidling

Tang-tørv og tangruller til mønning har været præsenteret for en bred gruppe af folk med interesse indenfor bæredygtigt byggeri og indenfor tækkebranchen i særdeleshed, herunder også seminarer og konferencer og relevante netværk. Måtterne har fået en meget positiv modtagelse blandt tækkfolk, og produktet anses for at være et reelt alternativ til gængse mønningsmaterialer, qua de positive egenskaber et naturprodukt som ålegræs har, herunder længere holdbarhed, let håndtering og æstetisk udseende.

9.1 Succeskriterier

Projektgruppen satte sig for at sætte en liste af succeskriterier op for produktet, som også har været diskuteret i følgegruppen:

Succeskriterier for tangmåtten til mønningsformål som et bæredygtigt og konkurrencedygtigt produkt og pris:

- Fornybare og bæredygtige
- Ikke brandbare – nærer ikke ilden
- Længere holdbarhed end gængse mønninger af lyng og halm
- Måtterne er let håndterbare for tækkemanden
- Berøringsvenlige
- Ingen giftige tilsætningsstoffer
- Har naturligt højt saltindhold, som beskytter mod råd og mikrobiel nedbrydning
- Kan komposteres efter brug
- Produktet kan recycles
- Fjerne kvælstof fra vandmiljøet ved høst
- Har en dokumentation for bæredygtighed dokumenteret i "vugge til vugge" analyse.
- Giver samtidig en miljøforbedrende effekt for vandmiljøet, som opnås ved at ålegræs udnyttes som en ressource og ikke anses som affald, hvor ålegræs udgør et problem langs vore strande
- Accept af tækkebranchen
- Prisen er konkurrencedygtig

Projektet har i høj grad gået ud på at komme frem til en prototype, som kan leve op til disse krav, og herunder opnå den fornødne dokumentation og accept i tækkebranchen. Formidlingen af produktet har i høj grad været koncentreret omkring de opnåede resultater, og perspektiver mht. et nyt bæredygtigt produkt.

Et væsentligt resultat er opnået i slutningen af projektet, hvor måtterne har opnået certificering til GULD inden for Vugge til Vugge, hvilket meget få byggematerialer kan opnå. Og endda på visse områder PLATIN, som er det højeste man kan opnå indenfor cradle to cradle certificering. Dette vil også have betydning for efterspørgsel, at det er et veldokumenteret produkt sammenholdt med produktets funktionalitet og egenskaber.

9.2 Artikler i bl.a. TÆK – tækkebranchens blad

Gennem hele projektperioden har der været formidling om projektet og resultaterne i TÆK, som er tækkebranchens blad, se også bilag. Dermed har hele tækkebranchen fulgt projektet fra dets opstart og gennem hele projektperioden.

9.3 Sustainable Build - netværk

Projektgruppen har været aktive i netværket SUSTAINABLE BUILD⁴², og deltaget i flere møder, herunder task-force omkring Sporbarhed. SUSTAINABLE BUILD er et partnerskab, som har til formål at øge innovation, videndeling og styrke samarbejdsrelationer på tværs af byggebranchen. Det er også med til at fremme viden om de bæredygtige materialer, som der er eller er på vej indenfor bæredygtigt byggeri og skabe grobund for udvikling af nye produkter og forretningsmodeller. Det har derfor været en god platform til at informere om et nyt produkt, som interessant for byggebranchen og i særdeleshed tækkebranchen, som får en ny råvare til at mønne stråtage med.

9.4 Launch Nordic challenge

Flere i projektgruppen har deltaget i netværket Launch Nordic- netværket⁴³, som ligeledes Sustainable Build er et netværk man inviteres til at deltage i. Launch Nordic arbejder for et mere bæredygtigt samfund, fremmet af innovation, og samarbejde mellem industrielle partnere m.fl. Her er også et partnerskab, som tæller såvel danske som udenlandske aktører. Begge netværk er støttet af Innovationsfonden. Projektet har fremsendt et forslag til Launch Nordic Challenge med tangmåtterne både til isolering samt mønningsformål, og blev udvalgt blandt de 20 bedste innovationer ud af mere end 100. Netværket har også bidraget til at f.eks. projektet har fået et større netværk af samarbejdspartnere.

9.5 Fiberties-network m.fl.

AgroTech, Teknologisk Institut, har præsenteret resultater fra projekterne tangmønning samt tangisolering ved bl.a. Fiber-Ties, et nordisk netværk Fiber-Ties⁴⁴, der omhandler forskning og udvikling indenfor bio-fibre, Eco-Construct, seminar om BIOBASEREDE BYGNINGSMATERIALER⁴⁵ for et internationalt netværk, ved MUDP-seminar om bæredygtigt byggeri, ved 5th SeaWeed Conference, Grenå, ved salon om cirkulær økonomi (Lendager Arkitekter), ved en bio-økonomisk konference på CELF, Nykøbing Falster m.fl.

9.6 Workshops

Huset i Feldballe – evaluering af tangmåtterne som mønning. Henning Johansen fortæller om resultaterne til de mere end 30 deltagere.



[Dties](#)

[er/k23177?cms.query=ecoconstruct](#)

Der har været gennemført to workshops i projektperioden. Den første workshop er omtalt i afsnit 8. Som afslutning på projektet blev afholdt en workshop og seminar: Mønning/Isolering med tangbatts af ålegræs, som afholdes februar 2017⁴⁶, hvor der også var fokus på evaluering af tang-tørv til mønninger.



Workshoppen startede ved arkitekt Carlo Volfs "Eco-Housing" hus på Mols, og mere end 30 personer var mødt op til præsentation af huset, isoleret med tangmåtterne. Efterfølgende besøgte deltagerne huset i Feldballe mønnet med tang-tørv og tangruller.

Der blev afholdt et fagligt seminar på Advance Nonwoven, efter besøget ved Carlo Volfs innovative hus og Feldballehuset, som afsluttedes med overrækkelse af C2C certifikat, med GULD til tang-tørv og tangruller, se afsnit 7.

9.7 Øvrige aktiviteter

Tangmåtterne er bl.a. præsenteret ved binderdagene for Tækkefolk, som afholdes hvert år og ved Frilandsmessen⁴⁷, som afholdes hvert år, og foregår i Feldballe på Djursland, 1 km fra Advance Nonwoven, der er beliggende på Møllerup Gods. Her kommer flere tusinde mennesker som interesserer sig for bæredygtigt byggeri.

⁴⁶ <http://www.teknologisk.dk/kurser/workshop-isolering-med-tangbatts-af-aalegraes/k38016?cms.query=%E5legr%E6s>

⁴⁷ [Frilandsmessen](#) 2015

Derudover er formidlet om projektet på nettet bl.a. på AgroTechs samt Teknologisk Instituts hjemmesider, facebook og linkedin.



Henning Johansen fremviser tang-måtter ved binderdagen for tækkefolkene i Vestjylland, 2015.

10. Fremtidsperspektiv og konklusion

De nye tangmåtter er en fornyelse for tækkebranchen, med et bæredygtigt alternativ fra en fornybar ressource som ålegræs, der vokser langs vore stande. Tang-tørv og tang-ruller er lette at håndtere for tækkemændene, og forventes at have en længere holdbarhed end gængse mønninger af halm og lyng. Produktet har opnået Cradle to cradle GULD-certificering, som er unikt for et byggemateriale, og dermed papir på bæredygtighed. Samtidig betyder produktet et nyt forretningspotentiale med mange muligheder.

I løbet af den godt 2-årige projektperiode er det lykkedes at komme fra ide og udvikling af prototype til færdigt gennemtestet produkt, som har opnået certifikat på bæredygtighed gennem en Cradle to Cradle GULD-certificering. Støtte fra MUDP har været afgørende for at nå så langt. Dermed står virksomheden Advance Nonwoven med et nyt forretningsområde, som er veldokumenteret og præsenteret for en række aktører indenfor bygge- og tækkebranchen med særlig interesse indenfor bæredygtighed og cirkulær økonomi. Læsø Tangbank (Zostera Aps) står også med et nyt forretningsområde, hvor en spirende afsætning på sigt forhåbentlig kan blive til et betydeligt forretningsområde, også på eksportmarkedet. Bl.a. Holland, som også eksperimenterer med stråtage og moderne designs med naturmaterialer.

10.1 Perspektiver

Danmark og i særdeleshed Advance Nonwoven samt Læsø Tangbank har med produktet tangmåtter til såvel mønning som isoleringsformål en fortrinsstilling, når der fremover skal konkurreres i Danmark og resten af EU på byggeprojekter med bæredygtige løsninger indenfor byggeriet. Advance Nonwoven arbejder netop for at kunne ekspandere produktionsfaciliteter, som også kan komme et nicheprodukt som tangmåtter til mønning og isolering til gavn. Også selv om produktet kommer til at koste mere end vanlig materialer.

For Læsø Tangbank (Zostera Aps) betyder anvendelse af tang/ålegræs til andet end restaureringsprojekter på Læsø en fremtidssikring, når der er et ekspanderende marked at levere råvarer til. Den positive miljøeffekt og produktets bæredygtighed er med til at give yderligere et spændende perspektiv på de nye forretningsmuligheder.

Den nye tangmønning-løsning baseret på tangmåtter forventes at ville betyde en kvalitetsforbedring af stråtaget og levetiden, og dermed bidrage til at fremme efterspørgslen på stråtage, og mønninger med tang, samt give mulighed for vækst og arbejdspladser, i hele værdikæden.

De foreløbige beregninger mht. økonomien viser at blot en forlængelse af levetiden på ca. 3 år med de nye mønninger i forhold til lyng, vil betyde tæt på en halvering af budgettet for mønninger i stråtagets levetid. Det vil når dette samt andre fordele, som mindre mos og lav på stråtaget, skabe grobund for en langt større udbredelse af tang-tørvene og -ruller fremover.

De første produktioner af tangmønninger er produceret og forhandles i samarbejde med tækkefirmaet Carlo Christensen, der distribuerer tækkemateriale og -udstyr til tækkebranchen. Her

er man optimistiske med hensyn til de nye tangmønninger, selvom det tager tid at indføre nye traditioner i en konservativ branche. Derfor følges de nye prøvemønninger rundt i landet med interesse f.eks. fratrækkebranchens fælles "Stråtaget kontor", og er med til at sprede viden om det nye produkt til tækkefolkene. For partnerne i projektet Henning Johansen og Advance Now-oven er forventningen vi vil se mange tangmønninger i de kommende år. Her vil råvaresikkerhed og involvering af endnu flere lodsejere til bjergning af tang, men ikke mindst markedsføring af tangmønningerne være vigtige for succes. Denne proces er i fuld gang.

Meget mere om hvad det kræver – dette er alt for løst – det ville I også have kunne skrive inden i startede,....

Bilag 1. Artikler

Bilag 1.1 Guld til Tang-Tørven – TÆK, nr. 1, 2017⁴⁸

⁴⁸ Fra <http://straatagetskontor.dk/taek-nr-1-2017/>



GULD til Tang-Tørven

Tang-Tørve og tang-ruller til stråtags-mønstre har nu rundet to sæsoner og klarer sig fortsat godt – nu har produktet fået guldniveau i miljøcertificering

TEKST OG FOTO: BODIL ENGBERG PALLESEN, TEKNOLOGISK INSTITUT, AGROTECH

Advance Nonwoven A/S har i samarbejde med Teknologisk Institut og Læsø Tangbank udviklet to nye byggeprodukter af ålegræs.

Tangtørve er et nyt alternativ til tagmønning, og tangisolering er udviklet for at skabe et bæredygtigt alternativ til mineraluld, men med alle de samme egenskaber. Udviklingen er støttet af et program under Miljøstyrelsen, MUOP.

Indtægten med at bruge tang-tørven er, at den er lettere at arbejde med end andre mønstre, og det holder længere end for eksempel lyng, der er meget udbredt. Nu er der også fuld tredjepartsverificeret dokumentation for bæredygtigheden i kraft af to Cradle to Cradle certifikater på henholdsvis GULD og SØLV niveau for tang-tørve og tangisolering. Cradle to Cradle er den mest ambitiøse miljøcertificering i verden og meget anerkendt i byggebranchen og inden for cirkulær økonomi.



Tængemand Henning Johansen, Læsø og Bodil E. Pallesen, innovatører til det nye produkt, fortæller om erfaringerne med Tang-Tørve og -ruller og om hvordan tækkbranchen har taget imod produktet. Foto: Lone Bolther Rubin.



Nærbillede af Tang-Tørvene som mønstre på det stråtekte hus i Feldballe ved workshoppen. Mønstrene har fået en lys hvidliggrøn nuance, som også kendes fra Læsøtangtagene, og matcher stråtaget nydeligt.

Ved en nylig afholdt workshop i februar om Isolering og mønning med tang-batts af ålegræs mødte mere end 30 personer op for at høre om og se produkterne anvendt dels som Isolering i et ECO-housing-hus ved Lyngsbæk på Mols og som mønning på et stråtekt hus i Feldballe, også beskrevet i TÆK, nr. 4, 2016.

100 % genanvendelig

Ved workshoppen blev certifikater for cradle to cradle certificeringen overrakt. Dokumentationen kan bl.a. bruges til at opnå point ved bygningscertificeringer som fx DGNB og LEED. Certificeringsniveauet er desuden meget højt, og tangmønningen har som det første danskproducerede produkt opnået certificering på Guld-niveau⁴ fortæller Annette Hastrup fra Vugge til Vugge.

< *Direktør Annette Hastrup fra konsulentvirksomheden Vugge til Vugge ApS overrakte certifikaterne til direktør Flemming Wærk fra Advance Nonwoven på Møllerup Gods i fredags flankeret af Bodil Pallesen fra Teknologisk Institut til venstre og Henning Johansen fra Læse Tangbank til højre.*

For at opnå GULD er en række bæredygtighedskriterier skulle overholdes:

- Det er lavet af et fornybart materiale og indeholder ingen skadelige stoffer
- Det er 100% genanvendeligt til fremstilling af nye tangbatts og kan dermed indgå i den cirkulære økonomi
- Det bliver produceret ved hjælp af 100% vedvarende energi og lavt energiforbrug
- Det genererer ikke spildevand
- Det lever op en række krav om social ansvarlighed

Erfaringerne med tang-tørvene har nu rundet to sæsoner og innovatørene til det nye produkt står på mere fast grund når produktet anbefales som et smukt alternativ til traditionelle mønninger med lyng eller halm. Projektgruppen håber de kommende år vil give plads til flere stråtekte mønnet med Tang-Tørve eller Tang-ruller – og endnu flere tækkfolk får mod på at anvende nye materialer. Det er fortsat Carlo F. Christensen A/S, som forhandler tang-tørve og -ruller. ■

Mønninger af tangmætter

Ålegræs som tang-tørv eller i ruller er et alternativ til traditionelle mønninger – og de har det fint efter en sæson

TEKST OG FOTO: BODIL ENGBERG PALLESEN, TEKNOLOGISK INSTITUT, AGROTECH

Tang – rettelig ålegræs – er et særdeles interessant materiale for tækkbranchen, bedst kendt for de smukke historiske tangtage på Læsø, som i disse år restaureres og sikres for fremtiden. Men ålegræsset har vist sig at kunne bruges til andet, f.eks. til mønninger på traditionelle stråtag.

På Møllerup Gods ved Djursland har virksomheden Advance Nonwoven produceret prøveproduktioner med tang-mætter, både i ruller eller udsåret i tørvestørrelse til brug som alternativ råvare til mønninger. Dette er resultatet af et MUDP-støttet udviklingsprojekt sammen med Læsø-tækkemanden Henning Johansen samt projektleder Bodil E. Pallesen, seniorrådgiver ved Teknologisk Institut, AgroTech, der har arbejdet med udvikling af bl.a. byggematerialer fra naturfibre gennem en årrække.

De første prototyper med tangmætter var klar i 2015, og i oktober 2015 blev der inviteret til workshop i Feldballe på Djursland for at tækkemændene selv kunne få "hands on" det nye materiale på et 200 år gammelt bindingsværkshus med stråtag.

Tækkfolk og andet godfolk medte talstærkt op og eksperimenterede med det nye materiale. Generelt var tækkemændene positive over det nye materiale. Ålegræsset var dels formet i ruller, dels skåret ud i tang-tørv med målene 120 x 40 cm størrelse. December-nummeret i TÆK 2015 fortalte mere om workshoppen og eksperimenterne med at bruge ålegræsset til mønninger.

HVORDAN SER DET UD EFTER EN SÆSON?

Tang-tørvene – ålegræsset – havde en mørkebrunlig farve ved oplægning, men i løbet af vinteren skiftede tangen farve til lys grå, som vi også kender det fra gammelt ålegræs, der ligger langs stranden. Farveskiftet er en helt naturlig proces. Længden på tørvene har vist sig at være i underkanten, så fremadrettet efterspørger tækkfolkene 140 cm brede tørv.

Vores målinger har vist at tørvene krymper lidt i løbet af sæsonen – nogle få procent, ligesom vi kender det fra andre naturmaterialer. Derfor er en bredde på minimum 140 cm fuldt ud ønskelig, også af denne grund. En krympning på 3 – 5 % skal også indtænkes i, hvor tæt tørvene lægges.

FLERE BRUGER TANGTØRVEN

Højfyns Tække- og Isoleringsservice ved Tonny og Allan Nielsen har lavet mønninger med tang-tørv ved flere byggerier og har kun positive erfaringer:

"Det har været spændende at lave mønninger med tang-tørv, som et nyt materiale til erstatning for lyng. Vi synes især, det har givet en forenklet håndtering for os", siger Allan Nielsen.

Højfyns-tækkemændene forventer også, at tangmaterialets holdbarhed tæller på plussiden:

"Vi har kun positive ting at sige om tangtørv som mønning-materiale. Det er jo fantastisk med et materiale der er naturligt og er langtidsholdbart. Samtidigt er det skånsomt for tækkemanden at arbejde med, da det ikke vejer noget. Det kræver lidt for at få det til at ligge pænt oppe på taget, men det skal bare prøves et par gange, så kører det", siger Allan fra Højfyns Tække- og Isoleringsservice, som i løbet af efteråret 2016 laver yderligere 60 meter rygning med tang-tørv.

For Henning Johansen, Læsø, har det været vigtigt at få flere tækkfolk til at eksperimentere med tang-tørv samt tangruller. Der er lavet en aftale med Carlo F. Christensen A/S om at forhandle tang-materialet, så det også er muligt at få egne erfaringer med det nye naturmateriale.

Der arbejdes fortsat på at tilvejebringe mere tang-råvare, og her er samarbejde med lodsejere både på Møn og Boga og andre steder i Danmark vigtigt. Det giver mulighed for at udnytte en ny naturressource og samtidig opbygge et nyt forretningsområde for såvel råvareproducenter, Advance Nonwoven, tækkemanden på Læsø samt forhandler af materialet til tangmønningen.

FREMtiden

Det er godt med et alternativ til eksisterende mønninger af lyng, halm og græstørv. Der er i perioder mangel på råvarer, og der er også set ulemper med forurening fra lyngmønninger med angreb af mos m.m. til følge. Tangmætter af ålegræs ser ud til at kunne holde og klare vind og vejr. Det bliver spændende at følge i de kommende år, om tang-tørvene lever op til forventningen om en længere levetid end traditionelle mønning materialer. Læsøs tangtage har jo vist sig langtidsholdbare i gennem op til 250 år.

Håndteringsmæssigt er det en lettelse, ikke mindst i forhold til græstørv, men også ift. lyng og halm. Det var netop et af de forhold som tækkfolkene trak frem ved workshoppen 2015. Men det er også vigtigt at erhverve sine egne erfaringer med håndtering af såvel tangtørv som tang-ruller.

Tækkfolkene vil gerne have tang-tørv i en bredde på 140 cm. De 120 cm var valgt efter bredden på forsøgsanlægget, men det er muligt at skære stykkerne ud i 140 cm lange stykker, og det er anbefalingen til langt de fleste typer stråtagsrygninger.

Det er håbet at mange flere tækkfolk prøver kræfter med det nye materiale i de kommende år, som kan vise, om tang-tørv er kommet for at blive! *

⁴⁹ <http://straatagetskontor.dk/wp-content/uploads/2013/05/TÆK-4-2016-til-web.pdf>



Alegroes bænget på Møn og doge giver en god kvalitet til at forme i langtidstilt.

LÆS MERE:

<http://www.agrotech.dk/projekter/project/tang-toerv-til-straatage-nyudviklet-langtidsholdbar-tangmønning>

Prøvemønningen i Feldballe med tang-tørve efter et års oplægning. Det æstetiske er vigtigt for et stødtag, og erfaringerne har holdt været positive på denne front.



Thomas Mølle-Lem fra Møn med DeMøllema lægger tangtørve.



Nyt stødtag som er mønnet med tang-tørvene.



Prisen pr. tangtørve er 90 kr., ved Carlo F. Christensen A/S. Han fører også ruller (120 cm i bredden), som kan betyde yderligere arbejdsbesparelse i forbindelse med oplægning. Prisen pr. løbende meter er 150 kr., lidt billigere end tang-tørvene. Prisen for kunden vil formentlig være omtrentlig som græstørve, men da man sparer både kran, lift m.m. bør det kunne blive lidt billigere.

STRAATAGETS KONTOR 27



Læse-tækkemand Henning Johansen med tang-tørnv i hænderne og tækkemand Ruud Conijn fra Hemmed Tækkefirma var dagens instruktører og initiativtagere til workshoppen.

Tang-Tørven tegner lovende

Et helt nyt produkt til mønninger fik rosende ord og en høj karakter med på vejen af de mange tækkemænd på workshop

TEKST OG FOTO: JØRGEN KAARUP

Endnu engang viste det sig, at arbejde på taget, erfaringsudveksling samt leg og afprøvning af nye materialer kan trække tækkemænd til. Som noget ekstra glædeligt, så trak præsentationen af Tang-Tørven også både lærere og studerende af begge køn fra bl.a. VIA University College (konstruktørlinjen i Horsens) og fra den københavnske arkitektskole til.

En herlig blanding af kvinder og mænd i alle aldre stimlede sammen ved huset i Feldballe på Djursland den dag sidst i oktober, hvor dagens eksperiment skulle løbe af stablen: Formpressede tørv af ålegræs samt en rulle, også med formpresset ålegræs, skulle lægges på rygningen, og der skulle diskuteres, prøves af og måske også konkluderes.

NY TEKNOLOGI

Man kan roligt sige, at tækkebranchen ikke er rig på højteknologisk udvikling, men denne dag modsagde den kendsgerning: Der er investeret knap 40 millioner kroner i et supermoderne produktionsanlæg på herregården Møllerup Gods – og dét er årsagen til, at tækkebranchen nu kan få færdige "element-tang-tørnv".

På Møllerup Gods holder virksomheden Advance Nonwoven til. Og den kan lave alt, der rummer fibre, fra gamle cowboybukser

over mineraluldsaffald til ålegræs til måtter, som i næsten alle tilfælde har den sidegevinst, at de isolerer godt – men det er en helt anden historie...

Tilbage til en kølig morgenstund med kaffe og rundstykker i haven. Projektleder Bodil Pallesen bor i det hus, der skal have ny tangtørns-mønning. Hun indleder dagen, fordi hun sammen med Læse-tækkemand Henning Johansen og Stig Gamborg, Advanced Nonwoven, står for det projekt, der med støtte fra Miljøstyrelsen har udviklet Tang-Tørven.

Bodil viser en tangmåtte frem, som er begroet med mos og alger, helt grøn og våd i overfladen – men helt tør, da hun åbner op til midten.

"Den her har ligget i min have, på jorden, i 12 år og er blevet brugt som måtte, når der skulle luges ukrudt", beretter Bodil Pallesen. "Så mon ikke også en mønning af tangtørnv har en lang levetid..."

LANG LEVETID

Dét gør indtryk på de mere end 40 forsamlede mennesker. Alle kan regne ud, at ålegræs vil holde længere, når det ligger som tørv hen over husets top. At den saltholdige "tang" heller ikke kan brænde gør kun produktet endnu mere interessant.

⁵⁰ <http://straatagetskontor.dk/wp-content/uploads/2013/05/Taek-4-2015.pdf>

Der blev eksperimenteret, diskuteret og udvekslet erfaringer på kryds og tværs, da den helt nye type mønning skulle udvikles.



Og så var det ellers på tide at komme på taget. De fleste tog turen op ad stigen og fik nærkontakt med den helt nye type mønning. Der blev eksperimenteret med forskellige måder at lægge tørvene på – og med at rulle en hel rulle af det pressede ålegræs ud, skære et nyt, langt stykke til, rulle ud, så der opstår en kant og så et smalt stykke rullet ud til sidst til at dække toppen. En yderst let og efter alt at dømme meget holdbar alternativ måde at lave en mønning med ålegræs.

Eksperimenterne blev ledet af tækkemændene Henning Johansen og Ruud Conijn. Projektleder Bodil Pallesen fra AgroTech gæfter på en holdbarhed på mellem 15 og 20 år, og hun er meget tilfreds med dagen.

"Det har været en fornøjelse at præsentere de nye tang-måtter overfor tækkebranchen. De 25 tækkfolk tog særdeles positivt imod de nye tang-tørv, som jo er en prototype, som projekt Tang-Tørv har udviklet i samspil med tækkemand Ruud Conijn, Hemmed Tækkfirma.

LET AT HÅNDTERE

Tilbage meldingen fra fagfolkene er, at tang-tørv er let at håndtere og tilvirke på taget, og resultatet ser flot ud. Opfattelsen blandt de fremmødte var, at tang-tørv vil kunne holde i betydelig flere år end de gængse materialer som lyng og halm", siger en glad projektleder.

Nogle mente, at den bedste metode bliver at bruge rullen, med løst ålegræs under for at rette mønningen op, i stedet for de ud-

skårne tørv. Andre mente, at de klinkede tangtørv både er bedre og kønere.

Heldigvis er der metodefrihed, og det er i sig selv positivt, at de nye materialer kan anvendes forskelligt. Ruud Conijn valgte at bruge tørvemetoden, da han og hans folk en uge efter workshoppen gjorde arbejdet færdigt.

"Prisen for den færdige mønning forventes at være lidt dyrere end f.eks. lyng, men til gengæld holder den jo betydelig længere", siger Bodil Pallesen på spørgsmålet om priser. Da der er tale om prototyper under udvikling, er prisfastsættelsen ikke endeligt afsluttet.

"Det vil højst blive nogle få hundrede kroner dyrere pr. løbende meter mønning, og set over en tidsperiode på f.eks. 20 år, forventes de nye mønninger at være en god investering for stråtagsejerne", vurderer Bodil Pallesen og fortsætter:

"I projektgruppen arbejder vi videre med 'ålegræs-tangen' til både mønninger og isoleringsmåtter. De involverede landmænd på Men og Boga skal bjerge mere ålegræs, og vi skal forhåbentlig også have flere landmænd involveret. Måske skal der på sigt etableres en fabrik, der kun producerer tangmåtter. Der er stadig et stykke vej, men tækkebranchen vil i nær fremtid kunne få råvarer at starte på, og så må efterspørgslen jo vise, hvad der sker."

Fra Boga melder tangproducent Ib Ungermand, at han har travlt. "Det vælter ind med tang og har gjort det hele sommeren", siger en travl tang-landmand. Tangtørv vil blive solgt gennem firmaet Carlo F. Christensen. <

Sådan ser Tang-Tørv-mønningen ud i den udførelse, de fleste blev enige om er et godt bud. Der skal trådvæv over, fordi de pressede plader af ålegræs er ret lette i forhold til gæstetørv – et faktum, en del tækkemænd lovraste, for det er hårdt arbejde at lægge en traditionel mønning med de tunge gæstetørv.



Bilag 2. Følgegruppe

Projektets følgegruppe for MUDP-projektet "Tangmønning - Udvikling af langtidsholdbar tangmønning til stråtage af ålegræs" har bestået af:

- Fuldmægtig Signe Kromann-Rasmussen, Miljøstyrelsen, afd. Miljøteknologi (formand for gruppen)
- Stig Gamborg og Flemming Werk, Advance Nonwoven
- Henning Johansen, Storhaven, Læsø
- Bodil Engberg Pallesen, Teknologisk Institut, division AgroTech
- Ib Johansen, Landsforeningen for Økologisk Byggeri
- Heidi B. Bugge, Dansk Standard
- Jørgen Kaarup, leder af Stråtagets Kontor⁵¹ og redaktør af TÆK

⁵¹ <http://straatagetskontor.dk/>

Tang-Tørv og Tang-ruller af ålegræs til mønninger

De nye Tang-Tørv og Tang-ruller af ålegræs er en fornyelse og et bæredygtigt alternativ til traditionelle mønninger. Tangmåtterne er fremstillet af Advance Nonwoven på Djursland. Produktet lever op til de krav, som tækkebranchen har efterlyst både mht. at de kan fremstilles som tang-tørv eller tangruller, der er nemme at håndtere og hurtige at mønne med på stråtage. Mønningsprodukterne er vejrbestandige og ikke brandbare med forventet længere holdbarhed end gængse mønningsmaterialer som lyng og halm. Tang-tørvene er testet for holdbarhed – de har pt. klaret to sæsoner og forventes at have en længere levetid end gængse materialer som lyng og halm. Produktet har opnået Cradle to cradle GULD-certificering og har dermed certifikat på bæredygtighed.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk