



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Bæredygtige Tangisoleringsmåtter fra ålegræs

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: 978-87-93710-35-1

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	5
2.	Konklusion og sammenfatning	7
2.1	Baggrund og formål	7
2.2	Forsøg og screening - tangisoleringsmåtter	8
2.3	Resultater	9
2.4	Økonomiske forventninger og fremtidigt marked	10
3.	Formål og metode	11
3.1	Projektets formål	11
3.2	Metode	12
4.	Potentiale for og råvare-håndtering af ålegræs	13
4.1	Potentiale for ålegræsressourcer	13
4.2	Bjergning af ålegræs	15
4.3	Økonomi	18
5.	Tangmåtte-prototypen - Forsøg og resultater	20
5.1	Forsøg på CAFT-linien	20
5.1.1	Forbehandling af ålegræsråvaren	21
5.2	Kravsspecifikationer til materialer	22
5.3	Resultater - Prototypen	23
6.	Test af tangisoleringsmåtterne	26
6.1	Analyse af indholdsstoffer	26
6.2	Varmeisoleringsværdi	27
6.3	Brandegenskaber	28
6.4	Akustik og lydabsorption	30
6.4.1	Råvarer til test	31
6.4.2	Metode	32
6.4.3	Resultater	33
6.5	Emissionsprøvning – bl.a. til brug ved Cradle to Cradle certificering	34
7.	Miljøvurdering – afgrænset LCA-analyse samt Cradle to Cradle certificering	36
7.1	LCA-analyse	36
7.1.1	Forudsætninger	37
7.1.2	Resultater	38
7.2	Cradle to Cradle – certificering - formål	40
7.3	Cradle to Cradle – GULD-certifikat	41
7.4	Miljøvurdering af bæredygtigheden ved ålegræs som ressource	44
8.	Præsentation af tangisoleringsmåtterne	47
8.1	Eco-housing – Økobyg Djursland	47
8.2	Øvrige præsentationer af materialet	48
9.	Økonomiberegninger	49

9.1	Økonomiske forventninger og fremtidigt marked	49
10.	Formidling	51
10.1	Succeskriterier	51
10.2	Sustainable Build - netværk	51
10.3	Launch Nordic challenge	52
10.4	Fiberties-network m.fl.	52
10.5	Workshops	52
10.6	Øvrige aktiviteter	54
11.	Fremtidsperspektiv og konklusion	55
11.1	Perspektiver	55
Bilag 1.	Følgegruppe	57

1. Forord

Advance Nonwoven (ANW) har arbejdet med udvikling af bæredygtige materialer fra naturfibre og genbrugsfibre gennem de seneste 10 år ikke mindst til byggebranchen. En kendt udfordring er, at det er vanskeligt at opnå brandsikrede isoleringsmaterialer fremstillet af naturfibre, som kan matche særligt mineraluld. MUDP-projektet "Bæredygtige ikke-brandbare tang-isoleringsmåtter" har netop haft til formål at udvikle isoleringsmåtter fra ålegræs – kaldet tang-isoleringsmåtter, som er ikkebrandbare. Sammenligningen med mineraluld er valgt, da det er det førende produkt på markedet og derfor i mange år har sat barren for isoleringsprodukter. Ambitionen har været at tangisoleringsmåtterne kan bidrage til at fremme bæredygtigheden i byggeriet og samtidig forbedre de sundheds- og miljømæssige udfordringer, der kan med traditionelle isoleringsmaterialer. Målet er at demonstrere, at produktet er et reelt alternativ til særligt mineralulds-måtter, og at give nye forretningsmuligheder på områder, hvor der stilles krav om både øget bæredygtighed og en høj brandklasse.

Indsatsen har været koncentreret om:

- Udvikling af prototypen ud fra definerede kravsspecifikationer
- Test og dokumentation af tekniske egenskaber
- Miljøanalyse – LCA-analyse
- Certificering af produktet (Cradle to Cradle er valgt)
- Råvarepotentiale og tilgængelighed
- Formidling til byggebranche og aktører indenfor bæredygtigt byggeri

Udviklingsarbejdet med nye bæredygtige produkter bygger på en unik CAFT Nonwoven Technology (Carding Airlaid Fusion Technology), som kan håndtere fibre i varierende længder. Dette er en udfordring for genbrug af materialefibre som f.eks. fra tekstiler. Teknologien åbner derfor op for et utal af produktmuligheder, og virksomheden bruger en stor del af ressourcerne på produktudvikling. ANW har bl.a. sat produktet BreatheTM Natural Fibre Insulation i produktion til det engelske marked, i samarbejde med tidligere Hemp Tehcnology (nu American Lime-technology), hvor Hemp Technology forarbejdede hampe- og hørfibre og ANW fremstillede isoleringsmåtter¹, ofte med dansk produceret hør og hamp. Udviklingsarbejdet bygger på forskning gennemført af seniorkonsulent Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut (tidl. Agro-Tech), der gennem mange år har arbejdet med udvikling af plantebaserede byggematerialer, bl.a. isoleringsmåtter fra hør og hamp² med støtte fra Energistyrelsen³.

Projektet er gennemført i samarbejde mellem Advance Nonwoven, og Læsø Tangbank (nu Læsø Zostera ApS) ved tækkemand Henning Johansen. Sidstnævnte er i gang med at opbygge råvareressourcer af tang, nærmere bestemt ålegræs. Bodil E. Pallesen fra Teknologisk Institut-AgroTech har været projektleder. Endvidere har projektet samarbejdet med Vugge til

¹ <http://www.americanlimetechnology.com/lime-technology-uk-breathe-natural-fiber-insulation-achieves-euroclass-fire-rating/> ; <http://www.americanlimetechnology.com/breathe-insulation/>

² Pallesen, B.E. Biomaterialer; <http://agrotech.dk/arbejdsomraader/raadgivning-og-udvikling/biomaterialer>

³ Energistyrelsens program: Miljø- og arbejdsmiljørigtige isoleringsmaterialer 2000 - 2004

Vugge, Danmark ved Annette Hastrup samt DTI-byggeri og anlæg, DTI-træ og miljø, Dansk Brandteknisk Institut, DELTA m.fl.

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.

2. Konklusion og sammenfatning

De nye tangisoleringsmåtter – tang-batts - fremstillet af ålegræs opnår uden brandimprægnering en brandklasse E pga. et højt saltindhold i ålegræsset og er dermed brandimprægneret fra naturens side. Imprægnering med Firestop-brandhæmmer forventes at resultere i en brandklasse B. Det er påvist at isoleringsværdien er på højde med mineraluld og at tang-batts'ne har gode akustik og lydabsorberende egenskaber. Produktet er certificeret med Cradle to cradle, først på niveau "SØLV" og ultimo april 2017 "GULD"-certificering som det første isoleringsform-stykke. Det er herudover dokumenteret at produktet bl.a. har fordele ved anvendelse til isolering af krybegulv, lydisolering mm.

2.1 Baggrund og formål

Bæredygtige løsninger til byggeriet er en mangelvare, f.eks. isoleringsmaterialer med brandklasse på niveau med mineraluld. I forbindelse med Byggevareforordningen er der blevet mulighed for at deklarere bæredygtighed ifm med sin byggevare. Der findes dog endnu ikke harmoniserede standarder for området. En EPD vil muligvis kunne bruges. Men den største driver for markedet lige nu er efterspørgsel fra bygherrer herunder førende arkitektvirksomheder og brugere. Byggeforskriften undergår i øjeblikket revision af harmoniserede standarder, hvori bl.a. krav til bæredygtighed indgår. Dette nye 7. væsentlige krav om "bæredygtighed" bliver dog først et krav, når de harmoniserede standarder, på bestilling fra EU-kommissionen, bliver revideret⁴. . Samtidig er byggebranchen på jagt efter flere bæredygtige løsninger og materialer, som bl.a. viser sig i netværket Sustainable Build⁵, udstillingen Building Green⁶ m.fl. fora, der fokuserer på øget bæredygtighed – både økonomisk socialt og miljømæssigt.

Målet med projektet har været at udvikle en bæredygtig og ikke-brandbar prototype på tangisoleringsmåtter fremstillet af ålegræs og afsætte til byggebranchen som et alternativ til mineraluld. Projektet har ønsket at løse udfordringen med at udvikle en isoleringsmåtte af ålegræs, som ikke kan brænde, er langtidsholdbar og bæredygtig⁷, let at håndtere, og som kan konkurrere med mineraluld med B-s1,d0 brandklasse⁸. Sammenligningen med mineraluld er valgt da det er det førende produkt på markedet og derfor i mange år har sat barren for isoleringsprodukter med brandklasse. Udfordringen er derfor at kunne dokumentere at egenskaberne ved det nye tangisoleringsprodukt lever op til mineraluld og samtidigt kunne produceres rentabelt, så produktet kan konkurrere med andre isoleringsprodukter.

⁴ http://byggevareinfo.dk/fra_cpd_til_cpr

⁵ www.sustainablebuild.dk

⁶ www.buildinggreen.eu

⁷ http://www.sdu.dk/aktuelt/nyt_fra_sdu/aalegraes+og+co2

⁸ <http://www.hfb.dk/fileadmin/templates/hfb/dokumenter/Oversigtsstof/brandklasser.pdf>

Målet er at prisen skal være konkurrencedygtig gælder i kortere sigt et nichemarked, der kan acceptere højere priser på specialprodukter, som bæredygtige tangisoleringsmåtter.

I projektet er produktets egenskaber mht. brand, isoleringsevne, og akustik dokumenteret, og der er udarbejdet en vurdering af produktets bæredygtighed og dets egenskaber ift cirkulær økonomi i form af bl.a. en cradle to cradle certificering. Dokumenterede bæredygtige byggematerialer forventes at opnå et fortrin hos bygherrer, rådgivere og udførende i byggeriet, som i fremtiden overvejende vil vælge bæredygtige produkter fremfor traditionelle.

En anden opgave har været at kortlægge potentialet for råvaren ålegræsressourcer og potentialet for en ny råvare i form af ålegræs, som er den type tang, der anvendes, således at der kan sikres leverandedygtighed og endelig også vurdere produktets økonomiske potentiale.

Projektet er gennemført i samarbejde mellem Advance Nonwoven, og Læsø Tangbank ved tækkemand Henning Johansen. Bodil E. Pallesen fra 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. Udviklingsarbejdet bygger blandt andet 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. Læsø Tangbank ved tækkemand Henning Johansen er i gang med at opbygge råvareressourcer af tang, nærmere bestemt ålegræs, og har arbejdet for at finde frem til nye anvendelser for ålegræsressourcerne, så det ikke kun er anvendeligt til restaurering af tangtage på Læsø.

Derudover samarbejder projektet i forbindelse med certificeringer og dokumentation med Vugge til Vugge, Danmark ved Annette Hastrup samt DTI-byggeri og anlæg, DTI-træ og miljø, Dansk Brandteknisk Institut, DELTA m.fl.

2.2 Forsøg og screening - tangisoleringsmåtter

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, er der gennemført en screening med forskellige typer af bindere - alle termoplastbindere - og produktet er testet mhp. 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 forskellige isoleringsformål, herunder også indhold af bindefibre og typer samt fiberlængder, densitet, dimensioner mm.

Produktets egenskaber er testet mht. brand, isoleringsværdi, akustik samt produktets egenskaber mht. holdbarhed samt vurdering af produktets bæredygtighed.

Tangisoleringsmåtterne er præsenteret overfor byggebranchen bl.a. i netværk indenfor Bæredygtigt Byggeri og har indgået i et mindre forsøgsbyggeri for at demonstrere produktets egenskaber i praksis.

2.3 Resultater

Det er lykkedes at udvikle prototypen på tangisoleringsmåtter og dokumentere egenskaberne, som værende fuldt på højde med traditionelle isoleringsmaterialer mht. varmeisolering, brandklasse, adsorption af lyd mm. På baggrund af de målte værdier vurderes de nyudviklede tangmåtter til tangisolering er et bæredygtigt alternativ til mineraluld, og attraktivt for byggebranchen som efterspørger materialer, der kan genanvendes.

Bæredygtighed betyder for produktet tangisoleringsmåtter, at de:

- er lavet af et fornybart naturligt materiale, der ikke indeholder nogen skadelige stoffer, som f.eks. formaldehyd eller lignende kemikalier
- er 100% genanvendeligt til fremstilling af nye tangbatts og kan dermed indgå i den cirkulære økonomi
- bliver produceret ved brug af vedvarende energi
- ikke genererer spildevand ved produktion
- lever op en række krav om social ansvarlighed som defineret i regi af C2C (se nedenfor)

Tangisoleringsmåtter har en målt U-værdi 0,425 W/m² K, ved en densitet ca. 70 kg/ m³, middel temperatur 10,1 gr C, delta T = 15,0 gr C, og lambda-værdien er beregnet til 0,037 W/mK, hvilket er fuldt på højde med mineraluld. Testen er udført ved Teknologisk Institut.

En krediteret brandtest er gennemført ved Dansk Brandteknisk Institut, som viser at tangmåtter uden tilsætning af brandimprægnering kan opnå en brandklasse E.

Målinger af akustiske og lyddæmpende egenskaber er udført af DELTA. Tangisoleringsmåtten er et porøst materiale og opfører sig som mineraluld. Ved højeste frekvenser klarer en 80 mm tangmåtte sig lidt bedre end 80 mm mineraluldsmåtten.

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.
- Tangisolering 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.

I Cradle to Cradle certificeringen for Advance Nonwovens produkter indgår dokumentation for bæredygtigheden mht. både indholdsstoffer, herunder tungmetaller, råvare og forarbejdningsprocessen. Dokumentationen kan bl.a. bruges til at opnå point ved bygningscertificeringer som fx DGNB og LEED⁹. Certificeringsniveauet er desuden meget højt, og tangisoleringens produkt har opnået certificering på GULD-niveau¹⁰ indenfor Cradle to Cradle¹⁰, som betyder at produktet lever op til de relativt strenge krav, der skal til for at opnå guld

Med ovenstående resultater er konklusionen at produktet teknisk er et reelt alternativ til anden isolering i byggeri, hvor man samtidigt med høje tekniske krav vægter bæredygtighed og cirkulær økonomi højt. Produktet er afprøvet i forsøgsbyggeri og præsenteret over for byggebranchen.

I tillæg til isoleringsproduktet er viden om metoderne samt logistikken mht. bjergning af ålegræs so råvare input ligeledes er styrket i løbet af projektperioden. Udnyttelse af ålegræs vurderes at medføre en positiv miljøeffekt, idet aktiv bjergning af ålegræs fra strandene faktisk fremmer vækst af ålegræs i de nære farvande qua næringsstoffer fra biomassen fra nærområdet (strandene) ikke sendes ud i havmiljøet igen. Det får også stor betydning for om produktionen er mulig materialemæssigt og økonomisk.

2.4 Økonomiske forventninger og fremtidigt marked

Målsætningen for produktet tangisolering ved Advance Nownoven A/S er at opnå en omsætning på 2 mill. kr. i løbet af 3 år. Ved løbende optimering af produktet vil det årlige forbrug af tang være 80-90 tons. Der skal arbejdes på at finde flere leverandører af tang for at sikre råvareforsyningen. Den høje pris på råvaren betyder en høj pris på slutproduktet, som primært henvender sig til et niche-marked, hvor de unikke produkt egenskaber vægter højt. Men på sigt forventes råvareprisen at tilpasse sig og en større efterspørgsel vil resultere i stordriftsfordele og dermed lavere pris. Der er stor interesse fra arkitekter i at anvende tangisolering. ANW har konkrete forespørgsler fra de største arkitektfirmaer i Danmark og flere mindre og mellemstore. Der skal tilføres yderligere salgs- og marketingressourcer til ANW for at løfte opgaven. Derfor planlægges ansættelse af en medarbejder i september 2017 med bl.a. specifik ansvar for salg og markedsføring af tangisolering. Der skal udarbejdes konkret salgs- og produktinformationer før vi for alvor kan igangsætte målrettet markedsføring.

Der er endvidere stor interesse fra udlandet grundet vores C2C certificering til guld-niveau. Specielt flere hollandske virksomheder har vist seriøs interesse, hvilket kan resultere i konkret salg af tangisolering til niche-projekter. F.eks. har materialebiblioteket Donghia Healthier Materials Library, Parsons the New School i New York modtaget prøver på tangisoleringen og er meget begejstrede. De har anmodet om væsentligt flere m2 prøver, som de vil nu udstille langs en stor væg med prominent placering. Der har været henvendelser fra Tyskland, Island m.m.

Interessen for tangisoleringen skaber samtidig interesse for Advance Nonwoven's teknologiplatform, hvilket kan skabe fremtidige leads for salg af produktionsteknologien.

⁹ 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/>

¹⁰ <http://www.dagensbyggeri.dk/artikel/93935-alegraes-opnar-cradle-to-cradle-certifikat>

3. Formål og metode

Bæredygtige løsninger til byggeriet er en mangelvare¹¹ f.eks. isoleringsmaterialer med brandklasse på niveau med mineraluld. Byggeforordningen undergår i øjeblikket revision af harmonerede standarder, hvori bl.a. krav til bæredygtighed indgår. Dette nye 7. væsentlige krav om "bæredygtighed" bliver dog først et krav, når de harmoniserede standarder, på bestilling fra EU-kommissionen, bliver revideret¹².

3.1 Projektets formål

Projektets direkte mål har netop været at udvikle en bæredygtig og ikke-brandbar prototype på tang-isoleringsmåtter fremstillet af ålegræs, som er en tangressource langs de danske kyster. Målet har været at produktets funktionalitet kan leve op de eksisterende produkter på markedet, og tilpasses kravene til dimensioner og håndtering så de passer med eksisterende isoleringsmåtter på markedet og at de kan konkurrere med en fornuftig pris. Der er særligt sammenlignet med mineraluldisolering, da det er førende på markedet.

Isoleringsmåtten af tang er opbygget som en sammenhængende måtte, et formstykke, primært bestående af tang/ålegræs, og målet har været at dokumentere at tangisoleringmåtten:

- kan opnå en B-s1,d0 brandklasse (Tidligere klasse 1)
- Har isolerende egenskaber på højde med mineraluld (såvel varme- og lydisolering)
- Ikke rådner
- Giver mulighed for at byggeriet kan ånde
- Er nem at håndtere for bygningsarbejderen og nem at tilpasse i konstruktionerne
- Giver et bedre arbejdsmiljø (sammenlignet med tilstedeværelse af mineraluldsstøv)
- Har øget bæredygtighed i forhold til mineraluld, dokumenteret ved bl.a. "vugge til vugge" certificering
- Giver en miljøforbedrende effekt, som opnås ved at ålegræs udnyttes som en ressource og ikke anses som affald, hvor ålegræs udgør et problem langs vore strande

Isoleringsmåtten skal kunne konkurrere med de nuværende produkter på markedet, selvom bæredygtighed kan betyde en merværdi af produktet, så skal prisen på det færdige produkt ligge forholdsvis tæt på markedsprisen

Produktets egenskaber er testet mht. brand, isoleringsværdi, akustik samt produktets egenskaber mht. holdbarhed samt vurdering af produktets bæredygtighed.

Et andet delmål har været at kortlægge potentialet for råvaren ålegræs, som er den type tang, der skal anvendes og vurdere såvel råvarens som isoleringsproduktets økonomiske potentiale. Konceptet for høst og bjergning af ålegræs i en anvendelig kvalitet, rensat fri for sten og urenheder som sand, og beredes til produktionsprocessen med fremstilling af måtter, er et vigtigt indsatsområde.

¹¹ Bl.a. arkitekt xxx, Loop Architects

¹² http://byggevaereinfo.dk/fra_cpd_til_cpr

3.2 Metode

Forsøgsarbejdet med udvikling af måtterne er foregået hos Advance Nonwoven 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 tangråvaren 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 Terø og koordineret af Læsø Tangbank. Lodsejerne skal sørge for at det er rent ålegræs, der bjergeres 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. Dette skal kunne udføres til en pris der sikrer at det færdige produkt er konkurrencedygtigt.

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

For at finde frem til den rette recept for måtteproduktet, er der gennemført en screening med forskellige typer binder - alle termoplastbindere - og produktet er testet mhp. 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 forskellige isoleringsformål. Udfordringer har bl.a. været at opnå en effektiv fordeling af bindere jævnt i produktet, og opnå en ensartet varmefixering, herunder finde frem til de bedst egnede fiberlængder i kombination med forskellige bindertyper. I valg af bindertype indgår også binderens miljømæssige egenskaber og tilgængelig dokumentation, muligheden for at kunne genanvendes efter end-use, dvs. egenskaber i relation til bæredygtighed og cirkulær økonomi.

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

Tangisoleringsmåtterne viste sig at holde brandklasse E, uden tilsætning af brandhæmmer. Det var derfor nødvendigt at arbejde med at finde frem yderligere brandsikring af produktet og løse udfordringer mht. at opnå højeste brandklasse, herunder valg af en bæredygtig brandhæmende løsning.

Anvendelse af måtterne i byggeri er gennemført i forsøgsmålestok. Tangisoleringsmåtter er afprøvet i et lille eksperimenterende "Eco-Housing" hus på Mols. Endvidere er der opbygget et stort netværk til byggebranchen via bl.a. netværkene Sustainable Build og Launch Nordic, hvor projektdeltagerne har deltaget aktivt i bl.a. Task Force omkring sporbarhed og har deltaget i Launch Nordic Challenge. Der er gennemført en række aktiviteter omkring præsentation af produktet og projektresultaterne til byggebranchen og interesserede indenfor bæredygtigt byggeri.

4. Potentiale for 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 på Læsø ikke blev vedligeholdt efter traditionen, og der blev derfor taget et lokalt initiativ til at etablere en tangbank, Læsø Tangbank, for at skaffe råmaterialer til at bevare tangtagene, og herudover stå for fundraising til bevaring af tanghusene på Læsø.

Projektgruppen bag Tangbanken og fondsansøgningerne er 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 tangmåtter 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

Langs kysterne på Møn, Bogø, Tærø og andre steder forekommer ålegræs, på de rette tidspunkter, i store mængder skyllet op på strandene, som rent ålegræs, der kan bjerges. Læsø

Tangbank startede netop indsamlingen af ålegræs i samarbejde med landmænd/lodsejere på Sydhavsøerne, som også havde erfaring med at bjerge tang og som har det rette udstyr til rådighed i forbindelse med bedriften i øvrigt. Tilingen ift. Anvendelse af bjerningsudstyr er derfor også vigtig ift anvendelsen af dette udstyr andre steder hos lodsejere og landmænd og ift hvor meget tid disse har til rådighed.

Potentialet anslås i Nordsø/Skagerrak/Østersø-regionen til at være 1480 km² kystlinje med 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 Danmark¹³.

Interessen hos lodsejere og landmænd er i stigning. Læsø Tangbank har gjort en stor indsats mht. at herved nye lodsejere/landmænd, til at bjerge ålegræs. For landmanden giver det mulighed for et nyt forretningsområde, og afsætning af en fornybar råvare som ålegræs til højere pris end hvis kommunen bjerger det som affald, for at rense badestrande.

Interessen for at fjerne ålegræs og tang er generelt stor hos kommunerne, da det generer ba-

C. BOSTRÖM ET AL.



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.

destrandene¹⁴. Hvor der er gode forekomster af ålegræs i havet er at det er indikator for god økologisk tilstand langs kysten¹⁵. Hvis man ikke fjerner det døde ålegræs, øges næringsstofindholdet i farvandet langs kysten .det kan give en risiko for at andre arter med større kvælstofbehov udkonkurrerer ålegræsset.

¹³ 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)

¹⁴ Personlig korrespondance med bl.a. Odsherred kommune; Kurt Shrierup, Møn kommune.

¹⁵ http://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/VP_Konference_legrs_300512.pdf

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. ton, f.eks. melder Odsherred 200 kr. pr. ton. Derfor er kommunerne mange steder meget interesseret i at finde alternative anvendelser for denne ressource.¹⁶ 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. år¹⁷, dog er en stor del sand. Der 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 strandrensers 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, som kun kan fremstilles af ålegræs. De mange forskellige typer tang, fedtemøg kan ikke anvendes til fremstillingen af tangisoleringsmåtterne

I Storstrømsamt er der langs kysterne store områder med stor udbredelse af ålegræs der kan udnyttes, 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 fjernede mængder af blandet tang/ålegræs, der er skyllet op, men som ikke kan bruges i produktionen, så stranden er ren, når de rene ålegræsforekomster skyller ind på kysten, der så kan bjerges i ren bestand.

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 de vurderes som afgørende mht. ålegræsset egenskaber som ikke brandbart materiale¹⁸.

I projektperioden er der kommet nye landmænd/lodsejere til, som bjerges ålegræs til Læsø Tangbank. 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 bjerge, er væsentlig og omkostningsfuld.



mmune

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 til CAFT teknikken. I stedet bruges rundballer, 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, udspredning på strandeng til tørring, presning i rundballer 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 ligesom vi kender det for almindelig halm. Selvom ålegræsset er en robust råvare, der tåler opbevaring ved højere vandprocenter end for f.eks. kornhalm, så er en tør råvare afgørende for råvarens lagerfasthed, og undgå tørringsomkostninger til yderligere nedtørring, da det er stærkt fordyrende for ålegræsråvaren.



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 entreprenører¹⁹, der renser strande. For Solrød er det op til netto 4000 tons tang om året man regner med at fjerne²⁰. Prisen er typisk 200 kr. for at fjerne 1 tons, men kan, afhængig af forholdene, og være mere op til flere 1000 kr.²¹ 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 inkl. ålegræs²². Også Solrød kommune har været aktive, idet de vil bruge råvaren til biogas, og de har derfor i processen også skulle rense sand fra. Men her arbejder de med tang, hvoraf ålegræs kun udgør en del. Solrød biogas har beregnet at det koster 740 kr. pr. ton rensed tangbiomasse.²³

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, samt læsning på vogne og evt. opbevaring under tag, indtil salg af råvaren. Samlet set løber udgifterne

¹⁹ <http://www.olemikkelsen.dk/Velkommen.asp>, Virksomheden SØ & Mose v/Jan Schjøtt; m.fl. samt kommunerne Odsherred, Solrød, Greve; Møn

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

²¹ Personlig medd. Xxx, Anette Friis, Odsherred kommune samt Solrød Strandrenselaug ved Henrik Leidersdorff; <http://www.solrodportalen.dk/metoder-til-at-opsamle-tang-uden-sand/>

²² <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>

²³ http://solrodbiogas.dk/wp-content/uploads/2016/10/6.-Forunders%C3%B8gelse_Solr%C3%B8d-Biogas.pdf samt personlig kommentar Kurt

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. Prisen for råvaren bliver derfor tæt på 7000 kr pr ton (sammenlignet med fx hampefibre til 3,5 kr pr. kg, og er derfor som udgangspunkt relativt dyrt). 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 tangbanken - er gået i gang med bjergning af ålegræsset. En større efterspørgsel vil forventeligt kunne reducere prisen pga. effektivisering mht. bjergning, men landmanden skal holde stranden ren, så han er klar når de rene forekomster af ålegræs kommer.

Det er de steder, hvor der er mest ålegræs i renbestand, at man er gået i gang med at bjerge ålegræsset først, og her kan der opnås en pris så de tjener 7 kr. pr. kg. Men der vil på baggrund af de kortlagte forekomster være basis for at flere går i gang med at bjerge ålegræs i takt med den forventede stigning i efterspørgslen. For at det skal være økonomisk rentabelt for lodsejer/landmand, kræver det en efterspørgsel på råvaren. Her er udfordringen at efterspørgslen også afhænger af tilstrækkeligt udbud af råvaren, så de to skal skabes samtidigt. Det er fortsat lodsejerne på Møn, Bogø og Terø som er aktive producenter af ålegræs til Læsø Tangbank/Zostera.

5. Tangmåtte-prototypen - Forsøg og resultater

Målet er at nå frem til 1) en recept på en prototype, der lever op til definerede kravspecifikationer til tangisoleringsmåtter - som et nonwoven-formstykke og 2) Udvikling af koncept for fremstilling af kvalitetsfibre af ålegræs.

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. Behandling og gennemløb 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 screenes input itl processen ift forskellige typer af råvarelængder, bindertyper, forskellige andele af såvel råvare som bindere, blanding af råvare med binder osv. På denne baggrund findes det optimale produkt ift den ønskede funktionalitet fx forskellige kategorier indenfor termisk og akustisk isolering. Det har derfor været nødvendigt at gennemføre et større screeningsprogram.

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

Den patenterede CAFT-technology ved Advance Nonwoven: Teknologiens hjerte er formerhoveder, med roterende val-



ser med pigge - "spikes" - der luftkarder fibrene, som forud er blandet med bindefiber og fordeler fibre ud på et transportbånd. Et sug sikrer ensartet fordeling af fibre på et bånd – en wire – som fører måtten frem i en ovn, hvorved bindefibre smelter og forbinder sig omkring fibre 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 PLA²⁴ kan også anvendes, men forsøgene har vist at særligt BICO-fibre giver stivhed og formstabilitet, som er ønskelig i produktet, f.eks. til anvendelse som gulvbatts. I forhold til produktets anvendelse i et cirkulært kredsløb, betyder binderne at der kan tilsættes lidt mindre bindefiber ved anden cirkel. Hvor meget vil man typisk gennemføre forsøg med, både mht. hvilke applikation men også så man opnår de ønskede egenskaber.



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

Systemet kan brandimprægnere fibre om nødvendigt, men med tangisoleringsmåtterne er det ikke aktuelt. Densiteten af produktet kan tilpasses alt efter grad af kompakthed, ligeledes højden af produktet, som kan formes i helt tynde måtter på få mm op til 100 eller 200 mm afhængig af formålet.

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.

²⁴ PLA – Poly Lactic Acid – PLA-bioplast

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 råvarehåndteringsprocesserne (upstream-processen), dvs. processerne forud for måttefremstillingen, på den måde opnås en effektiv styring og ensartet fiberlængde, så fraktioner med støv og uanvendelige fibre undgås. I denne proces indgår også stenfældning, således at der ikke ryger 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 forsøger allerede tidligt at reducere sten og andre uønskede fremmedlegemer i råvaren, og generelt er det en god kvalitet, der bjerges, men der vil altid være en risiko – denne er vigtig at minimere gennem en korrekte håndtering af råvaren.

5.2 Kravsspecifikationer til materialer

I projektet er kravsspecifikationer til isoleringsproduktet drøftet indgående. Der vil, afhængig af hvilken type isoleringsmateriale råvaren skal anvendes til, naturligvis være forskelle, men de grundlæggende kravsspecifikationer defineres mht.:

- Produktet må ikke lugte, dvs. ålegræsset skal have været "vasket" af nedbør over en længere periode, og under bjergning må biomassen ikke lægges i højere lag end ca. 40 – 50 cm, ellers kan der opstå en u hensigtsmæssig gæring/fermentering/ensilering...
- Fiberlængden skal tilpasses så produktet er ensartet, ikke drysser og kan tåle håndtering
- Brandegenskaber – ønskeligt at nå op på en B-s1,d0 brandklasse
- Styrke i råvare og senere i måtten – skal sikre den hænger godt sammen
- Valg af bindertype: "Spring back", så tykkelsen holder – igen tilpasset forskellige typer af slutprodukt. Forskellige bindefibre giver forskellige slutresultater. Test af forskelle.
- Vurdering af miljømæssige egenskaber for bindefibrene
- 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
- Gefühl (fornemmelse) af 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-linjen og fremstillingsprocessen.

5.3 Resultater - Prototypen

I projektet er gennemført en lang række screeninger på forsøgsanlægget for at komme frem til den rette prototype af formstykker. Dertil kommer en række tilpasninger af anlæg, og justering af CAFT-linien. Resultatet er udvikling af prototype (r) af isoleringsbatts både til varmeisolering samt til lydisoleringsformål. Fibermåtter i forskellige densiteter, og med forskellige typer af bindere er præsenteret for projektets MUDP-følgegruppe, og det er her diskuteret mht. hvilke typer, der er bedst egnet som isoleringsbatts og konkretisering af specifikke anvendelser, hvor måtterne anset for egnede.



Nærbillede af forskellige kvaliteter af tangmåtter. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

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 at måtten er fixeret i hele profilen og ikke drysser. Dette forudsætter en helt jævn fordeling af bindefibrene. Er fibrene omvendt for lange kan blandingen med bindefibre blive uens, og der kan være tendens til at bindefibrene suges kraftigere i bunden af måtten, og dermed en risiko for at fixeringen ikke er 100 procent. Der

har været gennemført et stort antal prøveførsler for at tilpasse og kvalitetssikre processen med fremstilling af ålegræsfibermåtten til isoleringsformål.

Resultaterne har været meget positive, særligt måtter bundet med BICO-fibre (f.eks. 10%) har givet et godt resultat: En form-stabil tangbatts, som i kraft af det høje saltindhold inden i fibre-
ne anses for velegnede til bl.a. gulvbatts, da de kan absorbere og afgive fugt uden at rådne.

Tangisoleringsmåtten. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.



Måtterne kan også fremstilles med fx PLA Poly Lactic Acid- bioplast med godt resultat. Måtten med BICO-fibre vil kunne genanvendes efter brug. Måtterne fremstillet med PLA-binde fibre vil også kunne komposteres i komposteringsanlæg ved højere temperatur end under naturlige forhold²⁵.

²⁵ [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>

Her ses ligeledes meget formstabile måtter, 90 mm. Her er der anvendt relative lange åle-



græs 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 forholdsvis hårdhændet behandling, som f.eks. mineraluldsmåtter ikke vil kunne klare uden at gå fra hinanden. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

6. Test af tangisoleringsmåtterne

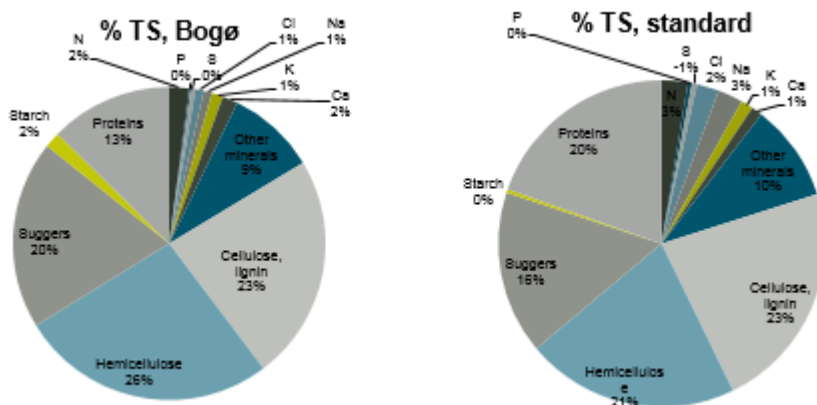
I forbindelse med optimering af prototyper er der gennemført prøveførsler til brug i test af måtterne ved akkrediterede institutter. Målet er at dokumentere tangmåtternes isolerings, akustik og brand egenskaber.

6.1 Analyse af indholdsstoffer

Der er gennemført analyser for, hvad ålegræsset består af - cellulose, hemicellulose, protein, sukkerstoffer samt mineralindholdet - herunder en kvantificering af 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 %, hemicellulose

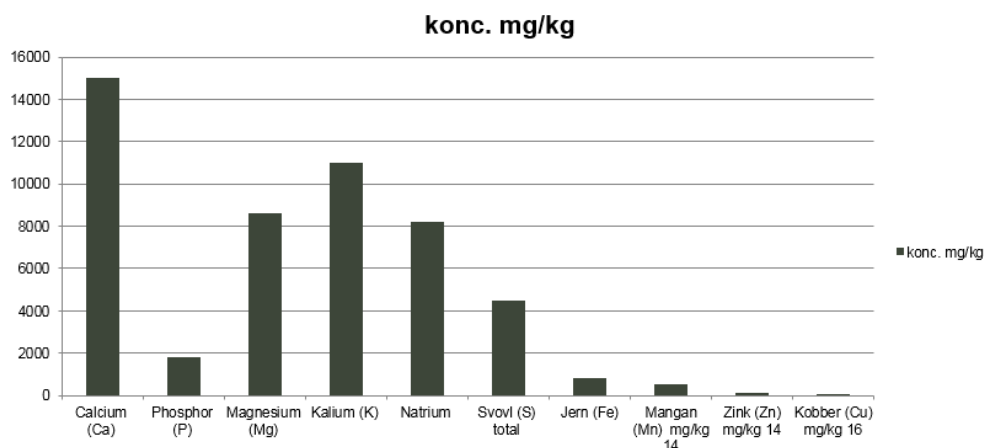


tilsvarende 25%. Vandopløselige sukkerstoffer udgør ca. 20 %, dernæst er der lidt stivelse samt ca. 15% protein (kan være mere) og et relativt højt mineralindhold bl.a. pga. højt saltindhold.

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.²⁶

²⁶ J.L. Pirez-Llorms, 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



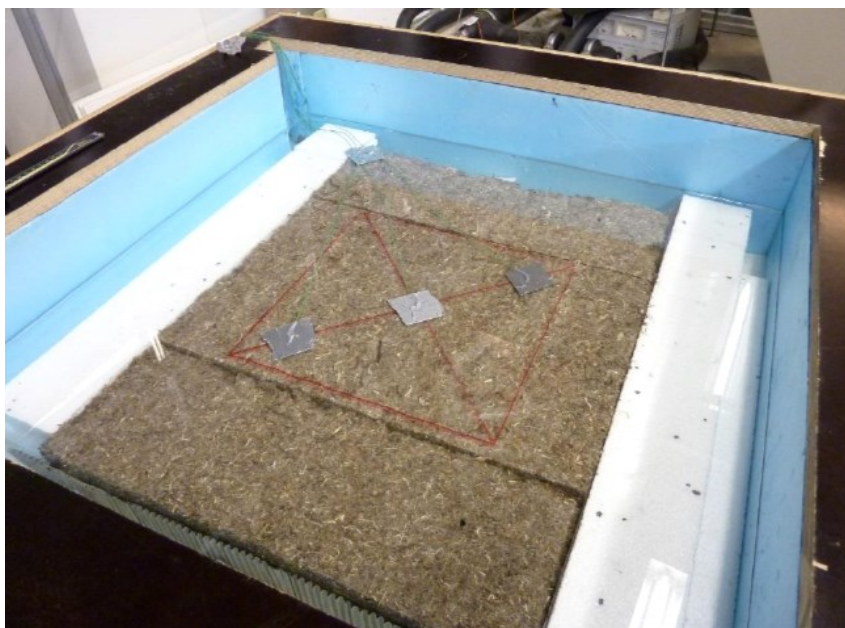
Analyse af mineralindholdet i ålegræs fra Læsø. Mineralindholdet i ålegræs er højt, og interessant pga. deres brandhæmmende egenskaber. Indholdet af mineraler er analyseret ved Eurofins. Mineralindholdet ligger lavere end standard for ålegræs, muligvis pga. lavere saltindholdet i havet omkring Bogø.

6.2 Varmeisoleringsværdi

Prototypen tangisoleringsmåtte er testet ved Teknologisk Institut – med en prøvning af varmeisoleringssegenskaberne og for at opnå en orienterende lambda-værdi.

Prøveemnet, som blev fremstillet på Advance Nonwoven, havde dimensionen 330 mm x 1100 mm x 80 mm som gulvbatts af ålegræs, med en høj densitet, således at de kan holde til at man kan gå på dem. Denne dimension blev valgt så den kunne tilpasses prøveemner til test.

Prøveemnet blev tilskåret således at der kunne etableres et målefelt ca. 500mm x 500 mm. De anvendte varmestrømsmålere (1 stk. på den kolde side og 1 stk. på den varme side) har størrelsen 310 mm x 310 mm. På den varme side blev anvendt en 5 mm glasplade til at fiksere en afstand på 80 mm. Målingerne blev foretaget ved en middeltemperatur på ca. 10 gr C i materialet (ca. 2,5 gr C på den kolde side og ca. 17,5 gr C på den varme side).



Der blev ved denne metode målt U-værdi 0,425 W/m² K for tangisoleringsmåtterne, ved en densitet ca. 70 kg/ m³, middel temperatur 10,1 gr C, delta T = 15,0 gr C, og lambdaværdien er beregnet til 0,037 W/mK, hvilket er fuldt på højde med mineraluld hvor de tilsvarende værdier for gulv batts er 0,036 – 0,038 w/mK.

6.3 Brandegenskaber

Der er gennemført indledende brandtests, testet som en Flame Application position test (udvikling af glødebrand), hvor længden af flammen, der udvikles over tid måles.

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 tangmåtter uden tilsætning af brand-imprægnering kan opnå en brandklasse E. Først er gennemført en test "small flame" efter, standard EN 11925-2 og måtterne klarede sig fint.

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





Efter 8½ minut starter brand i måtten. Samlet opnår tangisoleringsmåtterne 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 ikkebrandbar så længe, men tilsætning af BICO-fibre reducerer disse egenskaber, så produktet samlet kan holde en klasse E, men ikke mere.

Der arbejdes derfor på anvendelse af brandimprægnering af bindefibrene samt af hele produktet med bæredygtige brandimprægneringsprodukter i samarbejde med virksomheden FireStop, som et uorganisk produkt. Målet er her at opnå en brandklasse B, så produktet er på højde med mineraluld.

6.4 Akustik og lydabsorption

På Delta Acoustic i Hørsholm er gennemført rørmålinger af lydabsorption med tangisoleringsmåtterne af ålegræs og sammenlignet med hampemåtter samt traditionelle mineraluldsmåtter - i forsøget er anvendt Rockwool måtter som reference. Der er målt lydabsorption ved vinkelret lydindfald på to varianter af henholdsvis hampemåtter og tangmåtter ved henholdsvis 40 og 80 mm. og med referencematerialer af mineraluld. Hampemåtten indgik i forsøgene som sammenligning, og er også et "såkaldt" alternativ isoleringsmateriale, og dermed også en slags konkurrent til tangmåtten. Samtidig findes dokumentation af hampemåtter fra SBI's anvisning nr. 207. der omhandler alternative isoleringsmaterialer²⁷

²⁷ <http://sbi.dk/anvisninger/Pages/207-Anvendelse-af-alternative-isoleringsmaterialer-1.aspx>

6.4.1 Råvarer til test



Materialer til test: Hård (15 mm) og bløde (40 mm) hampemåtter og de mørke tang-måtter (80 mm) – her vist med den kompakte side øverst, og helt th med den bløde side øverst. Tangmåtten er målt både med den bløde og den kompakte side eksponeret. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

De tre referencematerialer. Fra venstre mod højre: 15 mm kompakt mineraluld, 40 mm blødt isoleringsmaterialer, 80 mm



kompakt mineraluld. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut.

Type	Tykkelse	Betegnelse
Hampemåtte (kompakt)	15 mm	A
Hampemåtte (blød)	40 mm	B
Tangmåtte (blød side)	80 mm	CB
Tangmåtte (kompakt side)	80 mm	CH

Tabel 6.1. De forskellige materialevarianter, der er målt.

Type	Tykkelse	Betegnelse
Mineraluld (kompakt)	15 mm	refA
Isoleringsmateriale (blød)	40 mm	refB
Mineraluld (kompakt)	80 mm	refC

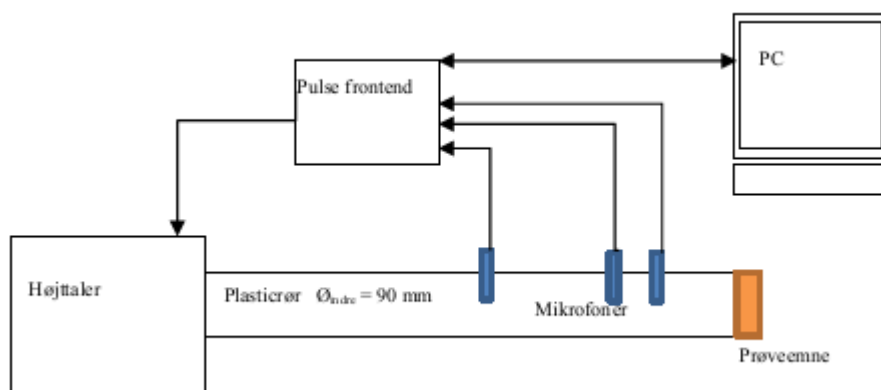
Tabel 6.2. Referencematerialerne.

6.4.2 Metode

Der er anvendt den såkaldte transfer-målemetode i henhold til DS/EN ISO 10354-2. Her måles den indfaldende lyd mod og den reflekterede lyd fra et prøveemne monteret i et rør med to mikrofoner. Forholdet mellem disse to målinger er signalteoretisk betegnet ved en frekvensafhængig overføringsfunktion, så man kan måle forskellen. Rørets indre diameter giver en akustisk bestemt øvre grænsefrekvens, der aktuelt er ca. 2000 Hz. Målenøjagtigheden for det samlede målesystem medfører en nedre grænsefrekvens. Med det anvendte system er den nedre grænsefrekvens ca. 50 Hz. I figur 6.1. er princippet for måloppstillingen vist.



Måloppstilling ved test. Det målte materiale er indsat i bunden af røret. Th ses placering af



prøveemnet tættere på (her hampemåtte).

Figur 6.1. Måloppstilling til lydabsorptionstest.

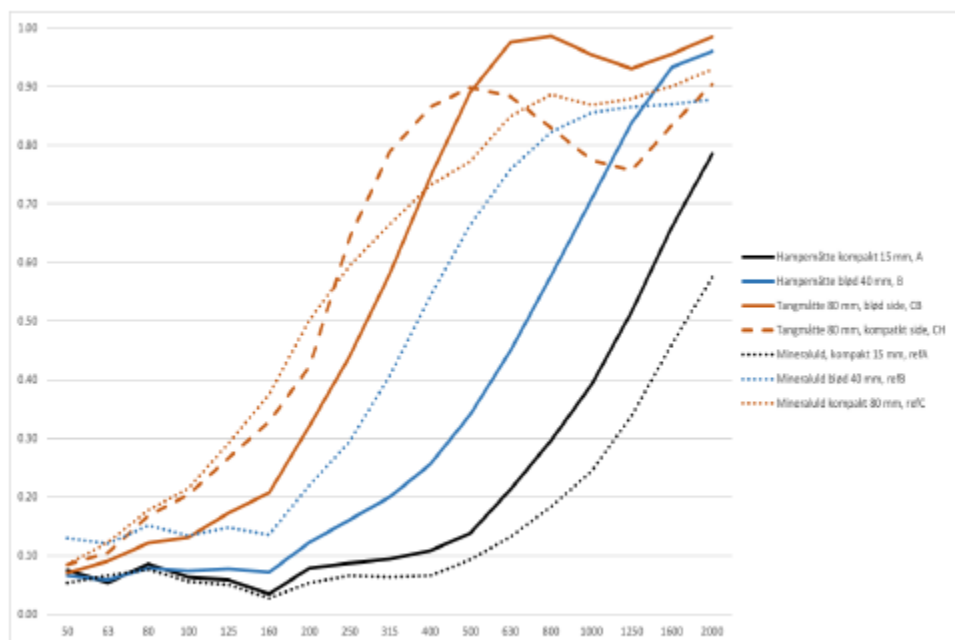
Montagen af prøveemnerne er kritisk, idet utætheder omkring emnet kan påvirke den samlede lydabsorption betydeligt. Ved målingerne foretages derfor gentagne målinger på det samme emne. Ligeledes skal utætheder i måloppstillingen – røret – undgås, hvilket kræver stor omhyggelighed ved montagen, og en løbende kontrol. Som tætningsmiddel anvendes en tyk "creme", som påføres sprækker mellem emne og rør langs kanter og på samlingsflader.

Ved målingerne bestemmes absorptionskoefficienten med en frekvensopløsning på 2 Hz i frekvensområdet 50 Hz. Frekvensområdet er bestemt af målesystemets største mikrofonafstand og målerørets indre diameter.

Der er foretaget målinger af tre varianter af plader af naturmateriale, den ene med lydindfald på begge sider (tangmåtten). Der er målt 3 prøver af hver variant. Måtterne havde forskellige tykkelser. Testemnerne var anbragt uden lufthulrum mellem bunden af røret og testemnet. Testemnerne havde en diameter på ca. 89 mm.

6.4.3 Resultater

Resultater af måling af lydabsorption er foregået ved vinkelret lydindfald på materialeprøverne.



Figur 6.2. Målte og beregnede middelværdier ved centerfrekvenserne for 1/3 – oktaver fra 50 Hz til 2000 Hz. Inkluderet er også resultater fra referencematerialer med stiplede linier.

Konklusion. Det er målt hvor meget materialet absorberer af indfaldet af lyd. En høj værdi er en god absorbering af lyd. En koefficient 1 vil svare til et hul – et åbent vindue – for al lyden forsvinder, og koefficient på nul svarer til en rigid betongvæg, hvor intet lyd absorberes. Den indbyrdes sammenligning vurderes i forhold til kendt andet materiale, her mineraluld. Det der er målt, svarer til at montere det direkte, uden der er hulrum bag.

Tangisoleringsmatten er et porøst materiale og opfører det sig som mineraluld, og ved højeste frekvenser er det den 80 mm tangmåtte, som klarer sig lidt bedre end 80 mm mineraluldsmåttens. Tangmatten med den kompakte overside yderst absorberer bedre end den bløde ved de lavere lydfrekvenser, og følger mineraluldsmåttens tæt. Ved frekvenser over 500 Hz falder den lidt, og her klarer tangmatten med den bløde side sig bedre. Tangmatten klarer sig også bedre end hampematten såvel den bløde som den hårde måtte. mht. lydabsorption.

Det er dermed bekræftet at tangmatten kan absorbere lyd, og har den porøsitet, der giver luftstrømning, og også energitab, så det er oplagt at teste i en trækonstruktion med f.eks. gips eller træbeton. De mindre afvigelser, der er, kan betyde små tykkelsesforskelle. Den faste side af produktet er ikke drysbar og derfor absolut en mulighed til anvendelse i f.eks. nedsænkede lofter sammen med træbeton, men forventeligt også i konstruktioner med gipsvægge.

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

Tangmåtterne er testet for afgasning af flygtige stoffer (VOC = volatile organic compounds) og lugte fra materialet, som del af indeklimatesten, som viser noget om produktets miljøprofil mht. emissioner og egnethed også ved anvendelse indendørs. Dvs. om der er negative afgivelser af emissioner f.eks. af formaldehyd. Testen er udført ved emissionslaboratoriet ved Teknologisk Institut, afdeling for Indeklima, efter standard EN ISO 16000-9: 2006, som er en standardtes



metode for at teste og evaluere VOC-emissioner fra indendørs materialer, udført i klimakamre. Klimakammer på Teknologisk Institut, Indeklima, til emissionstest.

Resultaterne viste, at der er meget lille emission af ammoniak og aldehyder fra tangisoleringsmåtterne langt under grænseværdierne. Hovedparten af stoffer, der undersøges for kan slet ikke detekteres, og indeklimatesten sikrer at måtterne opnår et GULD-certifikat hos organisation CradletoCradle. Se mere om krav til produktet ifm. Cradle to cradle certificeringen, se afsnit 7.



Testmateriale i klimakammeret.

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

Tangisoleringsmåtterne har opnået Cradle to Cradle GULD-certificering, som betyder en markant fordel som anvendelse i byggeriet til dokumentation for bæredygtighed. Det er det første isoleringsmateriale, der har opnået GULD certificering. Der er gennemført en afgrænset LCA-analyse, som omfatter en miljømæssig vurdering af produktet fra bjergring af råvare til fremstilling af færdig måtte. Ålegræs anses derudover som værende en naturråvare, som fremmer vandmiljøet og optager store mængder CO₂²⁸.

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 bjergring af ålegræs på stranden til fremstilling af den færdige måtte. Dvs. ikke med ibrugtagning og bortskaffelse. Der er sammenlignet med mineraluldsisoleringsmåtter samt hørisoleringsmåtter. 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 næringsstoffbelastning. Til sammenligning er vist nøgletal for hørmåtter fremstillet til isoleringsformål, som en landbrugsafgrøde med forbrug af gødning mm, samt mineraluld.

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.

²⁸ [Ålegræs og klimaforandringer; 2013](#); samt [Professor Marianne Holmer, SDU, Forskning i ålegræs](#)

Miljøpåvirkningen forsurening 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 forsurening.

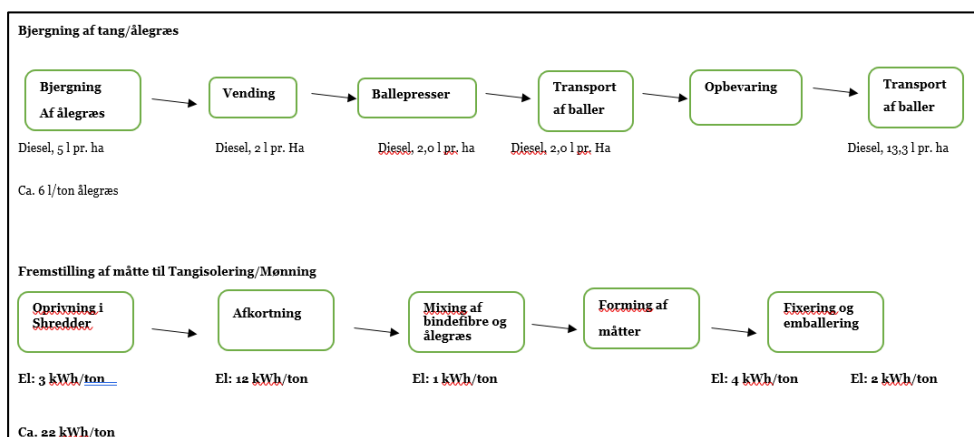
Miljøpåvirkningen næringssaltbelastning sammenfatter udledninger af kvælstof og fosfor til vandmiljøet samt kvælstof til det terrestriske miljø – her skønnet meget lille, da der ikke indgår tilførsel af handelsgødning, som hos en landbrugsafgrøde, men der er dog altid rester, hvor der potentielt kan ske en næringsstofudvaskning 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 bjergning 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 tangisolering 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 bjergning, 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 isoleringsmåtter 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

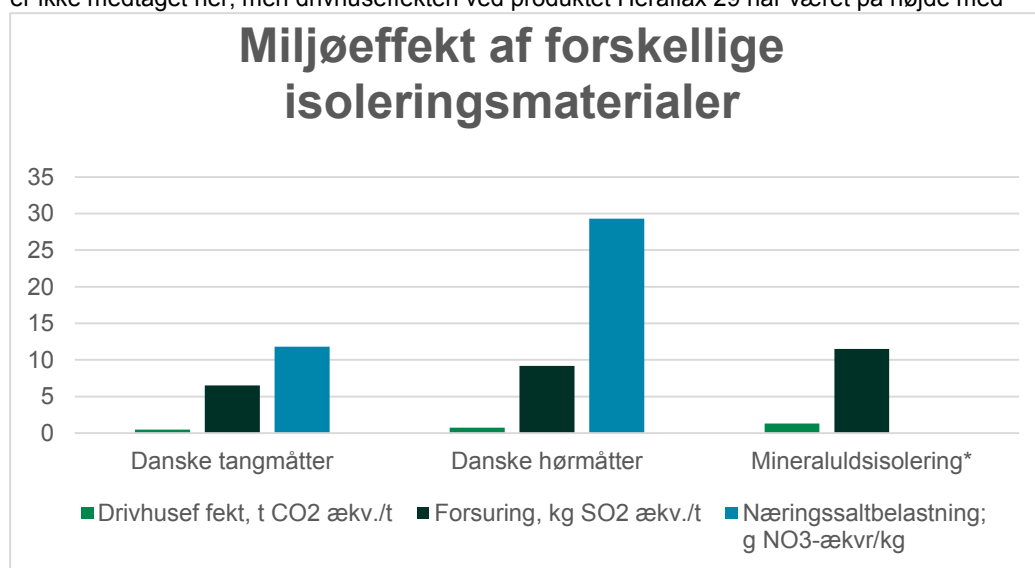
Samlet er der en meget lille påvirkning af miljøet ved produktion af tangmåtter til isolering og mønning.

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. bjergning af ålegræs	Mængde	Enhed			
Diesel til bjergning, 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 tangmåtter	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 tangmåtter		kg	464	7	12
<i>Miljøpåvirkning i alt pr ha</i>			<i>1610</i>	<i>23</i>	<i>41</i>
<i>3400 kg + 70 kg binder=3470</i>					
Miljøpåvirkning, g pr. kg færdigvare (af fabrik)			464	6,5	11,8
Omregnet til personækvivalenter, PE pr. 1 ton tangmåtte			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.

Tangisolering klarer sig bedre end såvel mineraluld samt danske hørmåtter. Tyske hørmåtter er ikke medtaget her, men drivhuseffekten ved produktet Heraflax 29 har været på højde med



mineraluld og skyldes at der i de tyske måtter indgår 18 % plastfibre, mod her 5 % i både danske tang- som hørmåtter.

Den største miljøbelastning skyldes transport af råvare som i dag sker over relativ lange afstande. Dette vil kunne gøres mere rationelt, og dermed kan miljøbelastningen komme yderligere ned.

Data for mineraluld stammer fra Holleris Petersen, 2002³⁰. Data fra danske hørmåtter fra Pallesen, 2004³¹.

Miljøeffekt af forskellige isoleringsmaterialer.

²⁹ Pedersen Carsten, Ernst Jan de Place Hansen, Morten Hjorslev Hansen, Rob Marsh. By og Byg Anvisning 207. Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm. 154 s., september 2003.

³⁰ Pedersen et al, 2003; [Miljødata for fremstilling af isoleringsmaterialerne fra „vugge til fabriksport“](#). Varmeledningsevne, densitet, energiforbrug, drivhuseffekt, forsuring og volumen affald for isoleringsmaterialer., Byg og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm 2002

³¹ Pallesen B. E. 2004; [Dokumentation af danske højr- og hampemåtters anvendelse som isoleringsmateriale](#), Landbrugets Rådgivningscenter (nu Seges).

7.2 Cradle to Cradle – certificering - formål

Tangisoleringsmåtterne har gennemgået en Vugge til Vugge certificeringsproces, som er ret omfattende. Dette er udført af Vugge til Vugge Danmark³². MUDP har ikke givet tilskud til selve certificeringen, men denne har været en del af at sikre udviklingen af et bæredygtigt produkt til markedet.

Formålet med at gennemføre en Cradle to Cradle - certificering er at kunne dokumentere produktets bæredygtighed, til brug for de virksomheder, som anvender produktet, og for eksempel byder på store byggeprojekter, hvor der er stillet krav til bæredygtigheden i byggeriet. Her bliver dokumentationen for de anvendte produkter vigtig.

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.

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.

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 tangisolering er udviklet for at skabe et bæredygtigt isoleringsmateriale, der kan konkurrere på linie med det førende produkt på markedet mineraluld, og derfor med alle de samme egenskaber. Tangmåtterne er endvidere tilpasset, så de også kan anvendes som tagmønning på stråtage, her kaldet tangtørv, og udgør et nyt alternativ til tagmønninger. I forhold til de fem kategorier opfylder produkterne følgende kriterier:

- er lavet af et fornybart naturligt materiale, der ikke indeholder nogen skadelige stoffer. Indholdsanalysen viste ingen skadelige stoffer eller problemer med fx optag af skadelige stoffer fra havet.
- er 100% genanvendeligt til fremstilling af nye tangbatts og kan dermed indgå i den cirkulære økonomi. Anvendelsen af bindemiddel betyder et blandingsprodukt, det medfører...

³² <http://vuggetilvugge.dk/>

- bliver produceret ved brug af vedvarende energi. I den nuværende produktion produceres ved hjælp af grøn energi
- genererer ikke spildevand. CAFT er en helt tør proces og der anvendes ingen vand, og råmaterialerne skylles naturligt ved regnvand i forbindelse med bjergring af ålegræs. Produktion af bindemidlet genererer heller ikke spildevand
- lever op en række krav om social ansvarlighed, som f.eks. fair arbejdsmetoder og godt arbejdsmiljø

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

Faktaboks - Cradle to Cradle produktcertificering

Cradle to Cradle produktcertificering er tredjepartsverificeret og kræver løbende forbedring af produkt og produktionsprocesser. Målet er at produktet kun indeholder sunde materialer at undgå at tære på jordens begrænsede råstoffer at bruge vedvarende energi at evt. spildevand er helt rent at produkter og produktion har positiv indflydelse på mennesker.

Vugge til Vugge ApS er det eneste nordiske firma ud af 14 på verdensplan, der er godkendt til at gennemføre en Cradle to Cradle produktcertificering. Certificeringen verificeres af det uafhængige, non-profit Cradle to Cradle Products Innovation Institute i USA.

GULD-certificering. Det giver fuld dokumentation for bæredygtigheden i både indholdsstoffer og produktion, og kan bl.a. bruges til at opnå point ved bygningscertificeringer som fx DGNB og LEED.

7.3 Cradle to Cradle – GULD-certifikat

Samlet har tangisoleringsmåtten fra Advance Nonwoven opnået Cradle to Cradle certificering med GULD³³, hvilket er udtryk for et særdeles bæredygtigt produkt efter denne organisations-kriterier.

Manufacturer Description

Seaweed insulation. An organic insulation solution.

Can replace standard non-organic materials such as mineral wool.

Lambda value: 0.037 W/mk

Natural Fireprotected. Classification E.

Height: 90-100 mm - length: 1200 mm - Width standard 560 mm (can be customized).

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

CRADLE TO CRADLE
PRODUCTS
INNOVATION
INSTITUTE

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 Insulation

A handwritten signature in black ink, reading 'Lewis 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:

Tangisolering / Seaweed Insulation

ISSUE DATE
22 December 2016

CERTIFICATION #
3015

EXPIRATION DATE
21 December 2018

LEAD ASSESSMENT BODY:
Vugge til Vugge ApS



MATERIAL HEALTH ASSESSMENT BODY:
M8DC

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™ Products Registry

Seaweed Insulation

ADVANCE NONWOVEN A/S




Renewal date 21 December 2018

Manufacturer Description
 Seaweed insulation. An organic insulation solution.
 Can replace standard non-organic materials such as mineral wool.
 Lambda value: 0.037 W/mk
 Natural Fireprotected. Classification E.
 Height: 90-100 mm - length: 1200 mm - Width standard 560 mm (can be customized).

Tangisolerings / Seaweed Insulation

Certification Standard Version 3.1
[Download Certificate](#)

LEED Credits
 ✓ LEED Material Ingredient Disclosure
 Credit Eligible
 ✓ LEED Material Ingredient Optimization
 Credit Eligible

Where to Find:
[Product Website](#)

Manufacturer Contact:
 Flemming Werk
 fw@advancenonwoven.com
 4520735144
[Company Website](#)

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

[What's this?](#)

Filed under:
[Building Supply & Materials](#), [Insulation](#)

[This certification has a published Material Health Certificate](#)

Tangisoleringsproduktet og har opnået certificeringen GULD i Cradle to Cradle certificering (C2C certificering). Offentliggørelse af tangisolerings – Seaweed insulation - Cradle to Cradle Certifikat for Advance Nonwoven kan ses på hjemmesiden for Cradle to cradle products Innovation Institute: <http://www.c2ccertified.org/products/scorecard/seaweed-insulation>

Tangisoleringsproduktet har yderligere opnået en såkaldt Material Health Certificates, MHC, med niveauet Platin, som er det højeste opnåelige indenfor C2C. MHC certifikatet viser, hvordan et produkt er vurderet i Material Health kategorien performer, f.eks. at der ikke må være ”No exposure from carcinogens, mutagens, or reproductive toxicants”. Link til MHC for [Tangisolerings ses her](#). Vist

Ved en workshop ”Workshop: Isolering med tangbatts af ålegræs”³⁴ d. 10. februar 2017 blev certifikater for Cradle to Cradle certificeringen overrakt:

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



Overrækkelse af Cradle to Cradle certifikater for tangprodukterne Tangisolering – SØLV (er siden opgraderet til GULD), 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.

Ift til formidling af udviklingen af produktet har der været omtale af C2C-certificeringerne f 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.

7.4 Miljøvurdering af bæredygtigheden ved ålegræs som ressource

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

Derfor anses forekomst af ålegræs for at være en 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.

³⁵ <http://www.dagensbyggeri.dk/artikel/93935-alegraes-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/>

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 vist i et studie. 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 betyder at optaget kvælstof i ålegræsset ikke returnerer til havmiljøet, når man bjerger ålegræsset, og storme dermed ikke skyller tang mm retur til havet. Dette fremmer væksten af især ålegræs, idet næringsstofniveauet i de indre farvandet holdes nede på denne vis, som opnår en fordel fremfor vækst af makroalger, som skygger for ålegræsset. Tang og også ålegræs indeholder ca. 13 – 20 % protein, og dermed ca. 2 – 3 % kvælstof⁴¹.



-co₂ samt [SDU nyhed om ålegræs](#)

(SDU); Blue carbon stocks in Baltic Sea

rapport Miljøstyrelsen 2017

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, og mindsker i øvrigt også vækst af tang, og anden tang på stranden⁴², som kan genere strandenes værdi som badestrand. Derfor er mange kommuner meget interesseret i projektet mht. at udnytte ålegræs til f.eks. tangisolering 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. Se også kapitel 4 omkring potentialet for tangisolering.

⁴² Personlig samtale med specialkonsulent Flemming Getz, SEGES samt [Global analysis of seagrass restoration: the importance of large-scale planting](#)

8. Præsentation af tangisoleringsmåtterne

Prototype tangisoleringsmåtter er testet i et lille forsøgshus ved arkitekt Carlo Wolf i Lyngsbæk på Mols.

8.1 Eco-housing – Økobyg Djursland

Arkitekt Carlo Wolf har afprøvet tangisoleringsmåtter i et lille eksperimenterende "Eco-Housing" hus på Mols, hvor målet for Carlo bl.a. har været at bygge med naturmaterialer, der kan ånde. Afprøvningen gik især ud på at opnå erfaring med isoleringsmaterialet, tilskæring, tilpasning mellem spær, flexibilitet, vurdering af støvgener og andre arbejdsmiljømæssige forhold ved anvendelse mv.

Ved en afholdt workshop, indgik besøg hos Carlo, for at både se og høre om erfaringerne med anvendelse af materialet tangisoleringsmåtter i et forsøgsbyggeri.

Eco-Housing – udsnit af husmodul bygget af arkitekt Carlo Wolf, Lyngsbæk, Mols.

ØKOBYG DJURLAND 2017

- Lokal regnvandshåndtering
- Selvventilerende vægkonstruktion
- Ubehandlet træ
- Ålegæs som åndbar isolering
- 2-lags glas med særlig god glaskvalitet
Optimering af solvarme
- Særlig karm konstruktion
Optimering af Ff-værdi
- Bærende konstruktion uden støbt beton
Naturlige imprægningsmetoder for træ



I huset er tangisoleringsmåtter anvendt uden brug af dampspærre for at skabe "åndbarhed" i bygningen, så fugt kan vandre optages og afgives naturligt fra materialerne. Opbygningen af isoleringen foregår efter anvisning fra bygningsreglementet. I Bygningsklasse 2010, 2015 og 2020 strammes energikravene til byggeriet fra henholdsvis 6 til 4 og ned til 3,7 kWh/år pr m². Begreber som Bolig+, lavenergibyggeri, passiv-huse og aktive huse er i den forbindelse introduceret som bæredygtigt byggeri.

Isolering med tang-bats ved Ecohuset hos Arkitekt Carlo Volf⁴³, Lyngsbæk. Foto: Bodil E. Pallesen, Teknologisk Institut,



AgroTech

8.2 Øvrige præsentationer af materialet

Tangisoleringsmåtterne er præsenteret og forelagt ved en lang række arrangementer (se afsnit 9, formidling), og præsenteret for bygherrer og arkitekter f.eks. Lendager arkitekter, Loop Architect, Henning Larsen arkitekter m.fl. Der er flere bygherrer, som kigger på mulighederne mht. tangisolering som et produkt, der kan forbedre byggeriet samlede bæredygtighed, f.eks. Henning Larsens tegnestue Samlet indtryk og tilbagemelding fra branchen er qua produktets unikke egenskaber mht. varmeisoleringsevne, brandegenskaber, formstabilitet, indeklima- og akustikdæmpende egenskaber oplagt til anvendelse som varmeisolering, herunder gulvisolering, akustikdæmpning bl.a. som en mulighed sammen med fiber-cementplader til akustikdæmpning og lydisolering, og indenfor bæredygtigt byggeri bredt. Ikke mindst produktets erhvervelse af Cradle to cradle GULD-certifikat betyder en blåstempling af produktet.

⁴³ Carlo Volf, arkitekt M art.

9. Økonomiberegninger

Tangisoleringsmåtterne vil til en start skulle sælges til et eksklusivt marked og til en merpris.

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

En anden væsentlig faktor er densiteten – vi har generelt arbejdet med at lave pænt faste måtter, som bl.a. vil være gode som gulvbatts samt som lydisolering, men det kan overvejes om densiteten kan nedsættes, og så stadig opretholde de gode og veldokumenterede egenskaber mht. varme- og lydisolering, hvor produktet er sammenlignet med førende produkter på markedet.

I økonomiberegning er prisen beregnet for såvel 40 som 80 mm batts i kr. pr. m², og ved to forskellige densiteter, samt ved to forskellige prisniveauer for tang. Salgsprisen vil også afhænge af mængden og ønske om densitet hos bygherren.

Tangisolerings måtte, isolering	densitet, kg	Råvareforbrug g - kg tang, ca. inklusiv spild/m ²	Omkostning råvarer, ved 7 kr /kg	Omkostning råvarer v. 8 kr/kg	Omkostning g binde- fibre pr. m ² produkt, ca.	Procesom kostninger m.v.	Transport, tang kr./m ²	Kostpris m ² v 7 kr/kg tang	Kostpris m ² v 8 kr/kg tang
40 mm	70	3,1	22	25	6	25	0,9	53,3	56,4
40 mm	35	1,6	11	12	3	25	0,5	39,2	40,7
80 mm	70	6,2	44	50	11	30	1,9	86,6	92,8
80 mm	35	3,1	22	25	6	30	0,9	58,3	61,4

I beregningerne vil en større produktion, fx op til 100 tons på det nuværende forsøgsanlæg betyde mulighed for at billiggøre produktet, idet procesomkostninger pr. enhed vil kunne nedsættes. På sigt planlægges en upscaling at foregå på et 4 gange så stort produktionsanlæg, hvilket forventes realiseret i 2018.

Densitet i produktet er også ret afgørende for prisen pr. m². Ved mindre produktioner må det vurderes at prisen ligger i den høje ende, fx mere end dobbelt så dyr som tilsvarende mineraluldisoleringsmåtter. I kalkulerne indgår ikke fortjeneste til producenten af måtterne.

9.1 Økonomiske forventninger og fremtidigt marked

Målsætningen for produktet tangisolering ved Advance Nownoven A/S er at opnå en omsætning på 2 mill. kr. i løbet af 3 år. Ved løbende optimering af produktet vil det årlige forbrug af tang være ca. 100 tons. De adspurgte bygherrer og arkitekter, som produktet har været i kontakt med, mener ikke prisen er et problem på den korte bane, da det er et eksklusivt marked, man retter sig mod.

Der skal arbejdes på at finde flere leverandører af tang for at sikre råvareforsyningen. Den høje pris på råvaren betyder en høj pris på slutproduktet, som primært henvender sig til et niche-marked, hvor de unikke produktenskabere vægter højt. Men på sigt forventes råvareprisen at tilpasse sig og en større efterspørgsel vil resultere i stordriftsfordele og dermed lavere pris. Der er stor interesse fra arkitekter i at anvende tangisolering. ANW har konkrete forespørgsler fra de største arkitektfirmaer i Danmark og flere mindre og mellemstore. Der skal tilføres yderligere salgs- og marketingressourcer til ANW for at løfte opgaven. Derfor planlægges ansættelse af en medarbejder i september 2017 med bl.a. specifik ansvar for salg og markedsføring af tangisolering. Der skal udarbejdes konkret salgs- og produktinformationer før vi for alvor kan igangsætte målrettet markedsføring.

Der er endvidere stor interesse fra udlandet grundet vores C2C certificering til guld-niveau. Specielt flere hollandske virksomheder har vist seriøs interesse, hvilket kan resultere i konkret salg af tangisolering til niche-projekter. F.eks. har materialebiblioteket Donghia Healthier Materials Library, Parsons the New School i New York modtaget prøver på tangisoleringen og er meget begejstrede. De har anmodet om væsentligt flere m2 prøver, som de vil nu udstille langs en stor væg med prominent placering. Der har været henvendelser fra Tyskland, Island m.m.

Interessen for tangisoleringen skaber samtidig interesse for Advance Nonwoven.s teknologi-plattform, hvilket kan skabe fremtidige leads for salg af produktionsteknologien.

Målet at prisen skal være konkurrencedygtig gælder i kortere sigt et nichemarked, der kan acceptere højere priser på specialprodukter, som bæredygtige tangisoleringsmåtter.

10. Formidling

Tangisoleringsmåtterne og resultaterne i projekt har været præ-senteret for en bred gruppe af folk med interesse indenfor bæredygtigt byggeri og indenfor byggebranchen, herunder også seminarer og konferencer. Måtterne har fået en meget positiv modtagelse blandt byggefolk, og produktet anses for at være et reelt alternativ som isolering, qua de positive egenskaber et naturprodukt som ålegræs har.

10.1 Succeskriterier

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

Succeskriterier for tangisoleringsmåtten:

- Kan opbygges som en sammenhængende måtte, et formstykke, primært bestående af tang/ålegræs og målet er at dokumentere at tangisoleringsmåtten:
- kan opnå en B-s1 d0 brandklasse (Tidligere klasse 1)
- Har isolerende egenskaber på højde med mineraluld (såvel varme- og lydisolering)
- Ikke rådner
- Giver mulighed for at byggeriet kan ånde
- Er nem at håndtere og for bygningsarbejderen og tilpasse i konstruktionerne
- Giver et bedre arbejdsmiljø (ingen mineraluldsstøv)
- Har øget bæredygtighed i forhold til mineraluld, dokumenteret i "vugge til vugge" analyse.
- Giver en miljøforbedrende effekt, som opnås ved at ålegræs udnyttes som en ressource og ikke anses som affald, hvor ålegræs udgør et problem langs vore strande
- Succeskriteriet er at udvikling prototypen tangisoleringsmåtten som kan leve op til B-s1,d0 brandklassen, samt overkomme de teknologiske tilpasninger på CAFT-linien, der er nødvendige for at kunne håndtere råvaren tang, der er stærkt saltholdig, herunder fortrørråvaren samt reducere risiko for korrosion i CAFT-teknologien.
- Prisen er konkurrencedygtig på markedet!

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

10.2 Sustainable Build - netværk

Projektgruppen har været aktive i netværket SUSTAINABLE BUILD⁴⁴, 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 et nyt reelt alternativ indenfor isoleringsmaterialer fremstillet af naturmaterialer.

⁴⁴ www.sustainablebuild.dk

10.3 Launch Nordic challenge

Flere i projektgruppen har deltaget i netværket Launch Nordic- netværket⁴⁵, 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 tangisoleringsmåtterne, 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.

10.4 Fiberties-network m.fl.

AgroTech, Teknologisk Institut, har præsenteret resultater fra projektet tangisoleringsmåtter ved bl.a. Fiber-Ties, et nordisk netværk Fiber-Ties⁴⁶, der omhandler forskning og udvikling indenfor bio-fibre, Eco-Construct, seminar om BIOBASEREDE BYGNINGSMATERIALER⁴⁷ 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.

10.5 Workshops

Som afslutning på projektet udbydes en workshop og seminar: Isolering med tangbatts af ålegræs, som afholdes februar 2017⁴⁸.

⁴⁵ <http://www.launch.org/nordic>

⁴⁶ <http://www.teknologisk.dk/fiberties/nordic-network-on-biofibers/36324?cms.query=fiber%2Dties>

⁴⁷ <http://www.teknologisk.dk/kurser/ecoconstruct-seminar-om-biobaserede-bygningsmaterialer/k23177?cms.query=ecoconstruct>

⁴⁸ <http://www.teknologisk.dk/kurser/workshop-isolering-med-tangbatts-af-aalegraes/k38016?cms.query=%E5legr%E6s>



Workshopen startede ved arkitekt Carlo Volfs "Eco-Housing" hus på Mols, og mere end 30 personer var mødt op til kaffe og præsentation af huset, isoleret med tangmåtterne. Carlo fortalte om ålegræs-måtterne som isoleringsmateriale, samt også om flere finesser i Eco-Housinghuset ved Lyngsbæk, Mols.



Arkitekt Mette Nymann, Loop Architects (th), fortalte om et potentielt projekt i Grenå, hvor tangmåtterne var oplagte at anvende for at opnå øget bæredygtighed.

Lene Nymann, Loop Architects, fortalte om et projekt i Grenå, et innovativt familiehus hvor man ønsker at bygge så bæredygtigt som muligt, meget gerne med C2C – og vil f.eks. meget gerne have ålegræsmåtterne med i byggeprojektet. Lene udtaler: "Tangisolering vil være optimalt, hvor en bygherre godt vil betale ekstra, for at få bæredygtighed på alle fronter. Her er tangmåtterne et fantastisk materiale, og endda med C2C certifikat".

Lene efterlyste info omkring: "Er der take-back system" Ja, det kan genanvendes. "Er der brandhæmmer i det?" Nej det er der ikke. Men kan laves til nye batts. "Prisforskellen – det er fortsat en lille del for et hus, når det kun er isolering. Det burde ikke være en barriere for disse typer huse. Man går i nærværende projekt også efter materialer, hvor der ikke er tilsætning".

Blandt kommentarerne var også at tangmåtterne har nogle fordele mht. at virke kølende om sommeren, hvor tangbatts vil kunne holde temperaturen mere stabil. Så her er en ekstra positiv parameter.

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

10.6 Øvrige aktiviteter

Tangmåtterne er bl.a. præsenteret ved Frilandsmessen⁴⁹, 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.

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

⁴⁹ [Frilandsmessen](#) 2015

11. Fremtidsperspektiv og konklusion

De nye tangisoleringsmåtter – tang-bats - fremstillet af ålegræs opnår uden brandimprægnering en brandklasse E pga. et højt saltindhold i ålegræsset og er dermed brandimprægneret fra naturens side. Imprægnering med Firestop-brandhæmmer giver brandklasse B. Isoleringens værdien er på højde med mineraluld og tang-batts'ne har gode akustik og lydabsorberende egenskaber. Produktet har opnået Cradle to cradle GULD-certificering og har bl.a. fordele ved anvendelse til isolering af krybekulv, lydisolering mm.

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 byggebranchen med særlig interesse indenfor bæredygtighed og cirkulær økonomi. ANW arbejder målrettet på hvordan en opskalering af produktionsprocessen kan etableres, således at en udvidelse af markedet kan realiseres i den kommende tid.

Samarbejdspartner Læsø Tangbank/Zostera står også med et nyt forretningsområde, hvor en spirende afsætning på sigt forhåbentlig forventes at blive til et betydeligt forretningsområde, som også er Zosteras mål, med en produktion på mere end 100 tons ålegræs på årsbasis, og som man arbejder på at øge.

11.1 Perspektiver

Tiden er til bæredygtige løsninger, hvor byggebranche og bygherrer i langt større grad end tidligere efterlyser løsninger, hvor materialerne er miljøcertificerede og passer ind i cirkulær økonomi, hvor materialerne kan genanvendes eller upcycles. Derfor er løsninger hvor man kan dokumentere øget bæredygtighed og cirkulær økonomi i højsædet. Projektet har derfor haft henvendelser fra flere tegnestuer mhp. kommende byggeprojekter, hvor tangisoleringsmåtterne indgår. Kodeordet i disse konkrete projekter er bæredygtighed, og tangisoleringsmåtternes netop erhvervede GULD certifikat indenfor Vugge til Vugge/Cradle to Cradle er i høj grad en katalysator for succes, øget udbredelse af produktet og nye markeder og dermed grundlag for ekspansion af produktionen.

Den særlige interesse projektgruppen har mærket har baggrund i en generel efterspørgsel efter bæredygtige løsninger til byggeriet, som er en mangelvare, f.eks. isoleringsmaterialer. Netværk i Sustainable Build⁵⁰ og Building Green⁵¹, hvor projektets partnere har deltaget, er toneangivende omkring formidling af de bæredygtigheds trends, som er aktuelle i disse år.

⁵⁰ www.sustainablebuild.dk

⁵¹ www.buildinggreen.eu

Danmark og i særdeleshed Advance Nonwoven samt Læsø tangbank (nu Læsø Zostera ApS) har med produktet tangisoleringsmåtter en fortrinsstilling, når der fremover skal konkurrere 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 Tangisoleringsmåtter til gavn. Også selv om produktet kommer til at koste mere end vanlige isoleringsmaterialer.

Det bliver spændende at følge om projektet "Tangisoleringsmåtter" kan være med til at gøre en forskel fremadrettet. Her vil råvaresikkerhed og involvering af endnu flere lodsejere til bjergning af tang være vigtige for succes.



Bilag 1. Følgegruppe

Projektets følgegruppe for MUDP-projektet "Bæredygtige tangisoleringsmåtter af ålegræs" har bestået af:

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

Bæredygtige u-brandbare tangisoleringsmåtter

De nye tangisoleringsmåtter – tang-batts - fremstillet af ålegræs er et nyt bæredygtigt isoleringsmateriale, som er et godt eksempel på et produkt, der kan genanvendes og forarbejdes til tangisoleringsmåtter efter endt brug. Tangisoleringsmåtterne opnår uden brand-imprægnering en brandklasse E pga. et højt saltindhold i ålegræsset og er dermed brandimprægneret fra naturens side. Isoleringsværdien er på højde med mineraluld og tang-batts'ne har tilsvarende gode akustik og lydabsorberende egenskaber. Produktet har opnået Cradle to cradle GULD-certificering og har bl.a. fordele ved anvendelse til isolering af krybegulv, lydisolering mm. Produktet er derfor et reelt alternativ til byggeri, hvor man vægter bæredygtighed og cirkulær økonomi højt.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk