



Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Kompositprofiler af genanvendte glasfibre

Miljøprojekt nr. 1819, 2015

Titel:

Kompositprofiler af genanvendte glasfibre

Redaktion:

Benedikte Jørgensen
Erik Tønning

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2016

ISBN nr.

978-87-93435-18-6

Ansvarsfraskrivelse:

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. 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

Forord	4
Konklusion og sammenfatning	5
Summary and Conclusion	6
1. Baggrund	7
2. Formål	8
3. Udførte projektaktiviteter	9
3.1 Organisering og projektledelse.....	9
3.2 Gennemførte aktiviteter vedrørende pultrudering:	9
3.2.1 Kortlægning af potentialer, udfordringer og kritiske forhindringer (Aktivitet 2.1 og 2.2).....	9
3.2.2 Optimering af processer og analyse af effekter af restglasintroduktion (Aktivitet 2.3)	9
3.3 Gennemførte aktiviteter vedr. oparbejdning af restglas	10
3.3.1 Definere pultruderingsegnethed (Aktivitet 3.1).....	10
3.3.2 Udarbejde målesystemer, nedbrudt funktionskrav og nuværende specifikationer (Aktivitet 3.2).....	10
3.3.3 Screening af glasrester og procesfaktorer til teksturering (Aktivitet 3.3)	10
4. Resultater	11
4.1 Resultater vedrørende pultrudering	11
4.1.1 Potentialer, udfordringer og kritiske forhindringer (Aktivitet 2.1 og 2.2).....	11
4.1.2 Resultater vedrørende stabilisering af profiler til introduktion af restglas (Aktivitet 2.3)	11
4.1.3 Effekter af restglasintroduktion (Aktivitet 2.3)	13
4.2 Resultater vedrørende oparbejdning af restglas.....	14
4.2.1 Definere pultruderingsegnethed (Aktivitet 3.1)	14
4.2.2 Udarbejde målesystemer, nedbrudt funktionskrav og nuværende specifikationer (Aktivitet 3.2).....	14
4.2.3 Screening af glasrester og procesfaktorer til teksturering (Aktivitet 3.3)	14
5. Diskussion og konklusion	16

Forord

Der er et stort samfundsmæssigt miljø- og forretningspotentiale i at erstatte jomfruelige råvarer med anvendelige restfraktioner fra anden industriel produktion.

I dette projekt har virksomheden Fiberline Composites arbejdet med at substituere jomfrueligt glas, som er den primære råvare i produktion af kompositprofiler.

Aktiviteterne i projektet er gennemført i 2014-2015 med støtte fra Miljøministeriet under Program for Grøn Teknologi.

Konklusion og sammenfatning

Glasfiber kompositprofiler fremstilles i dag af ikke-fornybar råvare i form af 60-70 % glas og 30-40 % polyester. Projektets formål har været at skabe procesteknologi, som gør det muligt at erstatte en del af glas-råvarerne med kasseret glas fra anden industriel produktion.

Projektet har skabt de indledende forudsætninger for at identificere og måle på kritiske kvalitetsparametre for råvaren, således at den nødvendige processtabilitet kan opretholdes når jomfrueligt glas skiftes ud med varierende restglas.

Der er i projektet gennemført en analyse af virksomhedens produktportefølje, hvor muligheder og barrierer for introduktion af restglas er kortlagt og kvantificeret. For en del af produktporteføljen er der efterfølgende gennemført vellykket produktion og fremstillet salgbare emner med indhold af restglas. For en anden del af produktporteføljen er der gennemført den nødvendige forudgående stabilisering af pultruderingsprocessen, som således er forberedt for introduktion af restglas.

Det er et vilkår i den grønne omstilling, at mange teknologier til genanvendelse af ressourcer udvikles og afprøves parallelt, og at forsyningssituationen kan ændre sig. I projektets løbetid har andre muligheder for afsætning af restglas udviklet sig, således at den forudsatte genanvendelsesmetode i glasfiber kompositprofiler ikke for nuværende er et konkurrencedygtigt alternativ. Det har af samme årsag ikke været muligt at skaffe de nødvendige leverancer af glas til at brede testproduktionen ud som planlagt. Derved er det heller ikke muligt at implementere de ellers lovende resultater, og der er ikke udsigt til at kunne opfylde projektets formål og succeskriterier hverken helt eller delvist indenfor projektperioden.

På den baggrund har Fiberline valgt at afslutte projektet i analysefasen og rapporterer hermed arbejdet og opnåede resultater.

Vi kan konkludere at fremstilling af kompositprofiler af genanvendte glasfibre er teknologisk muligt, men ikke for nuværende kommercielt interessant at arbejde videre med.

Summary and Conclusion

Today, glass fibre composite profiles are manufactured of a non-renewable raw material of 60-70% glass and 30-40% polyester. The purpose of the project has been to create a process technology that makes it possible to replace part of the glass raw material by discarded glass from other industrial productions.

The project has built preliminary conditions for identifying and measuring on critical quality parameters of the raw material, so that the necessary process stability is maintained when virgin glass is replaced by varying qualities of scrap glass.

During the project, studies of the product portfolio of the company has been carried out in order to analyse and quantify possibilities and barriers to the introduction of scrap glass. Subsequently a successful production has been carried out for part of the product portfolio, and saleable profiles have been manufactured with a content of scrap glass. For another part of the product portfolio necessary preceding stabilization of the pultrusion process has been carried out as preparation for the introduction of scrap glass.

One of the conditions in the conversion to a circular economy is that many technologies for recycling of resources are developed and tested in parallel, and that the supply situation can change. During the term of the project, other possibilities for recycling of scrapped glass has developed, leaving the proposed recycling method for scrap glass in the production of fibre composite profiles as a non-competitive alternative. For that reason it has not been possible to procure the required deliveries of glass in order to scale the test production as planned. It is not possible to meet the purpose and success criteria of the project, neither completely nor partly, within the project period.

In the light of the above Fiberline Composites chose to terminate the project with the analysis phase, and we hereby report our work and obtained results.

We conclude that the manufacture of composite profiles of recycled glass fibres is technologically feasible, but at the moment not commercially viable.

1. Baggrund

Fiberline producerer glasfiber kompositprofiler til energieffektive vinduer, vindmøller og bærende konstruktioner.

I dag er glasfiber kompositprofiler baseret på ikke-fornybar råvare i form af 60-70 % glas og 30-40 % polyester. Projektet skulle skabe procesteknologi, som kunne gøre det muligt at erstatte en del af glasråvarerne med kasseret glas fra anden industriel produktion.

For at få succes med at tilsætte større mængder oparbejdet restglas, ligger der en teknologisk udfordring i at blive i stand til dels at fremstille en ensartet kvalitet af oparbejdet restglas med varierende oprindelse og specifikationer og dels optimere pultruderingsprocessen til substitution af veldefineret glas.

2. Formål

Projektets overordnede formål var at:

- Øge andel af genanvendt råvare i Fiberline profiler og samtidig styrke virksomhedens konkurrencekraft
- Inspirere bredt i kompositindustrien til at øge andelen af genanvendt råvare

Projektets mål	Succeskriterier
Erstatte jomfruelig tekstureret glasfiberroving på Fiberline med tekstureret glasfiberroving baseret på kasserede glasrester fra andre industrielle processer.	80 % af årligt tekstureret glasfiberrovingforbrug er baseret på restglas
Opnå stabil produktion af færdigvarer med tekstureret glasfiberroving af restglas	Profilsild for berørte færdigvarer er reduceret eller opretholdt på max. nuværende niveau (2012), samtidig med at restglas er introduceret.
Styrke Fiberlines konkurrencekraft	Min. 5 % reduktion af samlede råvareomkostninger i fht. 2012 niveau
Øge andel af genanvendt råvare i Fiberline produktion	Min. 20 % af den samlede råvaremængde er baseret på genanvendt råvare

3. Udførte projektaktiviteter

3.1 Organisering og projektledelse

Arbejdet var organiseret i to teknologi-pakker med hver sin ansvarlige leder. En arbejdsopgave vedrørende pultrudering (fremstilling af glasfiber kompositprofiler med indhold af restglas). En anden arbejdsopgave vedrørende oparbejdning af restglas.

Derudover var der etableret en intern styregruppe med deltagelse af virksomhedens direktion og en ekstern følgegruppe ledet af miljøstyrelsen.

Projektet blev startet med internt kick off møde den 1. februar 2014

Fremdrift og koordinering blev sikret ved hjælp af ugentlige tavlemøder for projektgruppen, og styregruppemøde ca. 1 gang i kvartalet. Der blev afholdt følgegruppe møde på virksomheden den 5. september 2014

3.2 Gennemførte aktiviteter vedrørende pultrudering:

Der blev gennemført følgende aktiviteter:

- Kortlagt potentialer, udfordringer og kritiske forhindringer for at introducere tekstureret restglas (Aktivitet 2.1 og 2.2)
- Optimeret processer og analyseret effekter af restglasintroduktion af en enkelt type (Aktivitet 2.3)

3.2.1 Kortlægning af potentialer, udfordringer og kritiske forhindringer (Aktivitet 2.1 og 2.2)

Produktions og spilddata fra 2013 er analyseret. Særlige krav i virksomhedens tre produktsegmenter er evalueret og sammenholdt med den praktiske udnyttelse af maskiner med henblik på at identificere profiler, hvor restglas umiddelbart kan introduceres og profiler hvor en stabiliseringsindsats går forud for en sådan introduktion.

Produceret mængde per profil for virksomhedens produktion i 2013 blev sammenkørt med oplysninger om stykliste, segment og maskinbindinger. For hver vare (profilgeometri) blev udfordringer og risiko vurderet på baggrund af analyse af spilddata og bindinger i form af særlige kvalitetskrav, test og dokumentationskrav fra kunder og eksterne myndigheder. Højt spild indikerer at processen er for ustabil til umiddelbar introduktion af restglas. Særlige krav fra kunder og myndigheder kan være krav om bestemte råvarer, mekaniske tekst, bindinger på profildesign osv.

For hvert af de udvalgte segmenter er der udarbejdet en plan for henholdsvis stabiliseringsindsatsen på ustabile produkter og en plan for introduktion af restglas i de allerede stabile produkter.

3.2.2 Optimering af processer og analyse af effekter af restglasintroduktion (Aktivitet 2.3)

Der blev i 2014 med projektet gjort en særlig indsats for at stabilisere produktionen af konstruktionsprofiler. I vinduessegmentet var fokus rettet mod nye produktintroduktioner og i mindre grad mod stabilisering af eksisterende produkter.

15 produkter blev gransket i den takt de kom i produktion.

Sideløbende hermed blev en enkelt maskine med de stabile vinduesprofiler, der blev produceret på denne udvalgt til test med teksturet restglas fra en enkelt leverandør, hvor Fiberline relativt nemt kunne modtage tilstrækkelige mængder. I alt 6 produktioner blev gennemført med tekstureret restglas.

3.3 Gennemførte aktiviteter vedr. oparbejdning af restglas

Der blev gennemført følgende aktiviteter

- Afklaring af hvilke egenskaber der definerer egnethed i pultruderingsprocessen (Aktivitet 3.1)
- Proceskvalitet og målesystemer for nuværende proces valideret og indskærpet (Aktivitet 3.2)
- Afprøvning af en enkelt restglastype (Aktivitet 3.3)

3.3.1 Definere pultruderingsegnethed (Aktivitet 3.1)

Trænede operatørers vurdering af pultruderingsegnethed blev valideret. Der blev produceret tekstureret glas med forskellige råvarer og procesparametre for at opnå forskellige kvaliteter af tekstureret glas og operatørerne skulle herefter uafhængigt vurdere kvaliteten visuelt og kinestatisk. I den forbindelse blev de interviewet om hvilke egenskaber der bedst beskriver pultruderingsegnethed.

3.3.2 Udarbejde målesystemer, nedbrudt funktionskrav og nuværende specifikationer (Aktivitet 3.2)

De nuværende instruktioner og målesystemer blev udfordret for at vurdere deres kapabilitet.

3.3.3 Screening af glasrester og procesfaktorer til teksturering (Aktivitet 3.3)

En enkelt restglastype fra en enkelt leverandør blev testet i tekstureringsprocessen. Herunder blev det testet om glasset kunne leveres på en praktisk måde ved at leverandøren foretog splejsningerne. Gevinsten herved kunne da anvendes i forbindelse med udvidelse af leverandørkredsen.

Det teksturede glas fra disse aktiviteter blev anvendt til afprøvning i pultruderingsprocessen (Aktivitet 2.3).

4. Resultater

4.1 Resultater vedrørende pultrudering

4.1.1 Potentialer, udfordringer og kritiske forhindringer (Aktivitet 2.1 og 2.2)

Potentialer og udfordringer er for hvert markedssegment og produktfamilie kortlagt detaljeret. Denne samlede analyse nuancerede vores syn på potentialer og udfordringer i forhold til vores oprindelige forventninger. Det blev i øvrigt klart undervejs at potentialet for substitution også gjaldt den glatte rovingtype, hvorved Fiberlines totale potentiale for substitution ville stige i størrelsesordenen 50 % i forhold til kun at fokusere på teksturede rovings.

På baggrund af kortlægningen blev det besluttet at starte substitution på produktion af to specifikke typer vinduesprofiler, med god processtabilitet og lav risiko for kvalitetsproblemer. Disse produkter var desuden bundet til specifikke maskiner, hvorved det praktiske arbejde med omstillinger til testproduktion med restglas kunne foretages med mindst mulig forstyrrelse af daglig drift og leveringsplaner.

Produktion af profiler til vindindustrien udgør et stort potentiale, men fravalgtes da analysen viste at styklisteændringer ville kræve et omfattende test- og dokumentationsarbejde hos kunderne, hvorved gevinsterne ved substitution ville være for usikre og samtidig for krævende længere ude i værdikæden.

Konstruktionsprofiler, som i ansøgningen ansås for at have det mindste potentiale, viste sig i analysen at have substitutionspotentiale i samme størrelsesorden som vinduesprofilerne. Såfremt restglas kunne fremskaffes i rette kvalitet og med tilhørende sporbarhed ville man i disse profiler kunne substituere glatte roving uden forudgående oparbejdning. Et eventuelt kvalificeringsarbejde af nye råvarer overfor godkendelsesmyndighed ville modsat vind-segmentet være i vore egne hænder med kendt arbejdsindsats. Processtabiliteten i dette segment krævede generelt en indledende stabiliseringsindsats for produktionen på to udvalgte maskiner.

Overordnet viste analysen at allerede stabiliserede produkter udgør 65 % af alle producerede meter profil, 20 % af alle producerede kg profil og 15 % af det totale potentiale for anvendelse af restglas. Test blev udført løbende med tekstureret restglas fra en enkelt underleverandør i forbindelse med produktioner jf. produktionsplan, hvor forskellige andele op til 100 % af profilernes teksturede glas blev substitueret. Effekt på processtabilitet og overflade blev observeret.

Øvrige produkter stabiliseredes løbende gennem systematisk problemløsning og verificerede korrigerende handlinger i forbindelse med produktion jf. produktionsplan. Effekten af indsatsen blev vurderet på spild- % og proces-observationer.

4.1.2 Resultater vedrørende stabilisering af profiler til introduktion af restglas (Aktivitet 2.3)

Stabilisering af henholdsvis vinduesprofiler og konstruktionsprofiler er foretaget løbende i forbindelse med produktionen af dem. Resultaterne er samlet som en spildanalyse for 2014 sammenlignet med spild i 2012-13.

Analyserne har givet en ikke tidligere dokumenteret indsigt i vores produktportefølje og effekt af indsatsen. Generelt har vi set at produkter, som sættes i produktion mindre end en gang årligt som oftest kan kategoriseres som ustabile med højt spild og ringe effektivitet. Den lave produktionsfrekvens gør at produkter, som måske har været i porteføljen i årevis aldrig har nået et industrielt stabilt modenhedsniveau.

Når udvalgte produkter produceres så sjældent vil generelle erkendelser fra erfaringsopbygningen i virksomheden ikke nå at smitte af på disse produkter og de vil forblive i en tilstand, hvor moderne designprincipper for udstyr og produkter ikke implementeres i fornøden takt. Dette skyldes flere forhold. Produkterne produceres i så små mængder, at dyre ændringer på udstyr og produktdesign med tilhørende forsøgsarbejde ikke kan retfærdiggøres af produktets fremtidige indtjeningspotentiale. Medarbejderne, som producerer produkterne er så sjældent i kontakt med dem, at der ikke opbygges tilstrækkelig produktionserfaring, og produktionen derfor skal læres på ny hver gang. Således er det svært at afgøre i første omgang om produktionsproblemer skyldes manglende erfaring eller utilstrækkeligt grundlag for at producere overhovedet. Og man vil i den almindelige travlhed argumentere sig væk fra at gennemføre en forbedringsindsats. Om end det forekommer banalt er dette en generel erkendelse fra industrien, hvor man med rette vil spørge: "Vil kunderne betale for ændringerne eller aktuelle forsinkelser som følge heraf?" Svaret på spørgsmålet i situationen er som oftest: "Nej", i hvert fald når det drejer sig om produkter af lille strategisk betydning.

Analysen har således bragt Fiberline i en situation, hvor vi på baggrund af forbedrede fakta kan vurdere forhold som: Ønsker vi overhovedet at producere disse sjældne produkter? Er det værd at risikere leveringsforsinkelser på andre produkter som følge af en lav industrialiseringsgrad på vanskelige produkter? Eller er det et nyt produkt med stort potentiale?

Der er udført 1 dokumenteret stabiliseringsindsats på vinduesprofiler, hvor udstyret er blevet ændret med halvering af spild til følge i fht. 2012 og 2013 (Tabel 1).

Tabel 1: Optimeringsaktiviteter i analysefase (A2.3) i vinduesprofiler som forudsætning for restglasintroduktion, hvor effekt har kunnet observeres i 2014

Produktkode	Spildreduktion 2013 til 2014	Ændring
BR	58 %	Udstyr

I konstruktionsprofiler er der foretaget dokumenterede ændringer på 14 profiler, hvoraf 8 har fået reduceret spildet markant (Tabel 2), mens effekten på 6 profiler endnu ikke er kommet til udtryk (Tabel 3) De 8 forbedrede produkter er ændret i design, dvs. måden de er armeret på eller udstyret der afgør hvordan armeringen kontinuert lægges til rette i formen er blevet ændret. Eller en kombination af begge dele. Som følge heraf er også store dele af produktionsgrundlaget i form af tegninger og instruktioner ændret. På et enkelt profil var indsatsen rettet mod forståelsen af grundlaget, for at sikre at alle medarbejdere var parate til at producere et ellers temmelig kompliceret profil.

Når vi har haft succes med at reducere spildet med 46 til 77 % for de 8 profiler skyldes det en særlig holistisk tilgang for at kunne løse problemer, som typisk ikke har haft en enkelt årsag, men snarere en kombination af design, udstyr, dokumentation og vaner.

Tabel 2: Optimeringsaktiviteter i analysefase (A2.3) i konstruktionsprofiler som forudsætning for restglasintroduktion, hvor effekten har kunnet observeres i 2014

Produktkode	Spildreduktion 2013 til 2014	Ændring
F610	77 %	Profildesign
F10108	67 %	Udstyr og profildesign
F10106	69 %	Udstyr og profildesign
V101010	76 %	Udstyr og profildesign
V151510	75 %	Udstyr og profildesign
F68	70 %	Design
P333	54 %	Omstillingsproces
FL	46 %	Udstyr

Ovenstående produkter vurderes efter stabiliseringen at være modne til substitution med restglas.

Tabel 3: Optimeringsaktiviteter i analysefase (A2.3) i konstruktionsprofiler som forudsætning for restglasintroduktion, hvor forbedringseffekten endnu ikke har været signifikant

Produktkode	Spildreduktion 2013 til 2014 (negativ værdi angiver at spildet er steget)	Ændring
R434	21 %	Profildesign
F55	4 %	Udstyr og profildesign
T33	- 166 %	Udstyr
PHD	-17 %	Ensretning af disse 3 Mht. profildesign og metode/proces
PMD	20 %	
PHDM	-200 %	

Ovenstående produkter ville kræve en yderligere opfølgning og stabilisering, inden de er modne til substitution med restglas.

4.1.3 Effekter af restglasintroduktion (Aktivitet 2.3)

Introduktion af 1 type tekstureret restglas i 6 produktioner på 5 forskellige produkter har vist sig at være relativt uproblematisk. I første forsøg blev kun en lille men kritisk del af den teksturerede armering udskiftet, men i de øvrige forsøg blev hele den teksturede del substitueret med restglas fra samme kilde.

I alt blev 12.994 m salgare profiler produceret med tekstureret restglas. Generelt forløb produktionerne uden afvigelser, der kunne tilskrives de ændrede råvarer. Operatørerne observerede dog at glassets overflade var mere fedtet end standardvaren. Dette skyldes at den anvendte restglas har en anden specifikation baseret på at de normalt anvendes til andre formål end pultrudering. I testperioden havde denne egenskab således ingen synlig indflydelse på proces eller produkter.

Tabel 4: Introduktionstest af teksturet restglas i stabile vinduesprofiler (A2.3).

Produktkode	Meter 1. sort Prod.
GRS-74 (overflade)	1684
A-079	2557
GRS-74	1785
ÅR	3069
A059	2886
RC (delvis)	1013
Total	12994

For ovenstående produktioner medførte introduktion af restglas ingen ændring i spildniveau.

Til trods for de gode indledende resultater, var det ikke muligt at fortsætte leverancerne af restglas fra den pågældende leverandør, idet denne havde fundet en mere lønsom måde at afsætte restglasset til genanvendelse.

4.2 Resultater vedrørende oparbejdning af restglas

4.2.1 Definere pultruderingegnethed (Aktivitet 3.1)

Tekstureret glas skal først og fremmest have den korrekte vægt pr. længdeenhed (TEX-værdi), hvilket er bestemt af råvarens (TEX-værdi) samt maskinens procesparametre. Derudover er egnetheden bestemt af

1. tekstureringsgraden, af operatører beskrevet som ”fylde”.
2. styrke, som ikke må være væsentligt lavere end råmaterialernes styrke
3. mængden af fnul, der drysser af under produktion som følge af at filamenterne knækker
4. sizing, som ikke må aflejres i udstyret

4.2.2 Udarbejde målesystemer, nedbrudt funktionskrav og nuværende specifikationer (Aktivitet 3.2)

Interviews med trænede operatører viste, at de oplevede variationer i ovennævnte egenskaber i tekstureret glas gav anledning til udsving i egnetheden i dagligdagen. Den nærmere analyse heraf gav anledning til at skærpe den løbende kvalitetssikring af driften af tekstureringsprocessen. De gældende procedurer for procesindstillinger og drift samt tilhørende kvalitetskontroller gav allerede en tilfredsstillende drift og kvalitet – såfremt de blev fulgt præcist og vedholdende.

Den gældende visuelle og kinestatiske kontrol af tekstureringsgrad er umiddelbart dækkende for vurderingen af pultruderingsegnethed. Og en tidligere udviklet metode til test af styrke blev vurderet igen. Under dennes udvikling tidligere viste det sig, at specifikke procesparametre for tekstureringsprocessen var kritiske for styrken og indstillet rigtigt gav tilstrækkelig styrke i det færdige produkt. Det er derfor ikke ønskværdigt at implementere løbende kvalitetskontrol for styrke, men alene anvende denne test fremadrettet når man skal vurdere nye varianter baseret på forskelligt restglas.

Fnul og sizing er der på nuværende ingen specifik målemetode for, men må bero på trænede operatørers udtalelser i testperioder.

4.2.3 Screening af glasrester og procesfaktorer til teksturering (Aktivitet 3.3)

Med en enkelt leverandør af restglas af en enkelt type var muligheden for screening begrænset til at teste eksisterende tekstureringsproces under forskellige betingelser med den nye glas type. Glasset kunne oparbejdes til tekstureret glasfiberroving med eksisterende procedurer og procesparametre.

Udfordringerne med restglas er dog generelt at de modtagne ruller er relativt korte og desuden uens i længde, hvilket giver anledning til et øget antal splejsninger af glastråde mens processen kører. Det øger risikoen for fejl og medarbejderens belastning. Desuden fylder korte restglasruller uforholdsmæssigt meget under transport.

Så med den pågældende leverandør blev det afprøvet om splejsningen kunne foregå ved leverandøren og glasset dermed kunne leveres i meget stor ruller til teksturering. Der blev gennemført 2 forsøg med dette, som viste at tekstureringsprocessen ville blive enklere som følge af færre rulleskift, men samtidig var følsom overfor splejsningskvaliteten og oprulningen. Under proces ville dårlige splejsninger føre til procesnedbrud ganske som før ligesom fejl i oprulningen ville have samme effekt.

Selvom Fiberline i denne omgang ikke får lejlighed til at forfølge den i ide har det givet anledning til et nyt syn på optimeringsmuligheder af denne type andre steder i produktionen.

Samlet har Fiberline under projektet tekstureret og siden anvendt 5.242 kg restglas.

5. Diskussion og konklusion

De resultater og erfaringer der er opnået i projektet med hensyn til håndtering, kvalificering, oparbejdning og anvendelse af restglas er lovende. Vi har identificeret et stort potentiale for anvendelse af restglas i Fiberlines produktion. Vi har modtaget restglas, og i samarbejde med leverandøren udviklet metoder til splejsning, som optimerer transporten af restglas. Vi har tekstureret det modtagne restglas, og anvendt det som erstatning for jomfrueligt glas i profiler, der er solgt på vinduesmarkedet. Endelig har vi stabiliseret og forberedt en række produkter for anvendelse af restglas.

Udfordringerne i forhold til anvendelse af restglas ligger primært i:

- Da det ikke er alle typer glas, der er egnede til anvendelse i pultruderingsprocessen, er det nødvendigt at restglasleverandøren opretholder fuld sporbarhed på glasresterne.
- Det er nødvendigt at restglasleverandøren etablerer processer til splejsning af glasrester, for at optimere transport af rullerne.
- Krav om kvalificering af de enkelte glastyper vil betyde at vi bliver sårbare overfor ændringer i restglasleverandørens sourcingstrategi.
- I nogle markedssegmenter for pultruderede kompositprofiler har kunderne så skrappe kvalitetskrav, og så store omkostninger forbundet med test og kvalificering af de leverede profiler, at det ikke er oplagt at introducere alternative råvarer, i form af genanvendt glas.

Siden projektet blev planlagt og igangsat har der udviklet sig et alternativ marked for restglas. Tidligere var restglasleverandørernes alternativ deponi med en omkostning på cirka 1,20 kr. pr kg. Det gav en margin, hvor Fiberline kunne købe glasset til en pris der var attraktiv for begge parter, og det gav et incitament for restglasleverandøren til at binde an med de ekstra omkostninger forbundet med krav til sporbarhed, splejsning osv. I dag er det muligt at afsætte restglas med en salgspris på 0,40 kr./kg til virksomheder i Tyrkiet, og også på det danske marked er der opstået alternative afsætningsmuligheder. De nye aftagere skærer glasset ned på korte stykker, og er tilsyneladende ikke så følsomme overfor om rullerne falder sammen, og heller ikke så følsomme overfor kvalitetsudsving. Det har betydet at der ikke længere er økonomi i projektet. Ved de seneste forhandlinger har restglasleverandøren forlangt priser, der ligger tæt på prisen for jomfrueligt glas, og dermed er anvendelse af restglas i pultrudede kompositprofiler ikke længere en god business case.

Kompositprofiler af genanvendte glasfibre

I projektet er muligheden for at erstatte glasråvaren til produktion af kompositprofiler med kasseret glas fra anden industriel produktion undersøgt på Fiberline Composit A/S's produktionsanlæg. Dette er fundet teknologisk muligt, men på grund af stigende pris på kasseret glas er det for nuværende ikke kommercielt interessant. Projektet er udført under Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP).



Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Strandgade 29
1401 København K
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

www.mst.dk