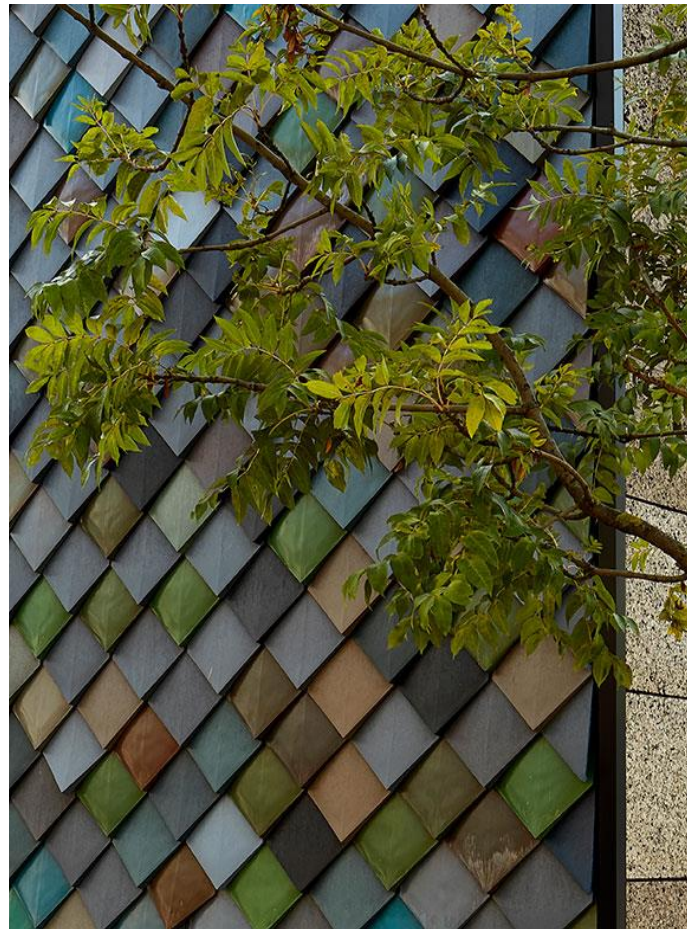

SLUTRAPPORT
MUDP forprojekt
Juli-september 2021

Forprojekt Trinity

25. NOVEMBER 2021

Af Jesper Schmidt
Trinity Synergies A/S



**mudp**

Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram, MUDP, som er et program under Miljøministeriet, der støtter udvikling, test og demonstration af miljøteknologi.

MUDP investerer i udvikling af fremtidens miljøteknologi til gavn for klima og miljø i Danmark og globalt, samtidig med at dansk vækst og beskæftigelse styrkes. Programmet understøtter dels den bredere miljødagsorden, herunder rent vand, ren luft og sikker kemi, men understøtter også regeringens målsætninger inden for klima, biodiversitet og cirkulær økonomi.

Det er MUDP's bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen.

MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen

Tolderlundsvej 5, 5000 Odense | Tlf. +45 72 54 40 00

Mail: ecoinnovation@mst.dk

Web: www.ecoinnovation.dk

Denne slutrapport er godkendt af MUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

SLUTRAPPORT

Forprojekt Trinity

FAKTA OM PROJEKTET

Projektperiode: Juli 2021 – Sep 2021

Projektdeltagere: Trinity Synergies A/S, Runarsson A/S, DTU

Bevilling fra MUDP: 499.370,48 kr.

Projektleder: Jesper Schmidt

FORMÅL

Forprojekt Trinity skal indledningsvis i lab skala bekræfte at de mineralske affaldsstrømme glasfiber, mineraluld og eternit kan gøres genanvendelige i Trinity processens termiske behandling. Forprojektet skal belyse business casen herunder investeringsbehov, procesdesign, markedsundersøgelser, miljøgodkendelser, samarbejdsaftaler samt forberede til teknologi udviklingen, som ligger i projektet "Teknologiudvikling Trinity", der er indsendt til MUDP.

PROJEKTETS RELEVANS

Mineralske ressourcer i form af glasfiber-, mineraluld- og eternitaffald medfører store globale deponi-udfordringer, da der findes få løsninger med begrænset kapacitet, for genanvendelse af disse affaldstyper. Særligt udgør den stigende mængde glasfiber fra skrottede vindmøller et stigende problem.¹

Trinitys Synergies A/S (TS) har udviklet en termisk proces der potentielt kan gøre mineralerne i glasfiber-, mineraluld- og eternitaffald genanvendelige i byggematerialer.

TS forventede at termisk behandling af affaldsstrømmene ville medføre genanvendelige mineralske fibre og reaktiveret puzzolansk effekt.

Mineralske råvarer i byggematerialer er i stigende grad en mangelvare med stigende priser. Eksempelvis er produktionen af flyveaske reduceret kraftigt som led i nedlukningen af kulkraftværker i Danmark, hvilket medfører et øget behov for alternativer.

TS's forhåbning er at kunne levere alternative mineraler til fremtidens byggematerialer ved genanvendelse af før omtalte affaldsstrømme.

¹ <https://winddenmark.dk/node/6536>

Undersøgelser på DTU

Termisk behandling i lab skala på DTU har bekræftet at de mineralske affaldsstrømme glasfiber, mineraluld og eternit kan gøres genanvendelige i Trinity processen.

Kriterier opfyldt for genanvendelse i beton:

- Forbrænding af den organiske indhold, f.eks. binderen i glasfiber og mineraluld.
- Reaktiverede pozzulanske egenskaber i eternitten, hvis muligt.
- Omdannelse af mineralske affaldsstrømme, til uskadeliggjorte mineraler.
- Fjernelse af skadelige fibre i mineralulden.

De producerede mineralske produkter viser i test hos DTU indledningsvist egenskaber som minimum svarer til de forventninger Trinity Synergies A/S havde før igangsætning:

- Glasfiberaffaldet viser i forsøgene på DTU at det er relativt let omsætteligt og ved et bredere spænd i procesparametrene end forventet. Binderen/polymeren omsættes fuldstændigt til energi i processen og frigør genanvendte mineralerne som nu kan bindes i beton.
- Mineraluldsaffaldet omdannes i Trinity processen til et nyt mineral, som kan have stor værdi i cement baserede byggematerialer. Processeringen af mineraluld kræver dog et meget specifikt sæt af procesparametre, som er blevet inkorporeret i det videre procesdesign. Det nye mineral og dets egenskaber undersøges i fase 2 "Teknologiudvikling Trinity".
- Eternitaffaldet har vist sig at være relativt let omsætteligt, men ved et specifikt temperatursæt synes betydeligt bedre produkt egenskaber at blive opnået. Ved at processere eternitaffaldet ved et specifikt temperatursæt, opnår den reaktiverede eternit bedre pozzulanske egenskaber, som gør den mere brugbar som råvare i cement og beton.

Ovenstående medfører at mineraluldsaffald og eternitaffald bør behandles ved forskellige temperaturer i to separate procestrin og at glasfiber kan bruges som energikilde i begge procestrin.

Business case

Runarsson A/S og Trinity Synergies A/S har i samarbejde:

- Projekteret en forsøgsopstilling der kan vise at laboratorie resultaterne fra DTU kan genskabes i et industrielt setup i kontinuert drift.
Forsøgsplanerne er indsendt til Odense Kommune sammen med ansøgning om Miljøgodkendelse.
- Procesdesignet og forprojekteret et fuldskala procesanlæg til behandling af de i ansøgningen angivne mængder af affald, som vores markedsundersøgelser har bekræftet vil være tilgængelige.

Trinity Synergies A/S har etableret en business case baseret på de på nuværende tidspunkt indhentede oplysninger. Investeringsbudgettet er fastlagt med en nøjagtighed +/- 20%.

Markedsundersøgelserne på de mineralske produkter viser flere mulige aftagere i primært beton og mørtel industrien.

Business casen viser at projektet har en fornuftig økonomi med en relativt kort tilbagebetalingstid på omkring 2-3 år, afhængigt af opnåelse af forventede tilskud til et fuldskala anlæg.

DTU's litteratur studie dokumenterer at destruktion af asbestfibre, sker ved temperaturer der er opfyldt i Trinity processen. Temperaturer og opholdstider der er nødvendige, er opfyldt for de typer af asbest der er anvendt til tagplader i dansk eternit produktion.

Procesdesign

Indledningsvist processerede Trinity Synergies A/S i samarbejde med DTU prøver af glasfiber-, mineraluld- og eternitaffald ved en termisk behandling. Her er der tale om eternitaffald uden asbest og mineraluld produceret både før og efter 1997. Forventningen var at alle affaldsstrømmene kunne behandles ved samme temperatur, men resultaterne viste at eternitaffald med fordel kan processeres ved lavere temperatur og øge genanvendeligheden. Resultaterne fra DTU viser samtidig at Trinity processen kan oparbejde mineralulden til genanvendelige mineraler og har i laboratoriet demonstreret at de mineralske fibre destrueres og uskadeliggøres under dannelsen af et mineral der potentielt har puzzolanske egenskaber.

I forhold til problemstillingen med oparbejdning af mineraluld, har samarbejdet med DTU været til stor hjælp og vi har fundet nye muligheder for at optimere procesparametre og egenskaberne for de fremstillede mineralske produkter.

Dette har medført et revideret procesdesign med to processtrin med hver deres temperatur, hvilket også har ændret forsøgsopstillingen i projektets fase 2 - MUDP projektet "Teknologiudvikling Trinity". Det reviderede design af forsøgsopstillingen behandler henholdsvis eternitaffald og mineraluldsaffald i to særskilte processer, hvor glasfiberen indgår som brændsel i begge processer.

Forprojekteringen af forsøgsopstillingen er på plads og afventer igangsætning. Odense Kommune har tildelt miljøgodkendelse til drift på forsøgsopstillingen. Når tilskud fra MUDP er givet kan teknologiudviklingsarbejdet igangsættes. (Ansøgning om tilskud afvist i denne ansøgningsrunde)

Markedsundersøgelser

Markedsundersøgelserne har vist, at variationen af anvendte råvarer til produktionen af eternit, er større end først antaget. Denne variation kan påvirke det oparbejdede produkts egenskaber og Trinity Synergies A/S har derfor indledt et samarbejde med Cembrit A/S for at sikre at teknologiudviklingsarbejdet fører til den bedst mulige genanvendelighed af den oparbejdede fibercement fra eternitaffaldet.

Trinity Synergies A/S har etableret kontakt med leverandører af affald der er velvillige til at levere det nødvendige affald til den termiske behandling på forsøgsopstillingen i en brugbar kvalitet.

Generelt har markedsundersøgelserne vist at der er en meget stor interesse for vores projekt både i affaldssektoren, men i særdeleshed også hos producenter af cementbaserede byggematerialer, der gerne vil have forbedret deres miljøvaredeklarationer igennem genanvendelse af affaldet deres produkter genererer, samt anvendelse af CO₂ neutrale mineraler fra Trinity Synergies A/S i deres produkter.

Arbejds miljø

Undervejs i projektet er der fra arbejdstilsynet udstedt nye bekendtgørelser i forhold til håndtering af mineraluldsaffald. Mineraluldsaffald fra før 1997 klassificeres som muligvis kræftfremkaldende, men håndteringen af al mineraluldsaffald skal fremover håndteres med meget større forsigtighed.

For de eksisterende løsninger i markedet ser Trinity Synergies A/S dette som en stor udfordring. Håndtering af mineraluldsaffald skal fremover ske med et minimum af kontakt.

Trinity Synergies A/S har valgt et procesdesign for håndtering af mineraluldsaffald, der baserer sig på lukkede systemer, hvilket minimerer kontakt med affaldet og eliminerer emission af diffus støv.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

De positive resultater fra DTU i kombination med udfordringerne med kræftfremkaldende fibre betyder at Trinity Synergies/DTU i den videre proces i MUDP "Trinity Teknologiuudvikling" vil fokusere arbejdet på afdækning af de kemisk og puzzolanske egenskaber og i mindre grad på fiberegenskaber.

De i dette projekt dannede mineraler åbner nye spørgsmål og muligheder som ønskes afdækket, som f.eks. at undersøge de dannede mineraler og deres pozzolanske egenskaber, som dannes ved procesering af mineralulds- og eternitaffald.

Business casen for Trinity projektet viser på nuværende niveau et så positivt scenarie at det vurderes at projektet i sin endelige form vil kunne tiltrække den nødvendige kapital til etablering af fuldskala anlæg. Forsøgene og den videre præcisering af business casen i det forestående teknologiarbejde vil være afgørende for at bekræfte/vise at de fundne resultater kan omsættes til industrielle forhold.

Trinitys procesdesign med lukkede systemer og en proces der kan omsætte de potentielt kræftfremkaldende fibre i asbest og mineraluld stiller Trinity Synergies A/S i unik position i markedet.

Trinity Synergies A/S vil når projektet er fuld udviklet kunne levere en løsning til håndtering af en årlig mængde på 30.000 tons mineraluldsaffald, 30.000 tons glasfiberaffald og 40.000 tons eternitaffald.

Det mineralske affald opgraderes fra deponiaffald til genanvendelige mineraler i en byggevarerindustri der mangler brugbare mineraler.

DTU har foretaget et litteraturstudie, som viser at de temperaturer som anvendes i Trinity processen kan destruere den asbest der er blevet anvendt i dansk eternit produktion. En afdækning af hvilke typer asbest der er anvendt i Europæisk eternit produktion er afgørende for Trinity Synergies A/S muligheder for indhentning af eternitaffald fra Europa.

Ud fra dataene fra DTU's litteraturstudie, kan Trinity processen teoretisk set destruere asbestfibre, men der mangler endelig dokumentation i form af praktiske forsøg, som b.la. laboratorie forsøg og forsøg på fuldskala niveau.

Businesscasen i Trinity projektet er dog som udgangspunkt baseret på genanvendelse af eternitaffald uden asbest indhentet direkte fra nedbrydere for at reducere risikoen for modtagelse af asbestholdigt eternit til et minimum.

Trinity Synergies A/S vurderer at resultaterne fra "Forprojekt Trinity" bekræfter antagelserne om at Trinitys termiske proces kan gøre de mineralske affaldsstrømme fra henholdsvis glasfiber, mineraluld og eternit genanvendelige i stor skala. Videre udvikling af teknologien vurderes at være yderst relevant i et samfundsmæssigt og miljømæssigt perspektiv. Trinity Synergies A/S forventer med et fuldskalaanlæg placeret i Danmark, at kunne håndtere størstedelen af de nævnte affaldsstrømme på det nordeuropæiske marked.

Læs mere om MUDP på www.ecoinnovation.dk