



Growing a Green Future

**Ontwikkeling van bio
composiet met natuurvezels
voor bouwapplicaties**

Output 3.3

Auteur: Harm Jan Thiewes

Gezien: Sander van Calker

Datum: dinsdag 14 januari 2020



Agrodome



Delphy

KdG
Karel de Grote
Hogeschool



ILVO

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



Samenvatting

In deze rapportage is het onderzoek beschreven naar de inzet van natuurvezels en van agro reststromen / landbouwgewassen in een composiet toepassing, waaruit een prototype profiel is vervaardigd voor de toepassing voor bouwapplicaties.

Deze werkzaamheden zijn uitgevoerd in het kader van het Interreg VLA-NED "Growing a Green Future" project. Dit project heeft als doel om bij te dragen aan de overgang van een economie die draait op fossiele grondstoffen naar een economie met biomassa als grondstof. Het streven is om biomassa (landbouwgewassen) te gebruiken voor onder andere inhoudsstoffen, chemicaliën en bouwmaterialen, zodat het gebruik van fossiele grondstoffen beperkt kan worden. Verschillende lokaal beschikbare agro reststromen, naast de geteelde landbouwgewassen waaronder vlas, hennep en Miscanthus, zijn als lignine- en/of cellulosebron uitermate geschikt als duurzame grondstof voor bio composiet materialen.

Vanuit een bio composiet, vervaardigd uit o.a. hennephout- en grasvezels in combinatie met een recycleat polymeer, is het mogelijk gebleken om deze te verwerken tot een profiel welke te verwerken is tot een eethoek/meubilair voor ondermeer toe te passen in een mobiele vakantiewoning. Het verkregen bio composiet materiaal laat zich goed verwerken middels zagen, boren en schroeven. Hoe deze eethoek zich over langere tijd zal gaan gedragen, zal in de komende tijd worden gemonitord bij Millvision. Eerste reactie van publiek (tijdens een vergadering met Raad van Advies) is positief. Een eerste indicatie aanschafprijs voor dit prototype meubilair leert, dat deze in de toekomst mogelijk nog scherper kan worden gesteld door assemblage uit te besteden en grootschaligere productie.

Verder heeft het onderzoek geleerd, dat niet zomaar elke natuurvezel kan worden ingezet. Zo blijken bastvezels van vezelgewassen de neiging te hebben om te gaan kluwen indien deze worden verkleind. De bastvezel zou als versterkend filament mee kunnen worden getrokken in een profiel, om zodoende de mechanische eigenschappen verder te verbeteren.

Gebleken is dat met name de houtige fractie van hennep goede resultaten geeft in een bio composiet receptuur. Deze is qua mechanische eigenschappen vergelijkbaar met een houtgevuld composiet. De houtige fractie van vlas, de zogenaamde lemen, heeft als nadeel dat deze nog deels bastvezel bevat welke tijdens verkleinen gaat kluwen.

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu

GROWING A GreenFuture



Tot slot hebben agroreststromen het nadeel dat deze relatief veel water bevatten in vergelijking met vezelgewassen, zoals vlas, hennep en Miscanthus. Doordat water storend werkt tijdens compouderen, zullen deze vezels eerst moeten worden gedroogd, wat extra droogkosten met zich meebrengt.

Inzet van bio polymeren voor buitenapplicaties lijkt nog een uitdaging te zijn. Door de aanwezige vezels, welke als rietjes kunnen fungeren, blijkt het bio composiet gevoelig te zijn voor water waardoor de composiet structuur gaat uitzetten en daardoor verzwakt.

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Inleiding en doel	5
2 Bio composiet	6
2.1. Soorten composiet	6
2.2. Beschikbare grondstoffen /Vezels	7
2.3. Waar de composieten mee concurreren	9
2.4. Aanpak/methode onderzoek	10
3 Resultaten	12
3.1. Vezelopwerking en beoordeling van de verkregen samples.	12
3.2. Compounderen van verkleinde vezelgewassen	12
3.3. Spuitgieten met Hennephoutvezel compounds	13
3.4. Profiel extrusie van hennephoutvezel compounds	14
3.5. Compounderen en spuitgieten van verbeterde receptuur bio composiet buitenapplicatie	17
3.6. Buisprofiel extrusie hennephoutvezel composieten met recyclaatpolymeer	18
4 Bouw van het meubel/eethoek	19
4.1. Eerste aanzet beperkte businesscase	21
5 Conclusies en aanbevelingen.....	22

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



1 Inleiding en doel

Het project "Growing a Green Future" heeft als doel om bij te dragen aan de overgang van een economie die draait op fossiele grondstoffen naar een economie met biomassa als grondstof. Het streven is om biomassa (agro reststromen en landbouwgewassen) te gebruiken voor onder andere inhoudsstoffen, chemicaliën en bouwmaterialen, zodat het gebruik van fossiele grondstoffen beperkt kan worden. Verschillende lokaal beschikbare agro reststromen, naast de geteelde landbouwgewassen waaronder vlas, hennep en Miscanthus, zijn als lignine- en/of cellulosebron uitermate geschikt als duurzame grondstof voor bio composiet materialen.

Dit rapport beschrijft het onderzoek dat is uitgevoerd naar de inzet van natuurvezels, welke jaarlijks worden verkregen, in een polymeer matrix, welke vervolgens is verwerkt tot een prototype bio-composieten profiel. Dit profiel is aansluitend toegepast in een prototype eethoek/meubel welke zou kunnen worden ingezet in een mobiele vakantiewoning.

Het doel van het rapport is het vastleggen van ervaringen met natuurvezel gebaseerde composieten en het weergeven van de onderzoeksresultaten. Het achterliggende doel is de materialen ondersteunen voor bij de marktintroductie van Natural Fiber Reinforced Polymers (NFRP). Dat wordt gedaan door de uitgevoerde experimenten te beschrijven en uit te leggen hoe de eethoek/meubel tot stand is gekomen. Daarbij zijn aandachtspunten zoals hoe met het materiaal te werken, vastgelegd.

Hoofdstuk 2 geeft een algemeen samengevat beeld over de verschillende te maken bio composieten, de gemaakte keuze van het soort gebruikt bio composiet in dit project, aansluitend gevolgd door een beschrijving van de aanpak van het onderzoek in het project. In Hoofdstuk 3 zijn de uitgevoerde experimenten met de verkregen resultaten beschreven en tot slot is in Hoofdstuk 4 het vervaardigen van de mock-up eethoek/meubel weergegeven inclusief een zeer beperkte eerste aanzet voor een business case. In Hoofdstuk 5 zijn de resultaten samengevat en zijn leerpunten en een advies voor een mogelijk vervolgonderzoek beschreven.



2 Bio composiet

Een **composiet** is een materiaal is opgebouwd uit verschillende componenten. Veelal worden hiermee vezel versterkte kunststoffen bedoeld. De vezels zorgen voor het overbrengen van trekkrachten en de matrix (vaak een kunststof, polymeer of hars) houdt de vezels samen en zorgt voor het overbrengen van drukkrachten en schuifspanningen. Veel bekende vezels die in composieten worden verwerkt zijn glasvezel, aramide (twaron en kevlar), koolstofvezel en recent ook nanotubes – *Bron: Wikipedia.*

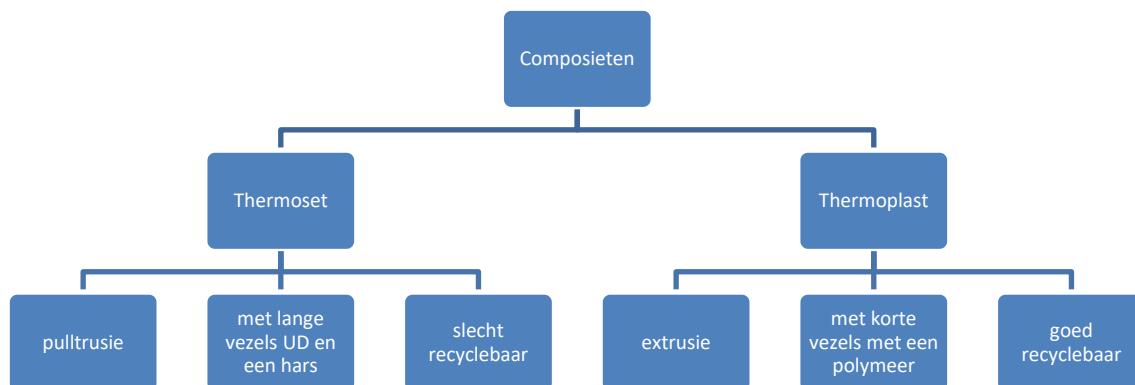
Door nu natuurlijke vezels in te zetten in combinatie met een (bio)polymeer wordt een bio composiet verkregen. Hierbij kunnen natuurlijke vezelgewassen worden ingezet zoals vlas, hennep of Miscanthus, maar ook agroreststromen zoals gras of diverse resten van uit de landbouw.

2.1. Soorten composiet

Een composiet kan enerzijds worden geproduceerd door uni-directionele vezels te drenken in een laag viskeuze harsoplossing, welke na reactie bij verhoogde temperatuur een driedimensionaal netwerk zal gaan vormen. Het vervaardigen van een dergelijk composiet vindt plaats door een zogenaamd pultrusie proces en wordt aangeduid als een thermoset composiet. Anderzijds kunnen vezels worden gemengd met een polymere matrix in de smelt onder verhoogde temperatuur in een zogenaamde extrusie proces, waarbij een compounder wordt ingezet. Dit composiet wordt aangeduid als een thermoplastisch composiet (zie Figuur 1).

Een thermoset composiet is veelal veel sterker dan een thermoplastisch composiet, echter is een thermoplastisch composiet veelal minder bros (taaiër) dan een thermoset composiet.

Aan de eind van de levensduur van het composiet, blijkt een thermoset composiet lastig te recyclen vergeleken met een thermoplastisch composiet. Het thermoplastisch composiet kan worden geschred en weer worden verwerkt tot een nieuw thermoplastisch composiet. Een thermoset composiet kan worden verkleind en bijgemengd in een andere toepassing als zijnde een filler.



Figuur 1: Soorten composieten en gebruikte processen

Vanuit een duurzame gedachte is binnen dit project gekozen om een bio composiet te ontwikkelen volgens het thermoplastisch proces. Volgens dit proces worden voor bouw- en tuinapplicaties veelal gebruik gemaakt van zogenaamde Wood Plastic Composites (WPC's), waarbij houtvezels worden vermengd met een polymere matrix. In dit onderzoek is gekeken naar de toepassing van de houtige fractie van de verschillende vezelgewassen in combinatie met een thermoplastisch polymeer om tot een bruikbaar receptuur te komen om verschillende composietprofielen te maken, welke kunnen worden ingezet als bouw materiaal voor diverse doeleinden.

2.2. Beschikbare grondstoffen /vezels

In de Growing Green Future Benchmark rapportage is een overzicht weergegeven van beschikbare agro reststromen in de regio Vlaanderen / Zuid-Nederland. Hierbij zijn de volgende reststromen aangemerkt om nader te onderzoeken binnen dit project, te weten: vanuit de glastuinbouw paprika- en tomatenloof, vanuit de landbouw spruitkoolstronken en wortelloof en – toppen. Naast deze agro reststromen zullen ook natuurvezelgewassen worden bekeken zoals vlas, hennep en Miscanthus. Allereerst zullen de eigenschappen van deze reststromen en vezelgewassen nader worden besproken, te beginnen bij deze laatstgenoemde gewassen.

GROWING A GreenFuture



Miscanthus

Miscanthus of olifantsgras wordt vooral geteeld om te worden ingezet als stalstrooisel in de pluimvee sector, of als onkruidbestrijding (Mulch), als substraat voor het kweken van oesterzwammen, als additief in beton, als veevoeder, als bio-energiebron (kachel-pellets), of als vezels in lichtgewicht vezelplaten. Daarnaast kan Miscanthus worden ontsloten waarbij de vrijgekomen vezel kan worden ingezet in hygiëne papier. Doordat de grondstof nog niet op grote schaal wordt geteeld, is de grondstof nogal marktgevoelig. De opbrengst van Miscanthus is ca. 15-20 ton per hectare, waarbij de kosten van deze grondstof worden geraamd op 170 EURO/ton. Hierbij dient te worden gemeld dat de plant 1-2 jaar nodig heeft om te komen tot deze opbrengst. Het droge stofgehalte van deze grondstof is groter dan 80%, en kan worden aangemerkt als een relatief schone grondstof die alleen mechanisch moet worden verkleind. Miscanthus bestaat voor ca. 38-43% uit cellulose, ca. 18-24% hemicellulose en ca. 22-25% lignine op droogstof basis (bron: *Sources Biomass to renewable energy processes*, 2nd Edition, Jay Cheng, Chapter 3; Table 3.5).



Figuur 2: Miscanthus Giganteus

Technische vezelhennepe

Technische vezelhennepe wordt hoofdzakelijk verbouwd voor toepassing in kleding en textiel. Voordeel van hennepe is dat deze plant minder milieu impact heeft in vergelijking met het verbouwen van katoen. Tevens worden hennepevezels verwerkt in isolatiematerialen en wordt dezen toegepast en in vezel versterkte kunststoffen voor met name voor de automobiel industrie. Ook de hennepe plant is een snelgroeiend gewas, welke tevens kan worden ingezet als "bodembreiniger" om grond te ontdoen van vervuulende stoffen. Naast de aanwezige bastvezels bevat hennepe een houtachtige kernfractie, als restproduct. De opbrengst per hectare van deze grondstof is ca. 25-30 ton met een droog stofgehalte van groter dan 70%. Schoon en verkleind worden de kosten voor deze grondstof geraamd op ca. 250 EURO/ton. Technische hennepe bestaat voor ca. 44% uit cellulose, ca. 25% hemicellulose en ca. 23% lignine (bron: Complete chemical analysis of Carmagnola hemp hurds and structural features of its components, *Bio Res*, **8(2)**, 2013, pp 2641-2656).



Figuur 3: Vezelhennepe

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



Vlas

Hedendaags geteeld vlas wordt hoofdzakelijk ingezet in linnen en textielproducten, waarbij 80% afkomstig is uit Noord-Europa (met name Frankrijk). In vergelijking met katoen is de vlasvezel een relatief dure vezel. Met name de verwerkingskosten richting textielproducten zijn hoger. Recente marktgegevens laten een toename zien van vlas in technische toepassingen in bouwmaterialen en composieten. De vlas lemen/scheven (houtachtige kern) kunnen net zoals die van hennep worden gebruikt als stalstrooisel, bodembedekking, oesterzwammensubstraat, spaanplaat, enz. De opbrengst van deze grondstof is echter een stuk lager in vergelijking met Miscanthus en technische hennep. Deze komt uit op ca. 6-7 ton/hectare met een droogstofgehalte van ca. 80%. Schoon en verkleind worden de kosten van deze grondstof geraamd op ca. 200 EURO/ton (bron: www.cnvs.be). Vlas bestaat voor ca. 28-38% uit cellulose, ca. 17-27% hemicellulose en ca. 25-29% lignine (bron: Characteristics of lignin from flax shives as affected by extraction conditions, *Int. J. of Mol. Sci.*, **11(10)**, 2010, pp 4035-4050).



Figuur 4: Vlas

Agroreststromen

De mogelijk in te zetten agroreststromen, welke uit het benchmark onderzoek komen, zijn paprika- en tomatenloof, spruitkool-stronken en wortelloof en -toppen. Voor de toepassing in composieten is het grootst nadelig effect van deze stromen het lage droogstof gehalte (ca. 10-25%). Om deze stroom geschikt te maken voor inzet voor composieten moeten deze uitvoerig worden gedroogd, waardoor deze vezel mogelijk te duur wordt voor verwerking in composieten. Daarnaast heeft deze stroom over het algemeen minder een echte vezelstructuur, waardoor deze stroom minder aantrekkelijk is in verwerking tot composieten.

2.3. Waar de composieten mee concurreren

Huidige grondstoffen in de bouw zijn gebaseerd op hout, staal en cement/beton. Belangrijke eigenschappen van de toepasbaarheid van deze materialen zijn met name sterkte en draagkracht gerelateerd (trek, rek en druk). Door inzet van natuurvezel gebaseerde composieten, mits deze eenzelfde prestatie kunnen leveren, kunnen deze zorgen voor een lagere CO₂-footprint en daarmee bijdragen aan een verbeterde milieuwinst.

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



Om te komen tot een profiel van bio composiet wat op vele manieren gebruikt kan worden is het belangrijk dat de mechanische eigenschappen hiervan aan bepaalde criteria voldoen. Twee belangrijke aspecten hiervan zijn de sterkte en draag eigenschappen van het composieten profiel. Deze eigenschappen worden bepaald middels een trekproef. Hierbij worden de treksterkte en rek van het composiet bepaald. Afhankelijk van de applicatie zullen deze eigenschappen variëren.

Naast de mechanische eigenschappen, zijn ook eigenschappen zoals ondermeer levensduur verwachting (veroudering van het materiaal), brandveiligheid en certificering van het materiaal van belang.

2.4. Aanpak/methode onderzoek

Verse natuurvezels (vezelgewassen en agroreststromen) zijn gedroogd en verkleind (van ca. 1-3 cm naar deeltjes van ca. 100µm – 1mm) om deze zodoende geschikt te maken om een compound van te maken. Hierbij dient de vezel niet tot nauwelijks water te bevatten omdat dit stoort in het compounding proces (temperatuur hoger dan 100°C, waarbij water gaat koken), en mogelijk tot gevolg kan hebben dat polymeren afbreken. Aansluitend zijn de verkleinde vezels gezeefd over een 150µm zeef om het fijne stof te verwijderen.

Vervolgens zijn de verkleinde vezels verwerkt tot een compound op een dubbelschroefs tegen draaiende extruder van KrausMaffei (KMD2-40KK), welke is uitgerust met ontgassing (afvoer van eventuele waterdamp) en een dubbele feeder (zie Figuur 5).



Figuur 5:
Compounder

Hierbij zijn een polymere matrix en additieven gemengd met natuurvezels. Diverse recepturen zijn gemaakt en deze zijn beoordeeld op mechanische eigenschappen (treksterkte, rek en stijfheid). De recepturen moeten naast dat ze te compounderen zijn, ook verwerkbaar zijn op de spuitgietmachine om zodoende de mechanische eigenschappen te kunnen bepalen.

Vandaar dat gewerkt is uit de volgende samenstelling van de compound, bestaande uit:

- 50% thermoplastisch (bio)polymeer tezamen met additieven om natuurvezels goed te binden met de polymere matrix.

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



- 50% natuurvezels, waarvan tussen de 0 tot 100% natuurvezelgewassen zijn toegevoegd. De overige bijgemengde natuurvezels is een standaard gebruikt referentie houtvezel.

Het verkregen granulaat van de gemaakte compounds is eerst gedroogd, gedurende 4 uur bij 80°C, alvorens te kunnen spuitgieten (droge stofgehalte >98%) in een droge lucht droger (Piovan PD605 PTUL2).

Vervolgens zijn trekstaven vervaardigd op een Arburg spuitgietmachine (type 270 S), waarbij trekstaven zijn gemaakt volgens ISO527-1.

Nadat de trekstaven gedurende 1 week hebben geacclimatiseerd, zijn trekproef analyses uitgevoerd op een Zwick trekbank (UPM14740) met een contact extensiometer. Hierbij is de E-modulus (mate voor de stijfheid van een materiaal) bepaald bij een treksnelheid van 1mm/min en de treksterkte metingen zijn uitgevoerd met een treksnelheid van 5mm/min. Alle metingen zijn in 5-voud uitgevoerd volgens ISO-norm ISO 527-2-1A.

Aan de hand van een optimaal verkregen receptuur zijn vervolgens profielen geëxtrudeerd met behulp van een dubbelschroefs tegen draaiende extruder type 75-40D van APX en KrausMaffei (KMD2-40KK). Hierbij zijn een buisprofiel, balkprofiel van 10x10cm en een latprofiel van 6x3cm geëxtrudeerd.



3 Resultaten

3.1. Vezelopwerking en beoordeling van de verkregen samples.

Van de diverse agroreststromen en vezelgewassen zijn vezels gedroogd en aansluitend verkleind. Hierbij is gebleken dat de agroreststromen veel water bevatten, welke hoge droogkosten met zich meebrengen. Daarnaast bevatten de agroreststromen minder vezelstructuur, waardoor deze er mogelijk meer als een filler gaan inzitten en niet bij zullen dragen aan sterkte. Vandaar dat deze reststromen niet verder zijn onderzocht in dit onderzoek.

Bij de vlas en hennep uitgangsmaterialen is gebleken dat indien de gehele gedroogde plant wordt verkleind, dit problemen geeft met betrekking tot het kluwen van de bastvezels. Vandaar dat bij verwerkingsbedrijven van vlas en hennep gevraagd is naar de houtige kernfractie en deze is verder verkleind. Tevens zijn samples opgevraagd van verkleinde bastvezels vlas en hennep. De Miscanthus is goed te verkleinen, vandaar dat het onderzoek is voortgezet met enkel verkleinde vezelgewas vezels.

3.2. Compounderen van verkleinde vezelgewassen

In een vervolgstap is gekeken of de verkleinde vlas, hennep en Miscanthus vezels goed te verwerken zijn, lees doseerbaarheid en inmengbaarheid, tot een compound op compounder bij Millvision. Deze experimenten zijn uitgevoerd gebruikmakende van een biopolymeer.

Hierbij is gebleken dat verkregen verkleinde bastvezels van vlas en hennep niet zijn te voeden in het gebruikte systeem. De vezels gaan kluwen en vormen bruggen, doordat deze een "fluffy" karakter hebben (laag stortgewicht ten opzichte van het polymere granulaat). In het geval dat ze wel worden ingemengd, veroorzaken de lange technische vezels propjes in het compound welke de die verstoppem. Hierdoor valt de inzet van bastvezels of een combinatie van bastvezels en scheven af.

Om het "fluffy" karakter van bepaalde vezelstromen tegen te gaan is vervolgens getracht om te werken vanuit pellets. Hierbij zijn de verkleinde vezels eerst gecompacteerd in een pelletizer, en zijn deze pellets gedoseerd in de compounder tezamen met de polymere matrix. Visuele analyse van het verkregen granulaat liet zien dat er nog vezelbrokjes in het compound aanwezig zijn, zodat kan worden geconcludeerd dat de vezelfractie niet homogeen is ingemengd. Tevens brengt

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



pelletiseren extra kosten met zich mee, wat niet het geval is bij verkleinde kernvezels.

De lemen van het vlas (houtige kernvezels), bevatten nog steeds relatief veel bast vezel, waardoor deze tijdens het verkleinen toch nog gaan kluwen. Hierdoor blijven qua verwerking de houtige fractie van hennep en de vezels van Miscanthus over en deze vezels zijn redelijk gelijkwaardig aan elkaar. Echter, heeft hennep een grotere opbrengst per hectare (opbrengst hennep 25-30 ton/ha versus Miscanthus opbrengst van 15-20 ton/ha) en is de houtige fractie van hennep meer een restproduct. Hennep is makkelijker te verbouwen in Nederland en België. Vandaar dat gekozen is om in eerste instantie onderzoek te verrichten naar de houtige fractie van hennep.



Figuur 6 : Compound pellets met 30% hennephout in biopolymeren

3.3. Spuitgieten met hennephoutvezel compounds

Met behulp van verkleinde hennephoutvezels en een biopolymere thermoplastisch zetmeel matrix zijn vervolgens compounds gemaakt (zie Figuur 7). Als referent is een combinatie van biopolymeer met alleen houtvezel meegenomen. Deze verkleinde hennephoutvezels zijn goed in te mengen en visuele analyse van het granulaat laat zien dat de vezels mooi homogeen zijn ingemengd (zie Figuur 6). Aansluitend zijn de verkregen compounds gedroogd en verwerkt tot trekstaven om

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu

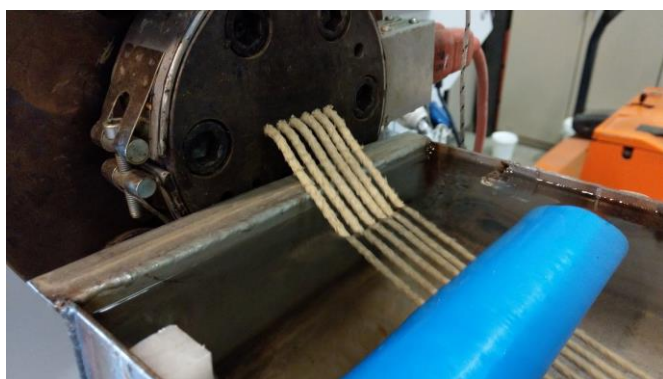


zodoende de mechanische eigenschappen te kunnen bepalen. De verkregen resultaten zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Mechanische eigenschappen van hennephoutvezel en houtvezel composieten

Compound	E-modulus (maat voor stijfheid) [MPa]		FMax. (maat voor sterkte) [MPa]		Rek bij Breuk [%]	
	Gem.	St.dev	Gem.	St.dev	Gem.	St.dev
Middel Houtvezel gevulde referentie	3940	22	30,1	0,4	1,5	0,1
Middel Hennepvezel compound	3470	34	28,9	0,3	1,6	0,1
Hoog hennepvezel compound	4240	43	31,0	0,4	1,5	0,1

Deze Tabel laat duidelijk zien dat een hennephout compound kan worden verkregen met gelijkwaardige mechanische eigenschappen in vergelijking met het houtvezelcomposiet. Vandaar dat dit compound verder is opgeschaald om over te gaan tot een buis profiel extrusie.



Figuur 7: Strengen hennepcompound uit de extruder door de waterbak

3.4. Profiel extrusie van hennephoutvezel compounds

Aan de hand van de opgeschaalde hennephoutvezel compounds is aansluitend een buisprofiel geëxtrudeerd op de compounder bij Millvision (zie Figuur 8). Het compound laat zich goed verwerken tot een profiel.

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



Figuur 8: Buisprofiel van hennephoutvezel met biopolymeer

De verkregen buisprofielen zijn aansluitend voor binnen en buiten applicaties getest. Indien het buisprofiel wordt blootgesteld aan water, zet het materiaal extreem uit. Daarnaast is in de parallel het buisprofiel toegepast in een trapleuning applicatie en na enige tijd is gebleken dat de buis kapot gaat en niet sterk genoeg is voor deze applicatie (zie Figuur 9). Geconcludeerd kan worden dat het uitgangspolymeer voor een binnen applicatie zou kunnen voldoen. Indien het materiaal moet worden toegepast voor een buitenapplicatie zal een ander basispolymeer moeten worden ingezet. Hierbij wordt gedacht aan een recycleerd HDPE polymeer om te komen tot een circulair biogebaseerde oplossing.



Figuur 9: Defecte trapleuning door wateropname

Daarnaast is het buisprofiel geplaatst in de koude grond op een tuinlocatie bij Millvision en deze is gedurende 1 jaar gemonitord. Hierbij is waargenomen dat het gedeelte boven de grond is gaan barsten ten gevolge van wateropname. Daarnaast is gebleken dat tijdens tuin onderhoud dit receptuur breekbaar is. Daarnaast is het deel onder de grond verkleurd, uitgezet door wateropname en bevat het profiel vastgegroeide plantwortels in de aanwezige cracks in de wand van het profiel (zie Figuur 10).



Figuur 10: Profiel welke onder de grond heeft gezeten met plantwortels aan de buis gehecht

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu

3.5. Compounderen en spuitgieten van verbeterde receptuur bio composiet buitenapplicatie

Vervolgens is een hennephoutvezel compound vervaardigd met een recycleat HDPE polymeer. Hierbij zijn diverse recepten gemaakt ten opzichte van een houtvezel gebaseerde referent. Vervolgens zijn de verschillende compounds gedroogd en verwerkt tot trekstaven (zie Figuur 11) om zodoende de mechanische eigenschappen te kunnen bepalen. De eigenschappen zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2: Mechanische eigenschappen van hennephoutvezel composieten

	Treksterkte [MPa]	Rek [%]	Stijfheid [MPa]
Recycleat HDPE: (puur polymeer)	20,2 ±0,6	>200%	899 ±48
Referent: Recycleat HDPE + Laag referent houtvezel	28,3 ±0,3	6,2 ±0,13	2.510 ±227
Compound 1: Recycleat HDPE + Laag hennep houtvezel	24,0 ±0,3	6,94 ±0,04	1.890 ±193
Virgin HDPE: (puur polymeer)	19,8 ±0,4	>200%	1.150 ±239
Compound 2: Virgin HDPE + Laag hennep houtvezel	25,0 ±0,2	4,03 ±0,12	2.480 ±307
Compound 3: Virgin HDPE + Middel hennep houtvezel	28,3 ±0,2	3,21 ±0,15	2.480 ±188

Deze Tabel laat zien dat met hennephoutvezel een composiet kan worden vervaardigd welke qua mechanische eigenschappen gelijkend is aan die van de referent houtvezel composiet. Vandaar dat wordt besloten het hennephoutvezel composiet op te schalen en deze te verwerken tot een buisprofiel en deze wederom te testen als trapeuning.

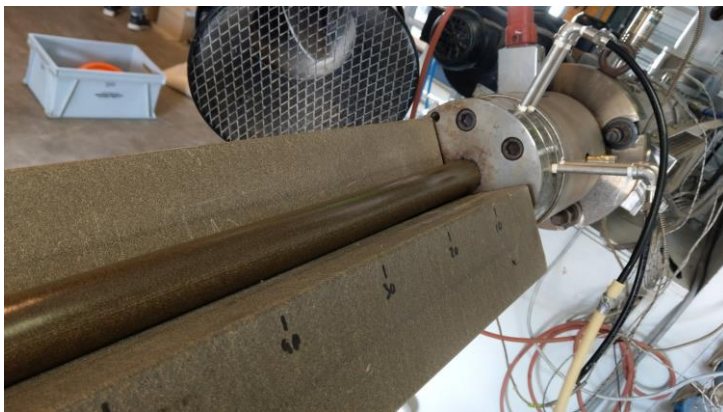


Figuur 11: Spuitgiet trekstaven van respectievelijk hennephout en referentvezel in virgin (links) en recycled HDPE (rechts)

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu

3.6. Buisprofiel extrusie hennephoutvezel composieten met recyclaatpolymeer

Met het opgeschaalde hennephoutvezel composiet uitgaande van een recyclaat polymeer is wederom een buisprofiel getracht te maken in een bestaand grasvezelreceptuur. Het blijkt dat dit profiel goed te vervaardigen is (zie Figuur 12) en wederom is dit buisprofiel getest in een trapleuning applicatie. Hieruit blijkt dat dit profiel zich goed houdt in de monitoringsperiode en geschikt is voor toepassing voor buitenapplicaties.



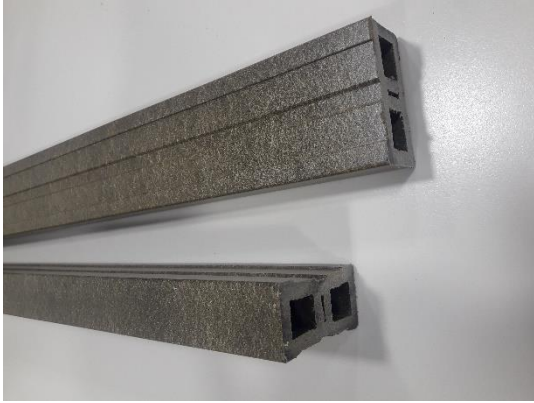
Figuur 12: Buisprofiel vanuit o.a. hennephoutvezels en gerecycled HDPE

Nadat er overlegd is geweest met de partner welke verantwoordelijk is voor de realisatie van de mobiele vakantiewoning, is er besloten om een eethoek te vervaardigen van een hennephoutvezel compound. Hiervoor wordt een 6x3 cm profiel geëxtrudeerd om de mock-up eethoek van te maken.



4 Bouw van het meubel/eethoek

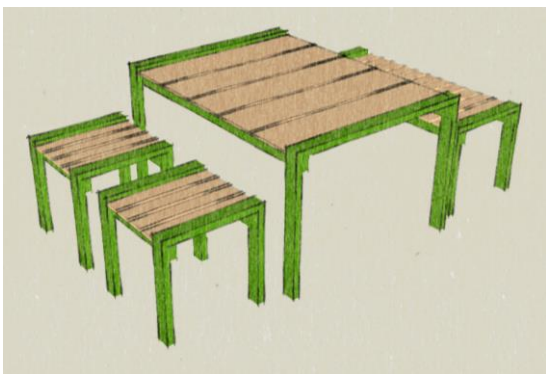
In een receptuur bestaande uit recycleerpolymeer en grasvezel en hennep houtvezel zijn diverse profielen geëxtrudeerd (zie Figuur 13).



Figuur 13: Prototype profielen vervaardigd met hennep houtvezel

Aan de hand van de verkregen profielen, is er een brainstormsessie geweest waaraan de eethoek van de mobiele vakantiewoning zou moeten voldoen. Hieruit is naar voren gekomen dat deze naast de gewenste eigenschappen wat je normaal gesproken van meubilair mag verwachten (sterk en comfortabel), deze eethoek makkelijk verplaatsbaar zou moeten zijn, zodat je naast binnen ook buiten gebruik zou kunnen maken van dit meubel. Tevens moet het meubel makkelijk schoon te maken zijn. Zodoende, kun je de woning makkelijk schoonmaken na verblijf, maar ook buiten kunnen zitten en genieten van de zon.

Aan de hand van deze specificatie is een ontwerp gemaakt welke in weergegeven in Figuur 14.



Figuur 14: Ontwerp meubel/eethoek voor mobiele vakantiewoning GAGF.

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



Aan de hand van het ontwerp is gekeken hoe de verschillende composietprofielen met elkaar te verbinden. Een van de bekende eigenschappen van een thermoplastisch composiet is het effect van kruip (doorbuigen in de tijd). Om dit op te vangen zijn hoekprofielen ontwikkeld waarmee de composietprofielen met elkaar zijn verbonden. Tot slot zijn de zitvlakken vervaardigd van een rijstenvlies composiet. Tijdens de assemblage van het meubilair is gebleken dat de composietprofielen zich makkelijk laten zagen en dat onderdelen goed schroefbaar zijn. In Figuur 15 is het eindresultaat van de eethoek weergegeven. Deze zal in de komende periode worden gemonitord bij Millvision te Raamsdonksveer om te kijken hoe het meubilair zich houdt in de tijd. Een eerste test, nadat iemand erop is gaan zitten is geslaagd (zie Figuur 16).



Figuur 15: Eindresultaat GAGF-eethoek

Figuur 16: GAGF-kruk in gebruik tijdens Slotevent



Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu



4.1. Eerste aanzet beperkte businesscase

In deze paragraaf wordt een zeer beperkte eerste doorzicht voor een business case gegeven. De beperktheid is te wijten aan het feit dat het meubilair recentelijk is ontworpen en aansluitend is verwerkt tot een eerste prototype meubilair, welke nog dient te worden gemonitord om te kijken hoe deze zich gedraagt gedurende langere tijd bij gebruik. Daarnaast is het meubilair helaas niet getoetst op het vakantie terrein, om te horen hoe deze wordt ontvangen bij de campinggasten van de mobiele vakantie woning (welke nog niet is gerealiseerd).

Een eerste voorzichtige kostenraming van de eethoek/meubilair leert dat dit prototype marktcomfort aangeboden kan worden in het middensegment van de tuinmeubel markt (inschatting tussen €1.000,- en €4.000,- voor de set of onderdelen daarvan). Hierbij dient te worden aangemerkt dat deze prijs is gebaseerd op een eerste ontwikkeling prototype, welke door medewerkers van Millvision in elkaar is gezet. Indien deze set de periode van monitoring goed heeft doorstaan en aanspreekt bij een breed publiek, zullen de kosten mogelijk lager uitvallen door de set in grotere oplage te gaan produceren en door de assemblage te gaan uitbesteden bij een timmer productie bedrijf. Hierbij zal de mate van kostenreductie nader moeten worden bekeken en is nu nog niet duidelijk.

Een eerste quick scan benchmark van dergelijke eethoeken leert dat er een grote variatie is in prijsstelling van dit type meubilair. Prijzen variëren van €1.000,- tot zelfs €4.000,- en meer. Middels interesse van het publiek, zal moeten worden onderzocht waarmee het door ons geïntroduceerde prototype GAGF-eethoek zal moeten vergeleken en met welke prijsstelling het zal moeten worden vergeleken.



5 Conclusies en aanbevelingen

Naar aanleiding van het onderzoek naar inzetbaarheid van vezelgewassen en agroreststromen voor de toepassing van bio composieten, is het volgende te concluderen:

Vanuit een bio composiet vervaardigd uit o.a. hennephout- en grasvezels in combinatie met een recycleat polymeer is het mogelijk gebleken om deze te verwerken tot een profiel welke te verwerken is tot een eethoek/meubilair voor ondermeer toe te passen in een mobiele vakantiewoning. Het verkregen bio composiet materiaal laat zich goed zagen, boren en schroeven. Hoe deze eethoek zich over langere tijd zal gaan gedragen, zal in de komende tijd worden gemonitord bij Millvision. Eerste reactie van publiek, tijdens een vergadering met Raad van Advies, is positief. Een eerste indicatie aanschafprijs voor dit prototype meubilair leert, dat deze in de toekomst mogelijk nog scherper kan worden gesteld door assemblage uit te besteden en grootschaligere productie.

Tevens heeft het onderzoek geleerd, dat niet elke natuurvezel zomaar kan worden ingezet. Bastvezels van vezelgewassen hebben de neiging om te gaan kluwen indien deze worden verkleind. De bastvezel zou mogelijk als versterkend filament mee kunnen worden getrokken in een profiel om zo nog betere mechanische eigenschappen te verkrijgen.

Met name de houtige fractie van hennep geeft goede resultaten in een bio composiet receptuur. Deze is qua mechanische eigenschappen vergelijkbaar met een houtgevuld composiet. De houtige fractie van vlas, de zogenaamde lemen, heeft als nadeel dat deze nog deels bastvezel bevat welke tijdens verkleinen gaat kluwen.

Tot slot hebben agroreststromen het nadeel dat deze relatief veel water bevatten in vergelijking met vezelgewassen, zoals vlas, hennep en Miscanthus. Doordat water storend werkt tijdens compouderen, zullen deze vezels eerst moeten worden gedroogd, wat extra droogkosten met zich meebrengt.

Inzet van bio polymeren voor buitenapplicaties lijkt nog wel een uitdaging te zijn. Door de aanwezige vezels, welke als rietjes kunnen fungeren, blijkt het bio composiet gevoelig te zijn voor water waardoor de composiet structuur gaat uitzetten en daardoor verzwakt.

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu