

Biologische duurzaamheid van hout-polymeergecomposites

Nele Defoirdt¹, Soetkin Gardin², Joris Van Acker³

¹ Universiteit Gent, Laboratorium voor Houttechnologie, Coupure links 653, 9000 Gent, e-mail: Nele.Defoirdt@UGent.be

² e-mail: Soetkin.Gardin@UGent.be

³ Universiteit Gent, Laboratorium voor Houttechnologie, Coupure links 653, 9000 Gent, e-mail: Joris.Vanacker@UGent.be

Kernwoorden: WPC, hout-polymeergecomposites, 'Wood-Plastic Composites', vochtgedrag, biologische duurzaamheid

SAMENVATTING

De laatste decennia is een nieuw product gebaseerd op zowel hout als plastic op de markt verschenen. Daar waar hout onder invloed van vocht niet alleen zwelt en krimpt maar ook nog gevoelig is voor houtrot is plastic minder stabiel onder invloed van wisselende omgevingstemperaturen. De extrusieproducten op basis van polyethyleen (HDPE), polypropyleen (PP) of polyvinylchloride (PVC) en houtmeel vinden vooral hun toepassing in buitenterrasvloeren als alternatief voor duurzame tropische houtsoorten. Op deze manier komt hout uit onze bossen ook in aanmerking voor deze toepassing. Toch blijft de vraag of enkel door beide componenten samen te brengen alle risico op biodegradatie wordt uitgesloten. In dit onderzoek werden een reeks producten die aanwezig zijn op onze markt onderworpen aan verschillende regimes om aldus te achterhalen in welke mate het houtvocht beneden de gevaarzone voor biologische aantasting blijft. Deze 'wood-plastic composites' scoren in dit verband aanzienlijk beter dan traditionele houtcomposieten zoals spaanplaat, MDF of OSB. Het gebruik van composieten op basis van een kunststofmatrix en een ligno-cellulose vulling of vezelmateriaal wordt in een algemene context steeds in vraag gesteld wanneer de eindproducten in buitenomstandigheden of in vochtige omgeving worden gebruikt. Afsluiten of verhinderen van bevochtiging van hout of natuurlijke vezels in composieten is niet alleen een alternatief voor het gebruik van duurzame houtsoorten, maar laat ook toe hernieuwbare grondstoffen te gebruiken in toepassingen waar tot voor kort alleen 'man-made materials' werden voorzien.

INLEIDING

Een WPC ('Wood-Plastic Composite' of 'Wood-Polymer Composite') wordt gedefinieerd als elke combinatie van hout en een thermohardend of thermoplastisch polymeer (Ellis, 2000; Clemons, 2002). Het samenbrengen van deze twee materialen tempert hun zwakheden. In vergelijking met hout is WPC namelijk minder gevoelig voor absorptie, gemakkelijker in een bepaalde vorm te brengen en heeft het minder onderhoud nodig. Vergeleken met plastic, wordt WPC dan weer stijver en lichter en heeft het minder thermische vervorming. Anderzijds worden andere eigenschappen zwakker. Zo heeft WPC een lagere elasticiteitsmodulus en een hogere dichtheid dan hout en is WPC een anisotroop materiaal dat brosser is dan plastic en bovendien gevoeliger wordt voor kleurveranderingen en vochtname.

WPC's worden vaak onder de vorm van terrasplanken gebruikt. Mensen verkiezen WPC boven hout omdat de kleur stabiel is, geen behandeling nodig is om aantasting door micro-organismen of insecten te voorkomen en WPC makkelijk schoon te maken is. Verder splintert het niet en is het makkelijk te installeren (Mankowski *et al.*, 2005; Manning *et al.*, 2006). In

Amerika wordt WPC gepromoot als goedkoop alternatief voor verduurzaamd hout dat bovendien gemaakt wordt uit gerecycleerde materialen. Daarom is WPC daar goedkoper dan in Europa, waar met hernieuwbare, nieuwe grondstoffen een hoog technologisch product met specifieke eigenschappen aangeprezen wordt als alternatief voor tropisch hardhout. De prijzen variëren van 0.5 tot 1.5 keer de prijs van terrasplanken uit de beste tropische hardhoutsoorten.

Bij de introductie van WPC werd aangenomen dat de houtpartikels volledig door plastic omsloten zijn en zo geen vocht- of aantastingsproblemen kunnen hebben. Deze hypothese is inmiddels verworpen gezien WPC zowel in labo-omstandigheden als in buitentoepassingen door schimmels werd aangetast (Morris & Cooper, 1998; Mankowski & Morrell, 2000; Mankowski *et al.*, 2005; Manning *et al.*, 2006), vooral wanneer het aandeel ligno-cellulosevezels aanzienlijk is. Schimmelaantasting is onlosmakelijk verbonden met het vochtgehalte in de houtdeeltjes. Algemeen wordt aangenomen dat houtafbrekende schimmels hout enkel aantasten wanneer het een vochtgehalte boven 20% heeft. Daarom wordt in deze studie eerst nagegaan of deze grens in WPC overschreden wordt en of het vochtgedrag (hoeveelheid en snelheid van absorptie) analoog is aan dat van plaatmaterialen. Wanneer dit het geval is, kunnen de normen voor plaatmaterialen zonder aanpassingen overgenomen worden voor het testen van de biologische duurzaamheid van WPC, maar bij een significant verschil in vochtgedrag, moeten specifieke normen voor dit composietmateriaal opgesteld worden en is het gebruik van de normen voor plaatmaterialen niet gerechtvaardigd.

Als eerste indicatie naar schimmelgevoeligheid toe zijn verweerde en onverweerde stalen in een 'fungal control unit' (FCU) geplaatst, wat toelaat na te gaan of in de lucht aanwezige schimmelsporen zich op het WPC-materiaal kunnen vestigen en ontwikkelen.

MATERIAAL

Hoewel onderzoekers vaak zelf WPC's ontwikkelen en hun eigenschappen in literatuur rapporteren, is dit materiaal al decennialang op de markt als terrasplanken, gevelbekleding, banken, enz. Daarom focust dit onderzoek zich op negen in België gecommmercialiseerde terrasproducten, geproduceerd door zes verschillende firma's. De producten, gecodeerd van A tot I, variëren in profiel type (vol of hol), polymeer (PVC, PE of PP) en houthoeveelheid (50 tot 70%) (Tabel 1). Product B en C verschillen onderling enkel in kleur en product F en G zijn enkel verschillend in de vorm van hun profiel.

Tabel 1: Algemene producteigenschappen van het testmateriaal, zoals aangegeven door de producenten

Code	Profiel type	Polymeer	Houthoeveelheid [%]
A	Hol	PVC	50 (naaldhout)
B	Vol	PE	50-60 (gerecycleerd hout)
C	Vol	PE	50-60 (gerecycleerd hout)
D	Hol	PP	70 (naaldhout)
E	Hol	PE	65 (naaldhout)
F	Hol	PE	± 70
G	Hol	PE	± 70
H	Vol	PE	70
I	Hol	PVC	50

De dimensies van de teststalen, hun oorspronkelijke locatie in de plank en het aantal herhalingen zijn weergegeven in Tabel 2. Uit deze tabel blijkt ook dat bij de helft van de stalen het oppervlak vlak geschaafd is om de invloed van het oppervlaktedesign uit te schakelen. In UVCON en FCU werden enkel producten A, B, D, E, F en H getest, met andere woorden slechts één materiaal per producent. Door een tekort aan materiaal I, werd hiermee geen stoombehandeling en dompeling in ultrasoon bad uitgevoerd (zie verder).

Tabel 2: Dimensies, oorspronkelijke locatie in de terrasplank en het aantal herhalingen voor elke testmethoden

Testmethode	Lengte [cm]	Breedte [cm]	Dikte [cm]	Locatie + oppervlak	Herhalingen
DVS	0.5	0.5	0.5*	Centraal	1
Andere sorptietesten (zie verder)	5	5	0.5*	<ul style="list-style-type: none"> • Bovenkant • Bovenkant, geschaafd • Onderkant • Onderkant, geschaafd 	3 3 3 3
UVCON en/of FCU	32	7	0.5*	<ul style="list-style-type: none"> • Bovenkant • Bovenkant, geschaafd 	3 3

* Bij materiaal A was 0.5 cm dikte niet mogelijk en werd met 0.35 cm gewerkt.

Om na te gaan of WPC een plaats in het gamma van bouwmaterialen zou kunnen hebben, zijn stalen van courante vezelplaat, multiplex, MDF en OSB als referentiematerialen in de testen opgenomen. De originele plaatdikte werd behouden, maar lengte en breedte waren steeds dezelfde als de WPC-stalen.

METHODEN

Deeltjesgrootte van de houtpartikels

Niet alle producteigenschappen zijn (nauwkeurig) gepubliceerd en bovendien zijn deze ook moeilijk te bepalen. Zo is een eenvoudige manier om het houtgehalte vast te stellen nog niet beschikbaar en zijn de toegevoegde additieven (UV-stabilisatoren, pigmenten, weekmakers,...) in dit onderzoek niet geïdentificeerd. Informatie over de deeltjesgrootte is eveneens niet beschikbaar, maar kan een significante invloed hebben op het vochtgehalte en schimmelaantastingen. De deeltjesgrootte automatisch opmeten op CT-scans was moeilijk, waardoor beslist werd enkel de tien grootste deeltjes manueel opgemeten. Het was immers niet de bedoeling de exacte grootte(verdeling) van de partikels te weten, maar enkel een objectieve maat voor de deeltjesgrootte te kunnen bepalen.

Bepalen van het vochtgedrag

Het vochtgedrag van de materialen werd bepaald door verschillende bevochtigingsmethoden toe te passen, die variëren in duur (20 min tot drie weken), temperatuur (20 tot 120°C) en de eigenlijke bevochtigingsvorm (damp/stoom, water). Deze methoden simuleren mogelijke reële situaties en/of zorgen voor een versnelde vochtopname. Bij de testen wordt de massaverandering en diktezweel opgemeten. De coëfficiënt voor dimensionele verandering kan vervolgens berekend worden als de diktezweel per procent massaverandering, beschouwd over de ganse testperiode.

Impact van vochtige lucht

Een DVS-toestel ('Dynamic Vapour Sorption') kan zeer nauwkeurig de massaverandering van een staal door sorptie en desorptie bij variërende luchtvochtigheid (RH) waarnemen. De staaltjes ondergingen een cyclus met drie fasen, terwijl de temperatuur constant op 25 °C werd gehouden. In de eerste fase kon het staal drogen bij 0% RH tot de massa minder dan 0.002g/s veranderde of tot vier uren verstreken waren. Vervolgens werd de RH elk uur met 10% verhoogd en na één uur bij 90% RH, nam de RH elk uur weer 10% af. Ten slotte was de RH de laatste 4u 0%. De massa van het staal werd gedurende deze cyclus elke minuut geregistreerd.

Stoombehandeling

Stalen werden gedurende 20 minuten in een autoclaaf bij 120 °C en 1 bar behandeld. Hiervoor werden de stalen, per product en van elkaar gescheiden door roestvrije roosters, in een vat geplaatst. Bovendien was de afstand tussen het onderste staal en de bodem ongeveer 2 cm om te

voorkomen dat de stalen ondergedompeld werden als water in de vaten zou verzamelen. Voor en na deze behandeling is de dikte en de massa van de stalen opgemeten.

Contact met een vochtig materiaal in een vochtige omgeving ('contactproef')

Om een warme en vochtige omgeving en contact met een nat voorwerp te combineren, zijn stalen in een natte badhanddoek gewikkeld en twee weken in een gesloten plastic zak in een oven bij 70 °C gelegd. Opnieuw werd massa en dikte bepaald voor en na de test.

Dompelen in water bij kamertemperatuur en in warm water ('koud bad' en 'warm bad')

Stalen, van elkaar en de bodem gescheiden door roestvrije roosters, werden per product in vaten gevuld met water op kamertemperatuur geplaatst. Dikte en massa werden opgemeten na 1, 2, 3, 7, 14 en 21 dagen om voor elk materiaal een sorptiecurve te kunnen bepalen. Een parallelle, maar afgesloten proefopzet werd in een oven bij 70 °C geplaatst en op dezelfde manier geëvalueerd.

Dompelen in een ultrasoon warm bad

Ultrasone baden creëren kleine schokgolven die een borstelend effect hebben op ondergedompeelde voorwerpen en zijn gekend als poetstoestel voor labo-materiaal. Om dit effect op WPC te evalueren, zijn stalen random, maar van elkaar gescheiden door roestvrije roosters, in dergelijk toestel gedompeld. De frequentie werd op 40kHz ingesteld en de watertemperatuur steeg gedurende de eerste 90 min tot 90 °C en werd dan 90 min op 90 °C gehouden. Opnieuw werden voor en na de behandeling massa en dikte van de stalen vastgesteld.

Beoordeling van de schimmelgevoeligheid

De helft van de stalen werd vooraf gedurende zes weken verweerd in een UVCON verwerkingstoestel. In de FCU passeert een mist eerst over een compartiment waarvan de bodem met een sporensuspensie van oppervlakte- en blauwschimmels is overgoten en condenseert vervolgens tegen de teststalen. Uiteraard kan de mist ook sporen bevatten die in de lucht aanwezig zijn. Op regelmatige tijdstippen werd het percentage door schimmels begroeide oppervlakte met het blote oog en met behulp van een lichtmicroscopie geschat. Na 40 dagen werden met plakband schimmels van de niet verweerde stalen verwijderd en werden deze preparaten tot op het niveau van geslacht gedetermineerd.

RESULTATEN EN DISCUSSIE

Deeltjesgrootte van de houtpartikels

Het gemiddelde, de standaardafwijking, minimum-, mediaan- en maximumwaarden van de doorsnede van de tien grootste houtpartikels zijn weergegeven in Tabel 3. Bepaalde producten hebben een standaard afwijking die tot 90% van de gemiddelde waarde bedraagt. Zoals ook macroscopisch zichtbaar is, is er een significant verschil in de deeltjesgrootte: de grootste partikels variëren gemiddeld van 0.05 tot 0.47 mm². Terwijl de deeltjes in materiaal D significant groter zijn dan in andere materialen, zijn deze in materiaal I net kleiner dan in alle andere, al is het verschil met materiaal A klein.

Hier wordt echter ook duidelijk dat het moeilijk wordt het vochtgedrag of andere eigenschappen toe te schrijven aan één enkele productparameter. Het materiaal met de grootste deeltjes (nl. D) is net ook het materiaal met PP en behoort tot de producten met het hoogste houtgehalte. Anderzijds zijn de materialen met de kleinste partikels (A en I) net de materialen met PVC en hebben zijn het laagste houtgehalte. De invloeden van de parameters los van elkaar beschouwen wordt dus moeilijk.

Materialen B, C en F zijn statistisch niet significant verschillend, wat ook geldt voor producten E en G. Hoewel de producten F en G volgens de producent dezelfde samenstelling zou hebben,

blijken de partikels in materiaal G kleiner te zijn dan deze in materiaal F, wat de eigenschappen natuurlijk kan beïnvloeden.

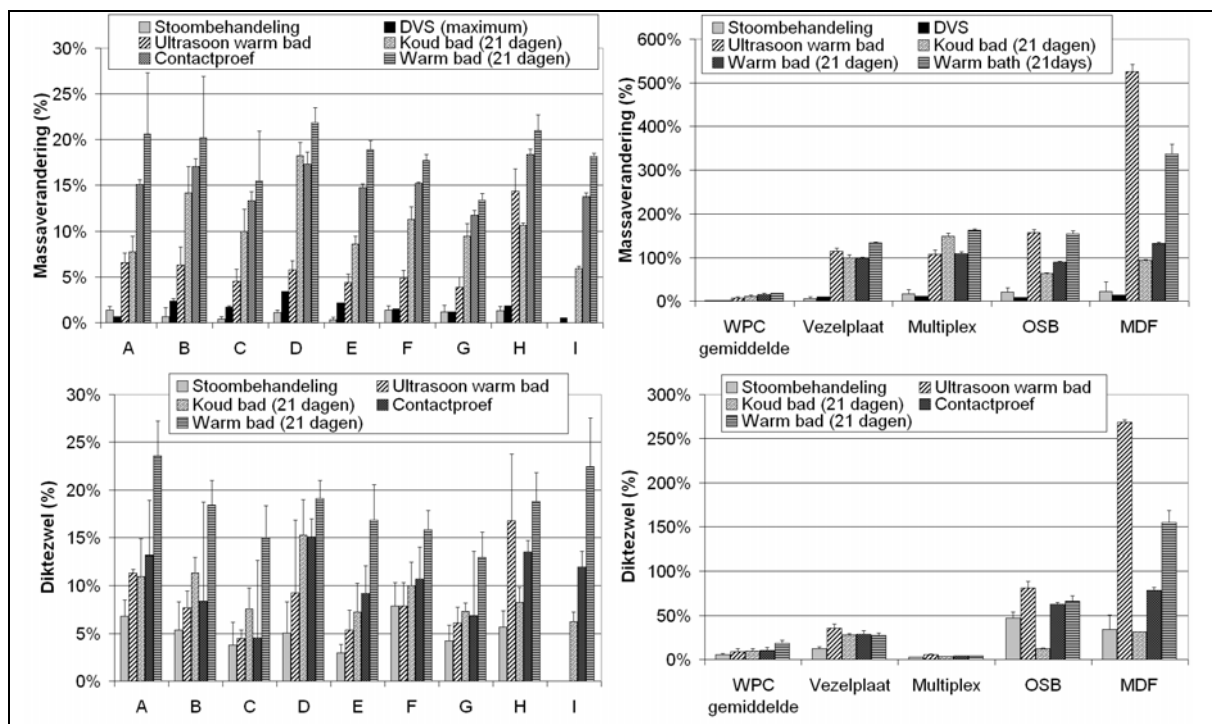
Tabel 3: Gemiddelde, standaard afwijking, minimum, mediaan en maximum doorsnede van de tien grootste houtpartikels [mm²]

Product	Gemiddelde	Standaard afwijking	Minimum	Mediaan	Maximum
D	0.47	0.26	0.08	0.47	1.16
F	0.24	0.20	0.06	0.18	0.94
B	0.23	0.21	0.07	0.16	0.95
C	0.19	0.12	0.07	0.15	0.59
H	0.14	0.06	0.05	0.14	0.38
G	0.10	0.03	0.05	0.11	0.15
E	0.10	0.04	0.04	0.08	0.24
A	0.06	0.02	0.02	0.05	0.14
I	0.05	0.03	0.02	0.05	0.12

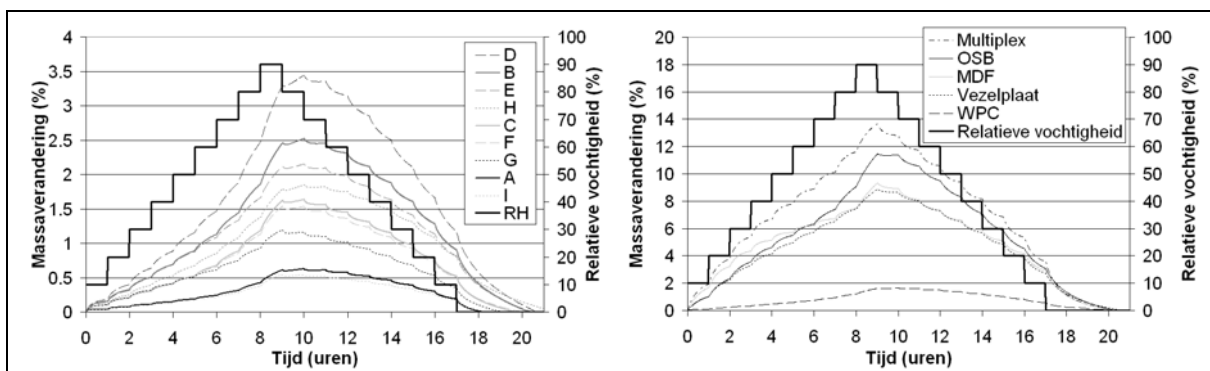
Bepalen van het vochtgedrag

Vooreerst moet opgemerkt worden dat de standaardafwijking van de diktezweel groter is dan deze van de massaveranderingen omdat het moeilijk is om de dikte steeds op exact dezelfde plaats te meten. De verschillen tussen stalen uit de boven- en onderkant van de planken en tussen geschaafde en niet geschaafde materialen waren in de meeste gevallen minimaal, waardoor verder geen onderscheid meer gemaakt zal worden tussen deze stalen.

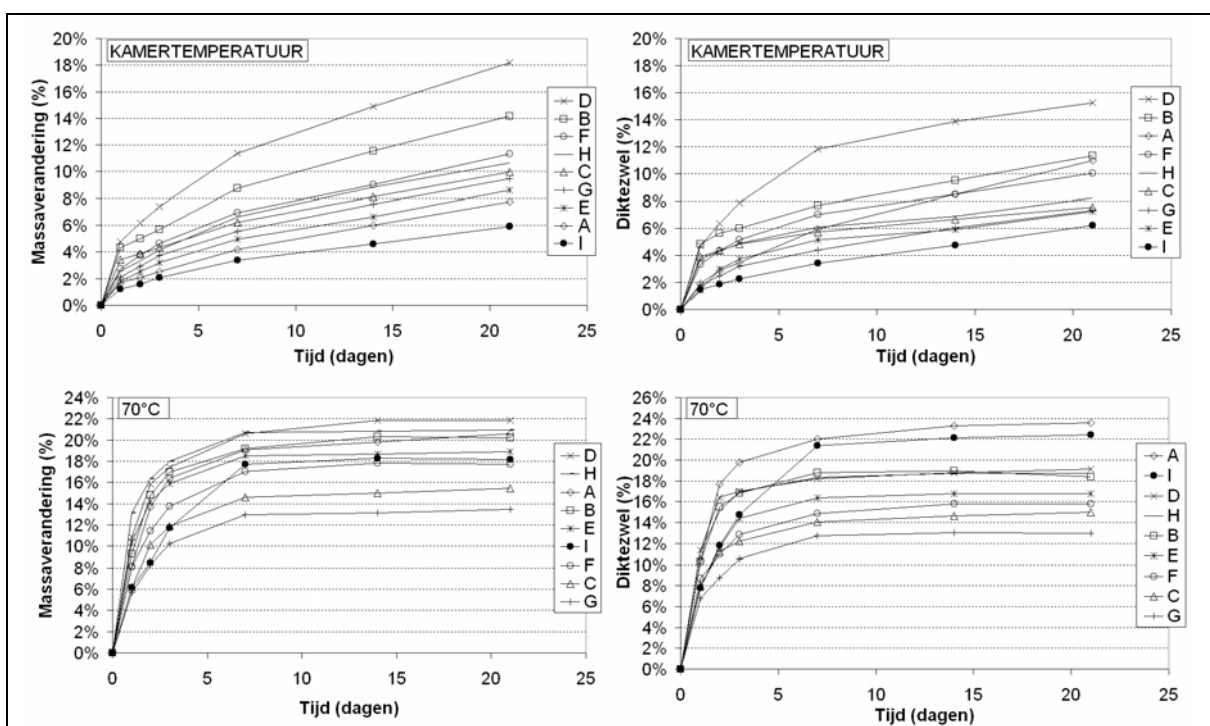
In Figuur 1 worden de maximale massa- en dikteveranderingen door de verschillende bevochtigingsmethodes weergegeven. Figuur 2 toont het vochtgehalte gedurende de variërende RH-cyclus bij DVS-analyse en in Figuur 3 geven de sorptiecurven van de dompeltests een beeld van de sorptiesnelheid en de diktezweel gedurende de dompelperiodes.



Figuur 1: Massaveranderingen diktezweel door sorptie als gevolg van verschillende bevochtigingsmethodes (voor stoombehandeling en ultrasoon bad zijn geen resultaten voor I)



Figuur 2: Sorptiecurves van WPC en de referentiematerialen gedurende de DVS-analyse



Figuur 3: Sorptiecurves en diktezwell veroorzaakt door onderdompeling in water bij kamertemperatuur en bij 70 °C

Uit de resultaten blijkt duidelijk dat er geen volledige inkapseling van de houtdeeltjes is. (Klyosov, 2007) beschouwt WPC als een poreus materiaal. De porositeit kan volgen uit een gebrekkige adhesie tussen hout en polymeer, maar ook het polymeer zelf kan poreus zijn wanneer bij hoge temperatuur ligno-cellulosevezels en andere additieven toegevoegd worden. Plastic ondergaat volgens de auteur een merkbare degradatie of polymerisatie die leidt tot volatiele organische componenten. Deze VOC's kunnen, eventueel samen met stoom tengevolge de opwarming van resterend vocht in de cellulosevezels, het materiaal lichtjes doen schuimen wat resulteert in een porositeit die moeilijk contoleerbaar is. Deze porositeit en de gebrekkige inkapseling resulteren in smalle kanaaltjes die fungeren als toegangswegen voor vocht.

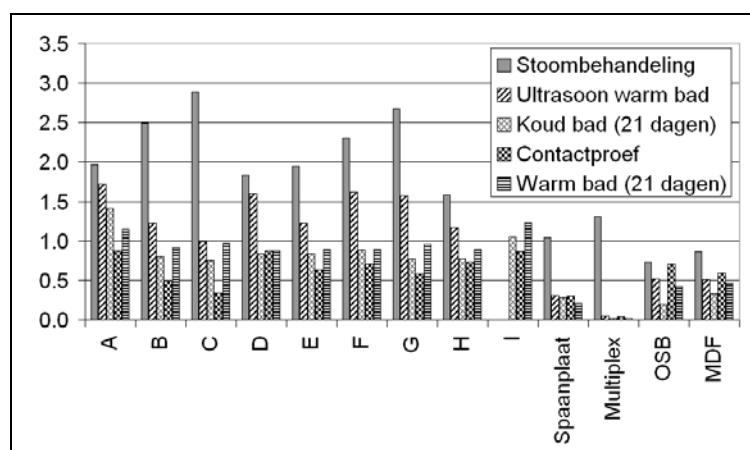
De vochtopname is uiteraard afhankelijk van de gebruikte bevochtigingsmethode. In literatuur worden vooral data voor onderdompeling in water bij kamertemperatuur vermeld. Klyosov (2007) constateert dat WPC-terrasplanken bij dompelen typisch 0.7 tot 2% vocht absorberen na 24u, 1-5% na een week en tot 18-22% na enkele maanden. De resultaten in deze studie geven na een dag en een week dompelen een hogere sorptie aan (Figuur 3). De duur van de absorptie is een belangrijke factor. Gemiddeld een kwart van de finale massaverandering van WPC gebeurt

in de eerste 24u en in diezelfde periode is de diktezwel al 32% van de waarde na 21 dagen. In warm water gebeurt de vochtopname en de diktezwel vlugger. Na één dag werd 46% en na twee dagen twee derden van de finale massaverandering waargenomen. Na één, respectievelijk twee dagen in warm water werd 51 en 73% van de finale diktezwel bereikt. Bovendien leken de stalen na 21 dagen in warm water hun evenwichtsvochtgehalte te naderen.

De vochtopname is eveneens afhankelijk van de vorm van de stalen, meer bepaald de oppervlakte-volumeverhouding. (Wang & Morrell, 2004) vonden dat bij Trex, een Amerikaans WPC product, na 190 dagen dompelen slechts 1% vocht in de kern (15-18mm diepte) van de planken zat, terwijl het vochtgehalte in de buitenste 5 mm tot 25% steeg. Daarom werden in deze studie geen volledige profielen gebruikt, zoals bij bovenvermelde studie van Klyosov, maar werden 5 mm dikke stalen uit de planken gezaagd. Bovendien hadden alle stalen op die manier dezelfde oppervlakte-volumeverhouding.

Alle WPC materialen, met uitzondering van D, nemen meer vocht op bij dompeling in warm water en bij de contactproef, terwijl ze bij alle andere testen minder vocht opnemen. Het maximale vochtgehalte, bereikt bij warm dompelen, is voor WPC gemiddeld $18 \pm 3\%$ wat ongeveer 11 keer lager is dan voor de referentiematerialen.

De diktezwel is eveneens afhankelijk van de bevochtigingsmethode en de grootste zwel wordt ook bij de warme dompelproef bereikt. WPC zwelt daarbij gemiddeld $18 \pm 3\%$, 3 tot 9 keer minder dan de referentiematerialen, met uitzondering van multiplex dat een zeer geringere zwel kent (2.5 tot 5%). The coëfficiënt voor dimensionele stabiliteit voor multiplex is 33 keer kleiner dan het gemiddelde voor WPC (Figuur 4), die drie keer de gemiddelde coëfficiënt voor de andere referentiematerialen is. De gemiddelde coëfficiënt voor dimensionele stabiliteit voor massief hout (met een vochtgehalte tussen 6 en 14%) in radiale richting varieert rond 0.15 (Forest Products Laboratory, 1999). Hoewel de bevochtigingsmethode hier niet is vermeld, moet opgemerkt worden dat deze waarde aanzienlijk kleiner is. De coëfficiënten van materialen gebaseerd op PVC zijn, behalve bij de stoombehandeling, steeds hoger dan deze van de andere materialen. De hoge coëfficiënt bij stoombehandeling kan het gevolg zijn van vocht in de stalen dat gedurende de behandeling omgezet wordt in stoom en de structuur open duwt wanneer het uit het monster ontsnapt.



Figuur 4: Coëfficiënten voor dimensionele stabiliteit, berekend over de ganse testperiode

De vergelijking van de verschillende materialen onderling leidt bij elke bevochtigingsmethode tot andere rangschikkingen. Materiaal A heeft bijvoorbeeld de minste absorptie in de DVS-analyse en gedurende de dompeling in water op kamertemperatuur, maar bij alle andere testen behoort A tot de materialen met de meeste absorptie. Omdat deze laatste testen bij een hogere

temperatuur uitgevoerd worden, is het mogelijk dat de temperatuur het materiaal zo beïnvloedt dat meer sorptie mogelijk wordt.

Bij de materialen op basis van PVC absorbeert en zwelt product A meer dan I en aangezien ze beiden 50% hout bevatten, kunnen de grotere partikels in A dit verklaren.

Wanneer de materialen meerdere uren vocht kunnen absorberen, is materiaal D altijd een van de meest absorberende materialen. Zoals eerder vermeld, kan dit niet aan één bepaalde producteigenschap toegeschreven worden.

Hoewel materialen B en C volgens de producent enkel in kleur verschillen, vertonen deze een significant verschil in vochtgedrag. Hetzelfde geldt voor producten F en G die enkel in profielvorm zouden verschillen. Van de drie materialen op basis van PE die ongeveer 70% hout bevatten, i.e. F, H en G, neemt G steeds het minste vocht op. Dit kan verklaard worden door de kleinere partikelgrootte, al is het verschil met materiaal H niet zo groot.

Hoewel bekend is dat een hoger houtgehalte en grotere partikels resulteren in meer sorptie en diktezweel (Ibach *et al.*, 2001), is er relatief weinig verschil in deze materialen en springt geen enkel materiaal eruit als significant beter of slechter. Blijkbaar kunnen deze materialen ondanks hun verschil in samenstelling toch een gelijkaardig vochtgedrag hebben.

De verschillende testmethodes werden enerzijds uitgevoerd als ‘worst case’ scenario’s van realistische gebruikssituaties. Bij een verkeerde installatie kan bijvoorbeeld de ventilatie beperkt zijn, wat door de DVS-analyse gesimuleerd wordt. Uit de resultaten kan men afleiden dat dit geen significante problemen zou veroorzaken. Wanneer echter door een verkeerde installatie water op het terras blijft staan, wat onderdompeling van het materiaal inhoudt, en deze situatie enkele weken blijft duren, kan de massa 5 tot meer dan 20% toenemen en is ook een diktezweel van 5% mogelijk. Ten slotte kan een natte stof, bijvoorbeeld een natte mat, op een WPC-terras vochtproblemen veroorzaken. De hogere temperaturen bij deze testen zijn wellicht onrealistisch, maar worden toegepast om de absorptie te versnellen.

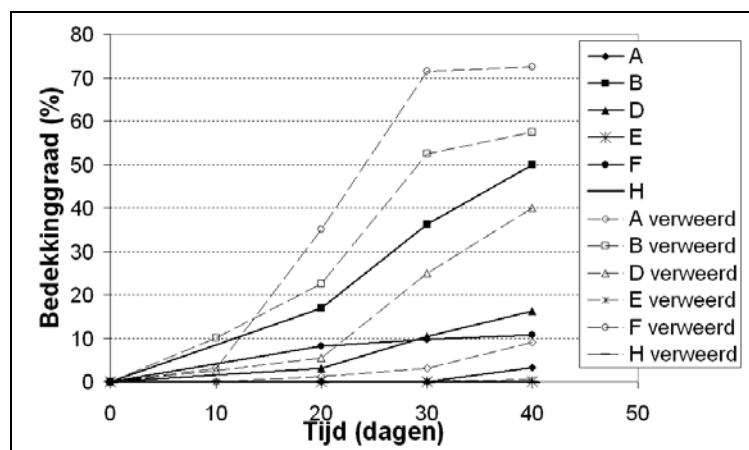
Vochtsorptie kan niet enkel vervorming, zweel en welving veroorzaken, maar ook schimmels kunnen zich ontwikkelen. Het risico op schimmelaantasting wordt onder meer bepaald door het vochtgehalte en de duur van deze vochtigheid, de zogenaamde ‘time of wetness’. Algemeen wordt aangenomen dat hout met een vochtgehalte onder 20% niet aangetast kan worden. Aangezien polymeren geen of enkel verwaarloosbare hoeveelheden vocht opnemen (Manning *et al.* 2006), zou WPC met respectievelijk 50 tot 70 % hout een vochtgehalte van 10 tot 14% moeten overschrijden om schimmelmoei te kunnen initiëren. Uit de analyses in deze studie blijkt dat dergelijke vochtgehalten bereikt worden bij gedompelde stalen en dit zal zeker zo zijn in de toplagen van de stalen. Dompelen in koud water moet echter meerdere weken duren, terwijl het dompelen in water bij 70° al na minder dan een week vochtgehaltenes boven de limiet voor schimmelmoei oplevert.

Deze testresultaten kunnen anderzijds gebruikt worden bij de ontwikkeling van normen voor het testen van de biologische duurzaamheid van deze materialen. Tot nu toe verwijzen de normen voor WPC naar testen die zijn ontwikkeld voor hout, houten plaatmaterialen of plastics (Mankowski *et al.*, 2005; CEN/TS 15534-1, 2006) en is geen test methodiek specifiek voor composietmaterialen ontwikkeld. Uit deze studie blijkt echter duidelijk dat WPC-materialen, vergeleken met plaatmaterialen, een significant verschillend vochtgedrag hebben. Omdat stalen bij het uitvoeren van die bestaande normen, door de korte duur van de tests onvoldoende vocht kunnen opnemen, pleiten Clemons *et al.* (2004) voor een voorbehandeling die het vochtgehalte al nabij het vezelverzadigingspunt moet brengen. De stalen gedurende minstens één week in water bij 70°C onderdompelen lijkt uit deze studie de meest effectieve, vlugste en eenvoudigste manier om stalen te bevochtigen als voorbehandeling voor een schimmeltest.

De menging van houtpartikels met een polymeer maakt WPC dus een duurzaam product omdat het hout moeilijk en traag vocht kan opnemen. De tijd die nodig is vóór er voldoende vocht in de composieten geraakt, is een zeer belangrijke factor in de bepaling van de duurzaamheid en levensduur van WPC (Van Acker, 2006).

Beoordeling van de schimmelgevoeligheid

De meeste WPC-materialen in de FCU vertoonden verkleuring door beschimmelings, die na 40 dagen tot 50% van het oppervlak besloeg (Figuur 5).



Figuur 5: Bedekkingsgraad bij beoordeling van niet verweerde en verweerde stalen in de FCU

De ingeschatte bedekkingsgraad toont een significant verschil tussen niet verweerde en verweerde stalen. Bij verweerde stalen werd vroeger schimmelgroei waargenomen en breidde deze begroeiing vlugger uit. Tussen geschaafde en ongeschaafde stalen was geen algemeen significant verschil waar te nemen. Bepaalde materialen leken meer te beschimmelen als ze geschaafd waren, wellicht omdat meer houtdeeltjes bereikbaar waren. Andere materialen vertoonden net meer schimmelgroei op niet geschaafde materialen wat erop wijst dat schimmelsporen zich soms makkelijker tussen de groeven aan het oppervlak konden vestigen door het ruwe oppervlak. De bedekkingsgraad kan niet gekoppeld worden aan de resultaten van het vochtgedrag. Hoewel product H bij alle bevochtigingsmethoden relatief veel vocht opneemt, kon immers met lichtmicroscopie geen schimmelgroei gedetecteerd worden. Bij het nemen van preparaten werden echter wel sporen en hyfen waargenomen. Enkel op materiaal E werden op de onverweerde stalen geen sporen van schimmels waargenomen. De geïdentificeerde schimmelgeslachten worden voor elk product weergegeven in Tabel 5.

Tabel 4: Geïdentificeerde schimmelgeslachten per materiaal, aanwezig op niet verweerde stalen

	A	B	D	E	F	H
<i>Chaetomium</i>	X		X		X	
<i>Penicillium</i>	X	X	X		X	
<i>Trichoderma</i>	X	X			X	X
<i>Aureobasidium</i>	X	X				
<i>Aspergillus</i>	X					

CONCLUSIE

WPC is een poreus materiaal dat in dit onderzoek door de strengste bevochtigingsmethode tot 18% vocht kon opnemen en gemiddeld 18% diktezwellen vertoonde. Hoewel de geteste materialen verschillen in hun compositie (polymeer, houtgehalte, partikelgrootte van het houtmeel,...) vertonen ze een gelijkaardig vochtgedrag. WPC kan voldoende vocht opnemen om schimmelgroei toe te laten. Wanneer de biologische duurzaamheid van WPC beoordeeld dient te worden, is het niet correct daarvoor de normen voor hout en houten plaatmaterialen over te nemen aangezien de vochtopname trager plaatsvindt en daardoor in de loop van deze tests de limiet voor schimmelgroei moeilijk kan bereiken. De tijd die nodig is vóór er voldoende vocht in de composieten geraakt en de duur van deze vochtigheid zijn zeer belangrijke factoren in de bepaling van de duurzaamheid en levensduur van WPC en moeten in de normen verwerkt worden. Als voorbehandeling zou minstens één week dompelen in water van 70°C in de testmethodiek opgenomen kunnen worden.

In de FCU konden verschillende schimmels zich op de stalen vestigen. Dit kon vroeger en vlugger indien de stalen verweerd waren. Hoewel de producenten geen fungiciden in deze materialen willen stoppen omwille van het eco-vriendelijk imago, blijkt dat schimmels zich op bepaalde materialen niet of moeilijker kunnen vestigen.

DANKBETUIGING

Wij wensen Neofibra NV, Deceuninck NV, Opti-Wood BVBA/SPRL, eco-Profil NV, Tech-Wood Nederland BV, Plastivan NV en de houthandels Hoebeek en Vercruysse te danken omdat zij het onderzoek op deze WPC-materialen mogelijk maakten.

REFERENTIES

- CEN/TS 15534-1 (2006) Wood-plastics composites (WPC) - Part 1: Test methods for characterisation of WPC materials and products. Brussels, European committee for standardization.
- Clemons, C.M. (2002) Wood-plastic composites in the United States - The interfacing of two industries. *Forest Products Journal*, **52**, 10-18.
- Clemons, C.M. and Ibach, R.E. (2004) Effects of processing method and moisture history on laboratory fungal resistance of wood-HDPE composites. *Forest Products Journal*, **54**, 50-57.
- Ellis, W.D. (2000) Wood-polymer composites: Review of processes and properties. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, **353**, 75-84.
- Forest Products Laboratory (1999) *Wood handbook - Wood as an engineering material*. U.S. Department of agriculture, Forest service, Forest products laboratory, Madison.
- Ibach, R.E., Rowell, R.M., Lange, S.E. and Schumann, R.L. (2001) Effects of wet-dry cycling on the decay properties of aspen fiber high-density polypropylene composites. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Woodfiber-Plastic Composites*, ed. Forest Product Society. Madison, Wisconsin, pp267-270.
- Klyosov, A.A. (2007) *Wood-plastic composites*. John Wiley & Sons, New York.
- Mankowski, M. & Morrell, J.J. (2000) Patterns of fungal attack in wood-plastic composites following exposure in a soil block test. *Wood and Fiber Science*, **32**, 340-345.
- Mankowski, M.E., Ascherl, F.M. & Manning, M.J. (2005) Durability of wood plastic composites relative to natural weathering and preservative treatment with zinc borate. The International Research Group on Wood Protection, April 24-28, Bangalore, India, Document IRG/WP 05-40316.
- Manning, M.J., Ascherl, F.M. & Mankowski, M.E. (2006) Wood-plastic composites and the durability dilemma: Observations from the field. The International Research Group on Wood Protection, June 18-22, Tromsø, Norway, Document IRG/WP 06-40351.
- Morris, P.I. & Cooper, P. (1998) Recycled plastic/wood composite lumber attacked by fungi. *Forest Products Journal*, **48**, 86-88.
- Van Acker, J. (2006) Testing biological durability of wood-plastic composites. The International Research Group on Wood Protection, June 18-22, Tromsø, Norway, Document IRG/WP 06-20347.
- Wang, W.H. & Morrell, J.J. (2004) Water sorption characteristics of two wood-plastic composites. *Forest Products Journal*, **54**, 209-212.