

DKW 15004JB
10 lipca 2015

Charakterystyka materiału TPC





DKW 15004JB

10 lipca 2015

Charakterystyka materiału TPC

© 2015 Kiwa N.V.

Wszelkie prawa zastrzeżone.
Nie wolno powielać, zapisywać
w zautomatyzowanym zbiorze
danych bądź upubliczniać
niniejszego dokumentu
w jakiegokolwiek formie ani
w jakiegokolwiek sposób, czy to
elektronicznie, mechanicznie, w
postaci kserokopii, nagrań,
czy to w jakikolwiek inny sposób
bez uprzedniej, pisemnej
zgody wydawcy.

Kiwa Nederland B.V.

Sir Winston Churchilllaan 273
Postbus 70
2280 AB RIJSWIJK

Tel. 070 414 44 00
Faks 070 414 44 20
info@kiwa.nl
www.kiwa.nl

Informacje

Tytuł	Charakterystyka materiału TPC
Numer projektu	150300594
Osoba kontaktowa	D. Binder
Zleceniodawca	Vive Innovation BV
Autor(zy)	J. Breen

Niniejszy raport nie jest publiczny i udostępnia się go jedynie zleceniobiorcom projektu doradczego / projektu badań związanych z umową. Jego ewentualne dalsze rozpowszechnianie powinno być dokonywane wyłącznie przez samego zleceniodawcę.

Streszczenie

Dla spółki Vive Innovation BV określono właściwości mechaniczne produktów sporządzonych z TPC (Textile Plastic Composite). Produkty te mają zastosowanie między innymi w rusztowaniach, podporach, nadbrzeżach i izolacjach.

Wyniki pomiarów podano w tabeli 1.

Należy przy tym stwierdzić, że rdzenie produktów wykazują powstawanie zagłębień, przez co posiadają niższą siłę i moduł sprężystości. Dla [tego] zastosowania wspomniane powstawanie zagłębień nie stanowi problemu.

Tabela 1 Podsumowanie uzyskanych wyników.

Właściwość	Płyta okrągła	Profil kwadratowy	Deska
Współczynnik gięcia (MPa)	975 ± 75	800 ± 200	1130 ± 20
Siła gięcia (MPa)	10 ± 1	10 ± 2	17 ± 1
Wydłużenie do zerwania przy gięciu	1,8 ± 0,2	2,5 ± 0,1	4,1 ± 0,1
Współczynnik E (MPa)	440 ± 100	610 ± 40	430 ± 100*
Uciąg (MPa)	8,1 ± 1,7	8,3 ± 0,7	3,1 ± 1,1*
Wydłużenie do zerwania	7,4 ± 1,4	6,8 ± 1,1	2,9 ± 0,6*
Absorpcja wody			< 0,5 %
Kurczenie powyżej 100 °C	< 0,3 %		< 0,3 %
Współczynnik rozszerzalności termicznej	$(7\pm 2)\times 10^{-5}$		$(7\pm 2)\times 10^{-5}$
Gęstość (kg/m ³)	1050 ± 10	1060 ± 10	1050 ± 10
Współczynnik kurczliwości (zmniejszenie)	20%		20%

*) próbki z rdzenia o wielu zagłębieniach.

Spis treści

	Streszczenie	1
	Spis treści	2
1	Wstęp	3
2	Część eksperymentalna	4
2.1	Materiały	4
2.2	Pomiary	4
3	Wyniki	8
3.1	Próby zginania	8
3.2	Próby wytrzymałości mechanicznej	9
3.3	Próba spadowa	11
3.4	Rozszerzalność termiczna	12
3.5	Kurczliwość	13
3.6	Absorpcja wody	13
3.7	Gęstość	13
3.8	Pełzanie	13
4	Ewaluacja	15
4.1	Zagłębienia w rdzeniu	15
4.2	Siła	16
4.3	Absorpcja wody	16
4.4	Zachowanie termiczne	16
4.5	Zachowanie zmienne w czasie	16
4.6	Zalecenia	17

1 Wstęp

Spółka Vive Innovation BV dostarcza słupy, belki i deski z recyklowanych tekstyliów oraz materiału z tworzywa sztucznego. Nazwa rynkowa tego materiału to TPC (Textile Plastic Composite). Produkty te mają zastosowanie między innymi w rusztowaniach, podporach, nadbrzeżach i izolacjach.

TPC składa się częściowo z włókien, a częściowo z plastiku (LDPE). Proporcje pomiędzy włóknem a plastikiem można dostosować, wpływając w ten sposób na właściwości oraz jakość materiału w różnych obszarach.

Vive Innovation BV potrzebuje certyfikatu bądź innej formy gwarancji jakości dla tych produktów, w którym określone zostały ich właściwości funkcjonalne oraz spodziewana trwałość.

Zaprezentowane w niniejszym raporcie wyniki pomiarów stanowią podstawę sporządzenia porozumienia bądź certyfikatu Kiwa.

W rozdziale 2 podano badane produkty (profil kwadratowy, słup i deska na rusztowanie) oraz użyte metody testów.

Wyniki pomiarów zaprezentowano w rozdziale 3. Ewaluację wyników znaleźć można w rozdziale 4.

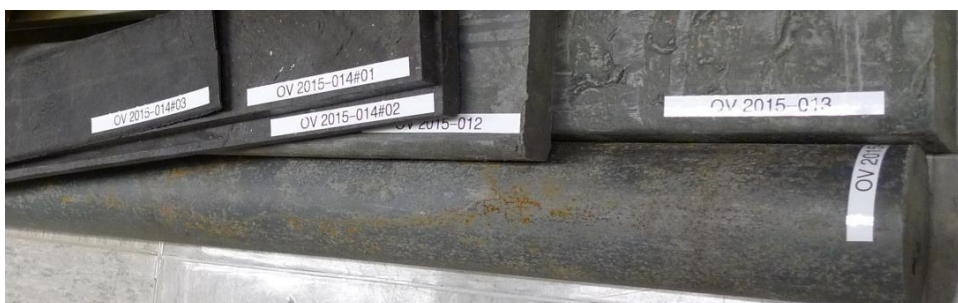
2 Część eksperymentalna

2.1 Materiały

Otrzymane od Vive Innovation BV produkty wymieniono w tabeli 2.1. Produkty do celów związanych z przetwarzaniem w Kiwa wyposażono w kod Kiwa.

Tabela 2.1 Otrzymane produkty.

Produkty	Liczba	Wymiary	Kod Kiwa
Okrągły słup	1	90x2200 mm	OV 2015-011
Profil kwadratowy	1	85x85x2500 mm	OV 2015-013
Deska na rusztowanie	1	38x95x2500 mm	OV 2015-012
Resztka	2	18x86x560 mm	OV 2015-014
	1	9x86x560 mm	



Rys. 2.1 Produkty otrzymane do scharakteryzowania

2.2 Pomiary

Właściwości funkcjonalne do określenia w krótkim czasie to:

- 1 Sztywność, siła i odporność na uderzenia przy wygięciu, najlepiej dla produktu końcowego;
- 2 Sztywność (moduł E), siła oraz odporność na uderzenia przy rozciąganiu dla próbek wykonanych z produktów;
- 3 (Poprzeczne) obciążenie uderzeniowe;
- 4 Kurczenie po podgrzaniu;
- 5 Rozszerzalność termiczna próbek z produktów końcowych.

Pomiary długoterminowe to

- 6 Absorpcja wody;
- 7 Pełzanie przy wygięciu.

Ponadto wnioskowano o określenie wpływu degradacji wskutek działania promieniowania UV. Nie dokonano jednak takiego ustalenia, ponieważ potrzeba tutaj długotrwałego i kosztownego pomiaru, którego należy dokonać jednorazowo dla produktu końcowego. Biorąc pod uwagę skład produktu, można spodziewać się, że degradacja wskutek działania UV nie wykaże wymiernego pogorszenia właściwości mechanicznych, jedynie widoczne odbarwienie. Kwestię tę należy ustalić w swoim czasie.

Pomiary dokonane w celu określenia właściwości podano w tabeli 2.2.

Tabela 2.2 Przegląd dokonanych pomiarów

Właściwość	Norma	Wielkość	Uwagi
Sztywność zginania	ISO 178	Moduł (MPa)	
Siła zgięcia	ISO 178	Siła (MPa)	
Wydłużenie do	ISO 178	Wydłużenie (%)	
Pełzanie przy	ISO 899	Krzywa pełzania	
Moduł E	ISO 527	Moduł (MPa)	
Siła przy rozciąganiu	ISO 527	Siła (MPa)	
Wydłużenie do	ISO 527	Wydłużenie (%)	
Poprzeczne obciążenie		Siła uderzenia	Metoda własna
Rozszerzalność termiczna			Metoda własna
Absorpcja wody			Metoda własna
Gęstość			Metoda własna
Pełzanie	ISO899	Moduł (MPa)	Dostosowana metoda

Próba zginania (ISO 178)



Rys. 2.2 Rozłożenie deski na rusztowanie przy zginaniu trzypunktowym.

Do ugięcia wybrano długość rozłożenia 800 mm (zob. rys. 2.2).
 Prędkość, z którą naciskano, to 50 mm/min przy temperaturze 23 °C oraz wilgotności względnej 50%.
 Moduł oblicza się na podstawie poniższych równań.

$$\frac{F}{\delta} = \frac{48 \times E \times I}{L^3}$$

$$I_{\text{prostokąt}} = \frac{1}{12} \times b \times d^3$$

przy czym F oznacza siłę, δ ugięcie, E moduł, I moment ugięcia, L długość przyłożenia, b szerokość, zaś d grubość próbki.

$$I_{\text{półokrąg}} = \frac{9 \times \pi^2 - 64}{72 \times \pi} \times r^4 \approx 0,1098 \times r^4$$

przy czym r oznacza promień próbki.

Siłę zgięcia oblicza się według:

$$\delta_{\text{zgięcia}} = \frac{F_{\text{zerw}} \times L \times y}{8 \times I}$$

przy czym F_{zerw} to siła przy zerwaniu, y uzyskuje się poprzez:

$$y_{\text{prostokąt}} = d/2$$

$$y_{\text{półokrąg}} = (4xr)/(3x\pi)$$

Próba zginania (ISO 527)

Serię 5 drążków próbnych do próby zginania przedstawiono na rysunku 2.3.



Rys. 2.3 Drążki do rozciągania według normy ISO 527-2 uzyskano z deski

na rusztowanie. Próby wytrzymałości mechanicznej wykonano przy prędkości

rozciągania 50 mm/min, przy temperaturze 23 °C oraz wilgotności względnej 50%.

(Poprzeczne) obciążenie uderzeniowe;

Na końcu okrągłego słupa oraz profilu kwadratowego wykonano próby spadkowe w temperaturze pokojowej z ciężarem 12,5 kg. Zastosowane wysokości spadku to: 1, 1,5 oraz 1,8 m. Średnica używanego ciężaru upadkowego to 50 mm.

Rozszerzalność termiczna

Rozszerzalność termiczną określono na prostokątnych próbkach (150x15x3 mm), które uzyskano ze słupa oraz z deski. Rozszerzenie długości zmierzono przy prędkości podgrzewania 1 °C/min w odstępie temperatury pomiędzy 20 a 100 °C.

Kurczliwość

Zmianę długości niektórych próbek (zob. rozszerzalność termiczna) zmierzono po podgrzaniu do 100 °C.

Absorpcja wody

Absorpcję wody określono poprzez zanurzenie w wodzie na czas 48 godzin próbki o wymiarach 190x90x5 mm odpilowanej z deski, przy czym ustalono, że w tym czasie nie nastąpiło zwiększenie ciężaru.

Następnie próbkę wysuszono w zwiększonej temperaturze. Ze zmierzonej utraty ciężaru ustalono absorpcję wody.

Gęstość

Gęstość okrągłego słupa, deski oraz profilu kwadratowego określono poprzez zważenie oraz używając objętości określonej na podstawie zmierzenia wymiarów.

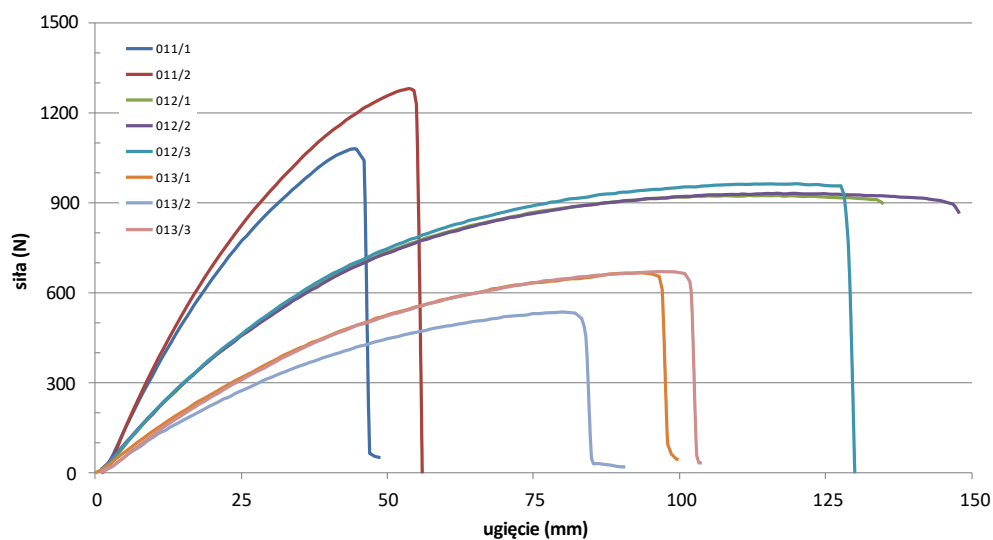
Pełzanie

Rozszerzalność termiczną określono na prostokątnych próbkach (150x15x3 mm), które uzyskano ze słupa oraz z deski. Próbki te podgrzewano z prędkością 1 °C/min do temperatury 100 °C a następnie studzono z tą samą prędkością.

3 Wyniki

3.1 Próby zginania

Wyniki pomiaru prób zginania przedstawiono w postaci graficznej na rysunku 3.1.



Rys. 3.1 Siła a ugięcie dla badanych produktów (zob. tabela 3.1).

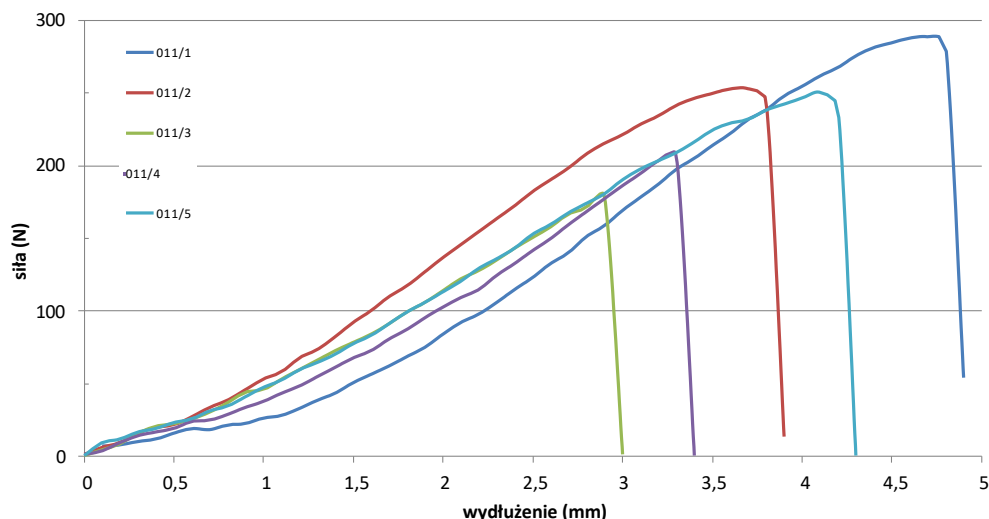
Wyniki dla poszczególnych, mierzonych próbek podano w tabeli 3.1.

Tabela 3.1 Zestawienie pomiarów ugięcia; E_{ini} : moduł ugięcia uzyskany z początkowego nachylenia; σ_{zerw} : siła zgięcia; ϵ_{zerw} : wydłużenie do zerwania.

Próbka	E_{ini} (MPa)	σ_{zerw} (MPa)	ϵ_{zerw} (%)	Uwagi
2015-011/1	900	10	1,6	Półokrągły słup
2015-011/2	1050	11	1,9	Półokrągły słup
2015-012/1	1150	17	4,1	Deska; piłowana na szerokość
2015-012/2	1100	17	4,1	Deska; piłowana na szerokość
2015-012/3	1150	18	4,2	Deska; piłowana na szerokość
2015-013/1	900	11	2,5	Kwadrat; najwyższa warstwa (3 cm)
2015-013/2	600	8	2,4	Kwadrat; średnia warstwa (3 cm)
2015-013/3	900	11	2,6	Kwadrat; najniższa warstwa (3 cm)

3.2 Próby wytrzymałości mechanicznej

Wyniki pomiaru prób wytrzymałości mechanicznej przedstawiono w postaci graficznej na rysunkach 3.2-3.4.



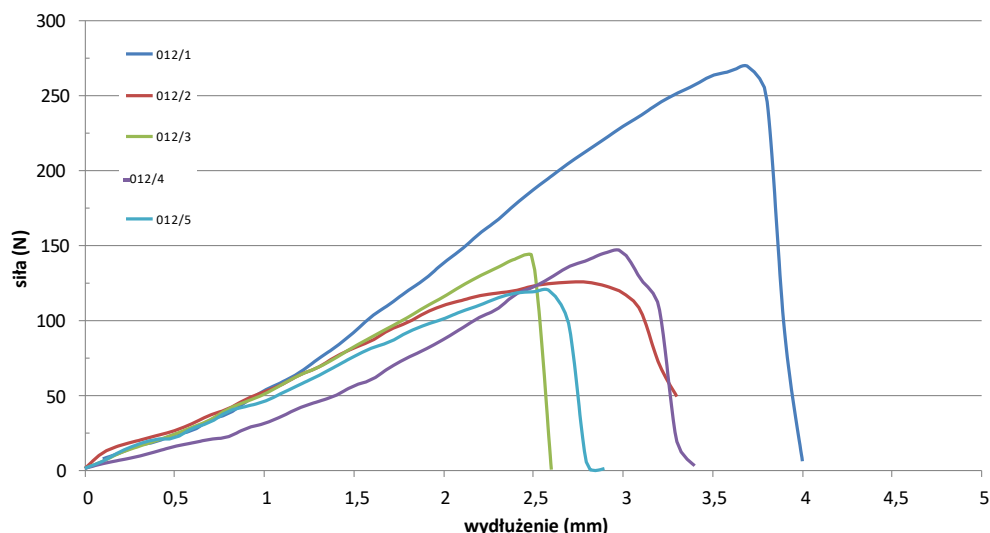
Rys. 3.2 Siła a wydłużenie; mniejsza próbka; słup okrągły.

Wyniki dla poszczególnych, mierzonych próbek, przedstawione na rysunku 3.2, podano w tabeli 3.2 dla próbek ze słupa okrągłego. Należy tutaj zauważyć, że próbki z najniższej warstwy pobrano, ponieważ rdzeń słupa zawiera zbyt wiele zagłębień. W tym celu konieczne było zastosowanie mniejszych próbek. Długość i szerokość próbek ze słupa to połowa wymiarów użytych przy pomiarach próbek z deski na rusztowanie i profilu kwadratowego.

Tabela 3.2 Zestawienie pomiarów wytrzymałości mechanicznej; próbki ze słupa okrągłego; E: ekstrapolowany moduł ugięcia; σ_{zerw} : uciąg; ϵ_{zerw} : wydłużenie do zerwania.

Próbka	E (MPa)*	σ_{zerw} (MPa)	ϵ_{zerw} (%)	Uwagi
2015-011/1	366	9,0	9,3	Zagłębienia w próbkach
2015-011/2	611	9,8	7,4	
2015-011/3	421	6,3	5,6	
2015-011/4	369	6,3	6,4	
2015-011/5	451	9,0	8,1	
średnia	440 ± 100	8,1 ± 1,7	7,4 ± 1,4	

*) Laserowy ekstensometr pokazywał niewiarygodne wyniki wskutek chropowatości próbek. Dlatego wydłużenie wyliczono na podstawie przesunięcia mostka. Ponieważ próbka została przymocowana na stałe, pierwsze 1,5 mm krzywej siły do przesunięcia nie można wykorzystać. Dlatego moduł E wyliczono, zakładając wydłużenie pomiędzy 1,5 a 2,5%, wyliczone z przesunięcia mostka, przy czym skorygowano to do wydłużenia pomiędzy 0 a 0,5% poprzez pomnożenie o współczynnik równy 2,5.



Rys. 3.3 Siła do wydłużenia; próbka standardowa; deska na rusztowanie.

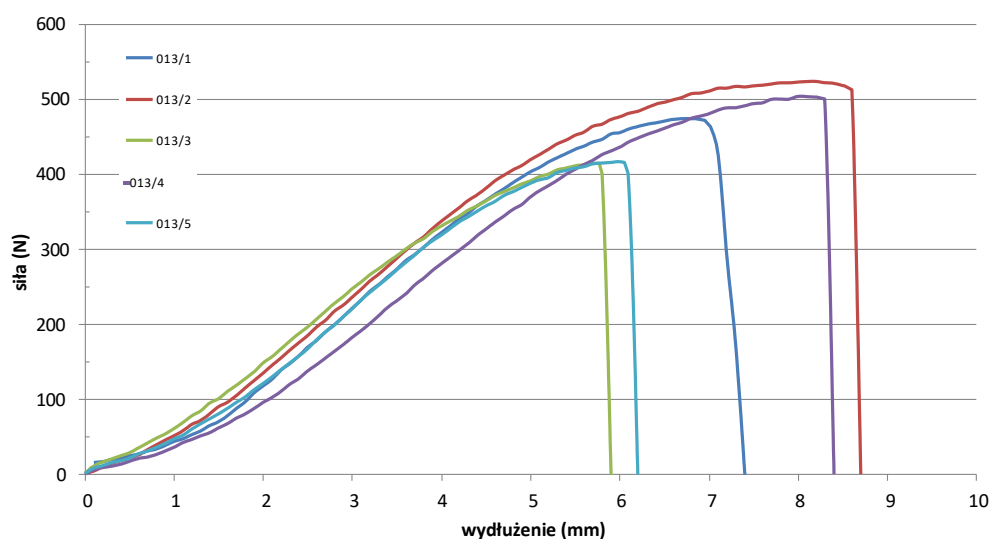
Wyniki dla poszczególnych, mierzonych próbek, przedstawione na rysunku 3.3, podano w tabeli 3.3 dla próbek ze słupa okrągłego.

Tabela 3.3 Zestawienie pomiarów wytrzymałości mechanicznej; próbki z deski na rusztowanie; E: ekstrapolowany moduł; σ_{zerw} : uciąg; ϵ_{zerw} : wydłużenie do zerwania.

Próbka	E (MPa)*	σ_{zerw} (MPa)	ϵ_{zerw} (%)	Uwagi
2015-012/1	604	5,0	3,7	Zagłębienia w próbkach
2015-012/2	333	2,4	2,9	
2015-012/3	476	2,9	2,2	
2015-012/4	399	2,5	3,0	
2015-012/5	334	2,2	2,5	
średnia	430 ± 100	3,0 ± 1,1	2,9 ± 0,6	

*) Laserowy ekstensometr pokazywał niewiarygodne wyniki wskutek chropowatości próbek. Dlatego wydłużenie wyliczono na podstawie przesunięcia mostka.

Ponieważ próbka została przymocowana na stałe, pierwsze 1,5 mm krzywej siły do przesunięcia nie można wykorzystać. Dlatego moduł E wyliczono, zakładając wydłużenie pomiędzy 1,5 a 2,5%, wyliczone z przesunięcia mostka, przy czym skorygowano to do wydłużenia pomiędzy 0 a 0,5% poprzez pomnożenie o współczynnik równy 2,5.



Rys. 3.4 Siła do wydłużenia; próbka standardowa; profil kwadratowy.

Wyniki dla poszczególnych, mierzonych próbek, przedstawione na rysunku 3.4, podano w tabeli 3.4 dla próbek ze słupa okrągłego.

Tabela 3.4 Zestawienie pomiarów wytrzymałości mechanicznej; próbki z profilu kwadratowego; E: ekstrapolowany moduł; σ_{zerw} : uciąg; ϵ_{zerw} : wydłużenie do zerwania.

Próbka	E (MPa)*	σ_{zerw} (MPa)	ϵ_{zerw} (%)	Uwagi
2015-013/1	612	8,1	6,9	Zagłębienia w próbkach
2015-013/2	602	8,9	7,9	
2015-013/3	572	7,4	5,5	
2015-013/4	580	9,1	7,9	
2015-013/5	672	8,1	5,8	
średnia	610 ± 40	$8,3 \pm 0,7$	$6,8 \pm 1,1$	

*) Laserowy ekstensometr pokazywał niewiarygodne wyniki wskutek chropowatości próbek. Dlatego wydłużenie wyliczono na podstawie przesunięcia mostka.

Ponieważ próbka została przymocowana na stałe, pierwsze 1,5 mm krzywej siły do przesunięcia nie można wykorzystać. Dlatego moduł E wyliczono, zakładając wydłużenie pomiędzy 1,5 a 2,5%, wyliczone z przesunięcia mostka, przy czym skorygowano to do wydłużenia pomiędzy 0 a 0,5% poprzez pomnożenie o współczynnik równy 2,5.

3.3 Próba spadkowa

Na końcu okrągłego słupa oraz profilu kwadratowego wykonano próby spadkowe z ciężarem 12,5 kg. Zastosowane wysokości spadku to: 1, 1,5 oraz 1,8 m. Średnica używanego ciężaru upadkowego to 50 mm. Chociaż widoczne było permanentne odkształcenie poniżej 1 cm, to końcówki nie wykazują powstawania pęknięć (zob. rys. 3.4).



Rys. 3.4 Permanentne odkształcenie przez obciążenie upadkowe.

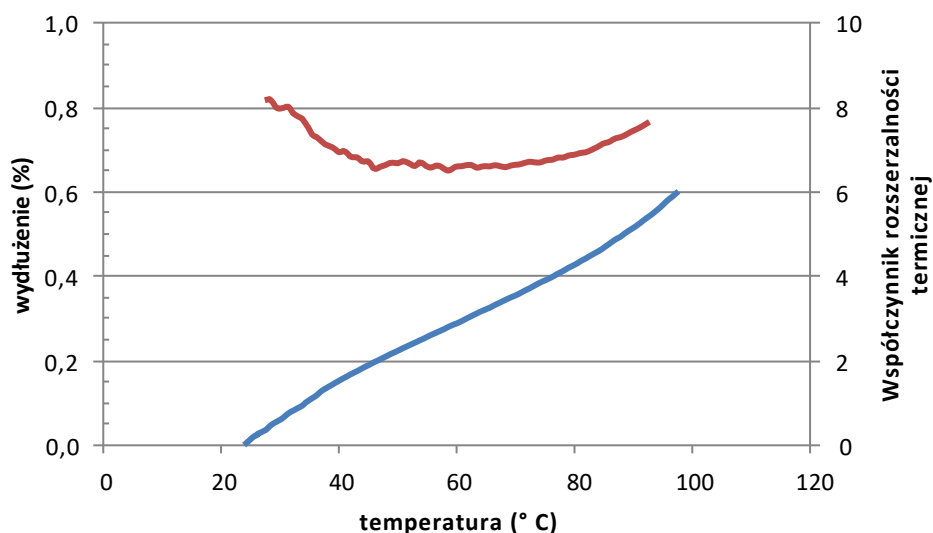
3.4 Rozszerzalność termiczna

Rozszerzalność termiczną określono na prostokątnych próbkach, uzyskanych z deski oraz słupa okrągłego w odstępach temperatury pomiędzy 20 a 100 °C. Pomiar pokazano na rysunku 3.5. Nachylenie niebieskiej linii przedstawionej na rysunku 3.5 to rozszerzalność.

Zmierzony współczynnik rozszerzalności zmienia się w zakresie pomiędzy 5×10^{-5} i 9×10^{-5} ($1/^\circ\text{C}$) (zob. brązowa linia na rysunku 3.5).

Średnia dla zmierzonych próbek to: $(7 \pm 2) \times 10^{-5}$ ($1/^\circ\text{C}$).

Zaleca się tutaj pewną ostrożność, ponieważ przy zwiększonej temperaturze występuje pewne pełzanie (zob. kolejny akapit).



Rys. 3.5 Wydłużenie (niebieska linia) a współczynnik rozszerzalności termicznej (brązowa linia) do temperatury (długość pomiaru 110 mm) próbki z okrągłego słupa podczas podgrzewania.

3.5 Kurczliwość

Kurczliwość próbek po podgrzaniu do 100 °C a następnie schłodzeniu do temperatury pokojowej sięga 0,2-0,3%.

3.6 Absorpcja wody

Absorpcję wody określono poprzez zanurzenie w wodzie na czas 48 godzin próbki o wymiarach 190x90x5 mm (z deski). Próbkę tę nasączono wodą.

Zmierzony spadek wagi zanurzonej próbki po wysuszeniu w temperaturze 70°C wynosił: 0,5%.

Absorpcja wody tego materiału na zewnątrz, tam, gdzie wilgotność względna zmienia się i istnieje możliwość kontaktu z deszczówką, będzie wskutek tego mieścić się w przedziale pomiędzy 0,2 a 0,5%.

3.7 Gęstość

Gęstość okrągłego słupa, deski oraz profilu kwadratowego określono poprzez zważenie oraz używając objętości określonej na podstawie zmierzenia wymiarów. Wyliczone gęstości podano w tabeli 3.5.

Tabela 3.5 Zestawienie pomiarów gęstości

Produkt	Gęstość (kg/m ³)
Okrągły słup	1050 ± 10
Profil kwadratowy	1060 ± 10
Deska	1050 ± 10

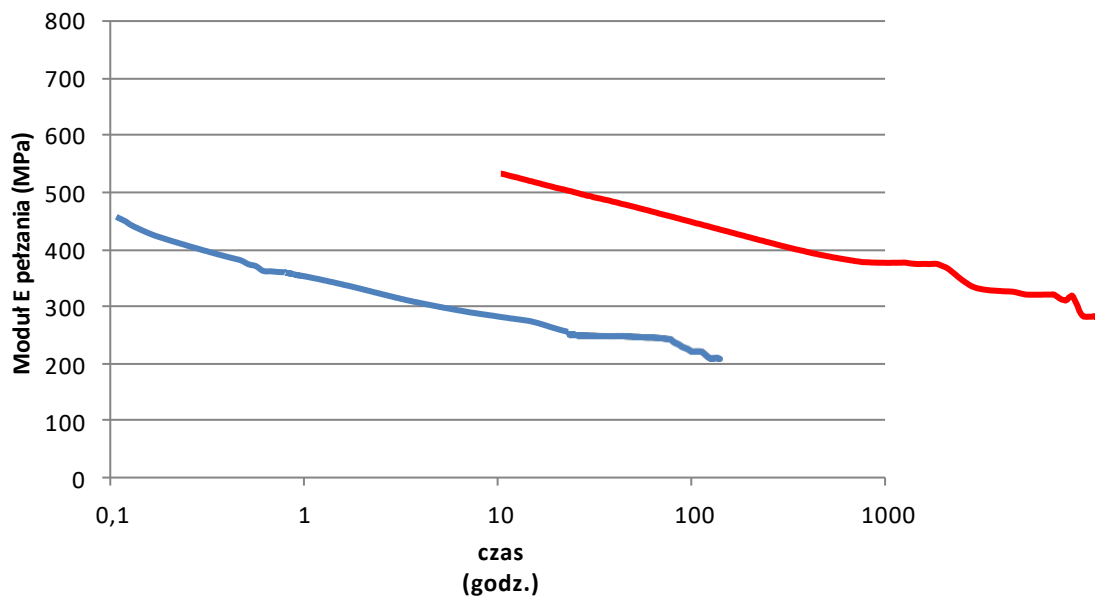
3.8 Pełzanie

Pełzanie zmierzono na próbce z deski oraz ze słupa okrągłego przy 23 °C pod stałym obciążeniem 1,3 MPa. Niektóre uzyskane krzywe pełzania pokazano na rysunku 3.6. Ze względu na zmienność zagłębień w próbce wyliczony moduł próbek zmienia się o więcej niż 10%. Względny przebieg krzywej jest jednak taki sam dla wszystkich próbek.

Wyniki pomiarów pełzania podano w tabeli 3.6.

Tabela 3.6 Średni wyliczony moduł E pełzania po 1, 10 i 100 godzinach.

Czas (godz.)	Deska	Okrągły słup
	Moduł pełzania (MPa)	Moduł pełzania (MPa)
1	370	420
10	295	355
100	240	275



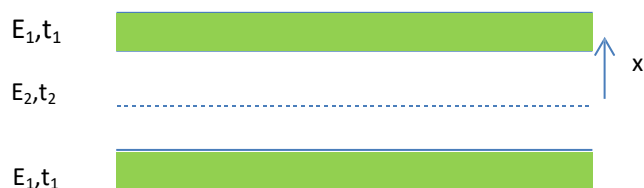
Rys. 3.6 Wyliczony moduł E pełzania a czas dla próbki z deski (niebieska linia) i z okrągłego słupa (czerwona linia).

4 Ewaluacja

4.1 Zagłębienia w rdzeniu

Dostarczone produkty powinny się wielokrotnie wystawić na obciążenia. Rdzeń o względnie wielu zagłębieniach w mniejszym stopniu przyczynia się do sztywności produktu. Kiedy przekrój produktu uprości się do rdzenia z dwoma otoczkami (zob. rys. 4.1), przy czym rdzeń ma niski moduł, a otoczki wysokiego modułu, to dla momentu decydującego dla ugięcia obowiązuje

ExI:



Rys. 4.1 Schematyczne przedstawienie produktu z gęstą powłoką i porowatym rdzeniem z zagłębieniami.

$$E \times I = 2 \int_0^t E_i x^2 dx$$

Przyjmując narysowaną sytuację, oznacza to:

$$E \times I = 2 \times \left(\left[\frac{1}{3} E_2 x^3 \right]_0^{\frac{1}{2} t_2} + \left[\frac{1}{3} E_1 x^3 \right]_{\frac{1}{2} t_2}^{\frac{1}{2} t_2 + t_1} \right)$$

Rozwijając [równanie], otrzymujemy:

$$E \times I = \frac{1}{12} \times (E_2 \times t_2^3 + E_1 \times (8 \times t_1^3 + 12 \times t_2 \times t_1^2 + 6 \times t_2^2 \times t_1))$$

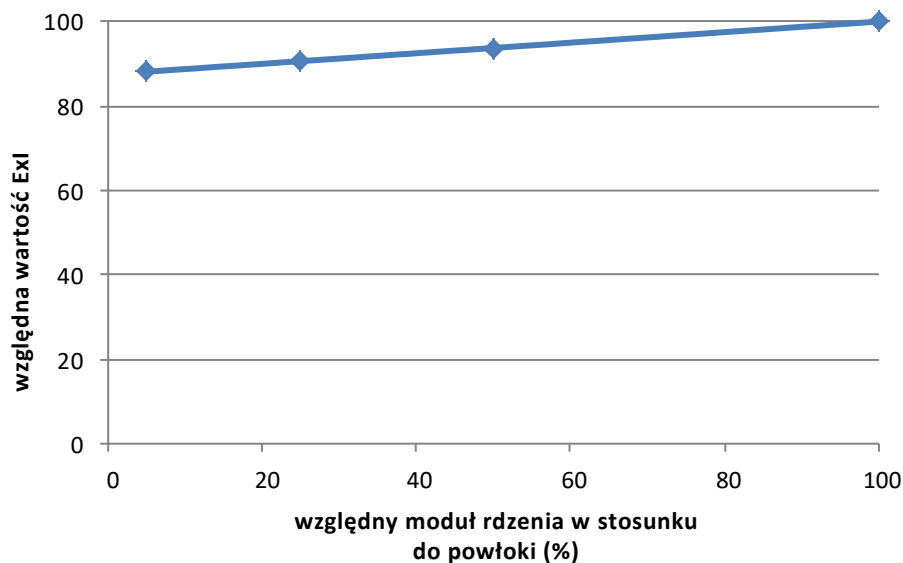
Wynik, ExI, jest decydujący dla ugięcia deski lub słupa (zob. punkt 2.2):

$$\frac{F}{\delta} = \frac{48 \times E \times I}{L^3}$$

przy czym F oznacza siłę, δ ugięcie, ExI moment ugięcia, L długość przyłożenia, b szerokość, zaś d grubość próbki. Maksymalne wydłużenie, ε_{zgin} (hol. ε_{buij}), w ugięciu wylicza się przez:

$$\varepsilon_{buij} = \frac{F \times L \times y}{8 \times E \times I}$$

Efekt mniej sztywnego rdzenia jest nikły dla sztywności ugięcia całej grubości, zgodnie z tym, co pokazano na rysunku 4.1.



Rys. 4.1 Wyliczona Exl dla produktu, przy czym grubość rdzenia jest równa [grubości] powłok.

4.2 Siła

Siła wyprodukowanego TPC zmienia się tam, gdzie mowa o gęstszych powłokach w przedziale pomiędzy 8 a 17 MPa. Materiał rdzenia ma mniejszą siłę, prawdopodobnie w rzędzie wielkości od 2 do 4 MPa (zob. tabela 3.3).

Wydłużenie do zerwania zmienia się pomiędzy 1,5 a 10% (zob. tabele 3.1-3.4).

Wartości te są niskie w porównaniu z HDPE (polietylenem o wysokiej gęstości).

4.3 Absorpcja wody

Absorpcja wody jest niższa niż się spodziewano, zakładając, iż jest to produkt składający się ze spoiwa polietylenowego i włókna poliestrowego. Należy przy tym zauważyć, że w materiale obecne są zagłębienia, które powodują dodatkową absorpcję wody. Absorpcja wody w materiale polimerowym powinna wtedy być również niższa niż 0,5%. Taka wielkość absorpcji wody nie skutkuje zmniejszeniem właściwości mechanicznych, jeżeli produkt jest stosowany w mokrym otoczeniu, pod warunkiem, że nie nastąpi jego chemiczna degradacja lub rozpad.

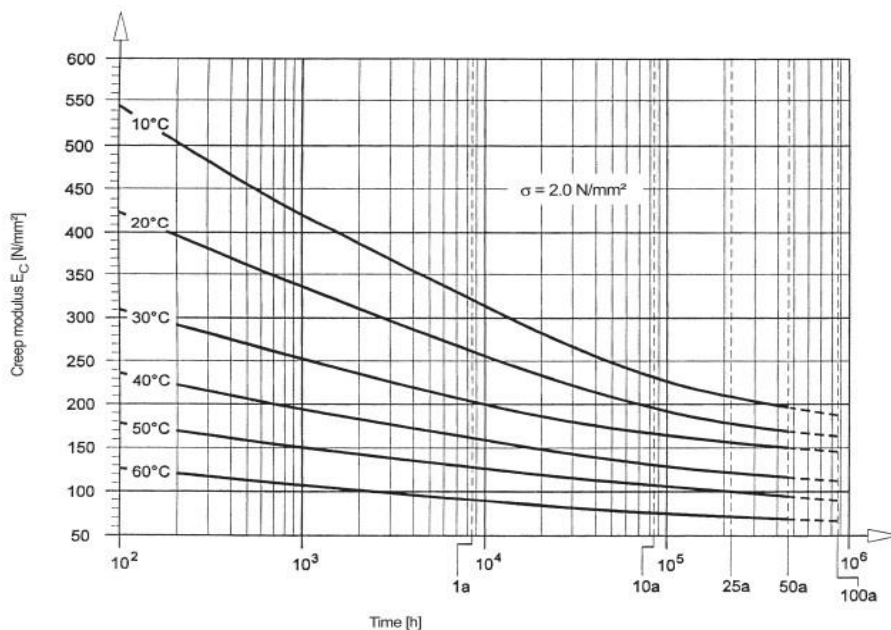
4.4 Zachowanie termiczne

Zachowanie termiczne badanych produktów TPC jest zgodny z tym, czego można było się spodziewać na podstawie jego składu. Oznacza to niewielką kurczliwość po podgrzaniu do 100 °C oraz współczynnik rozszerzalności termicznej rzędu 7×10^{-5} (1/°C).

4.5 Zachowanie zmienne w czasie

Przebieg modułu pełzania jest zgodny z oczekiwaniami dla materiału na bazie polietylenu (zob. rys. 4.2). Również materiał rurowy PE80 wykazuje spadek równy około 20% na dekadę¹ na skali logarytmicznej.

¹ 1 dekada [logarytmiczna] to okres pomiędzy 1 a 10 godzinami; pomiędzy 10 a 100 godzinami; itd.

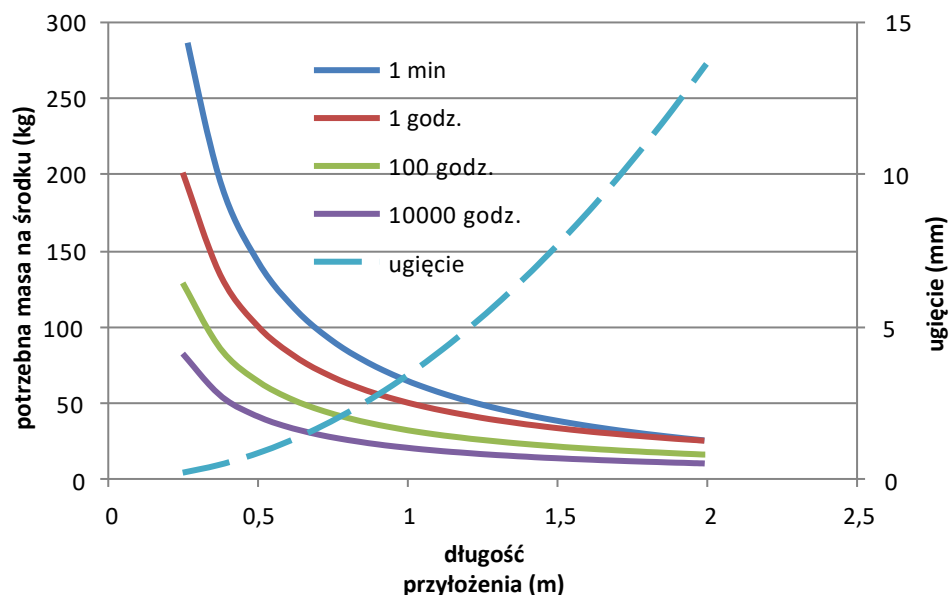


Rys. 4.2 Moduł pełzania PE80 (Simona; inf. tech.; Engineering manual for piping; edition August 2010.

4.6 Zalecenia

Zaleca się używanie produktów do zastosowań, w których wydłużenie wynosi maksymalnie 1%.

Dla deski o szerokości 95 mm i grubości 38 mm wyliczono masę, która powoduje wydłużenie 1%, jeżeli masa ta została nałożona dokładnie na środek niepodpartej części.



Rys. 4.3 Wyliczona masa i powiązane ugięcie, które przy podanym położeniu trzypunktowym powoduje wydłużenie o 1% w desce, uwzględniając różne okresy obciążenia, przy czym moduł po 1 minucie ustawiono na 900 MPa i zmniejsza się go 20% na dekadę.