

WPŁYW TEMPERATURY NA PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE GEOTKANINY WYKORZYSTANEJ DO BUDOWY KONSTRUKCJI OPOROWEJ NA SKŁADOWISKU

Anna Miszkowska, Sylwia Stępień, Agnieszka Jasko,
Eugeniusz Koda

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Geotkaniny są materiałami wykorzystywanymi m.in. do zbrojenia i separacji gruntu. Ich dobór powinien uwzględniać wytrzymałość na rozciąganie niezbędną dla założonego efektu wzmocnienia gruntu, a także wydłużalność dostosowaną do przewidywanego stopnia osiadania oraz warunków wbudowania materiału. W artykule zaprezentowano metodykę i wyniki badań wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek dwóch geotkanin polipropylenowych, wykorzystywanych do zbrojenia gruntu przy formowaniu konstrukcji oporowej, wzmacniającej stateczność skarpy składowiska Radiowo [Koda 2011]. Materiał ten na składowisku może pracować w podwyższonej temperaturze. Celem badań było określenie parametrów wytrzymałościowych w temperaturze od 20 do 80°C. Uzyskane wyniki badań pozwoliły ocenić zmiany powyższych parametrów, a także zweryfikować rzeczywiste parametry zastosowanych materiałów. Porównano także uzyskane parametry badanych geotkanin z informacjami podanymi przez producenta.

Słowa kluczowe: geotkanina polipropylenowa, wytrzymałość na rozciąganie, grunt zbrojony, składowisko odpadów

WSTĘP

Geosyntetyki to materiały z tworzyw sztucznych, które ułatwiają wzmocnienie, zabezpieczenie, posadowienie czy renowację obiektów budowlanych [Holtz i in. 1998, Kerner 1999, Duszyńska 2012]. Wykorzystanie ich w budownictwie często skraca czas realizacji inwestycji, a także zmniejsza koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, na przykład

Adres do korespondencji – Corresponding author: Anna Miszkowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Geoinżynierii, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa,
e-mail: anna_miszkowska@sggw.pl

© Copyright by Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2015

konstrukcje z gruntu zbrojonego geosyntetykami uważane są za najbardziej ekonomiczne. Z analiz francuskiego inżyniera Vidala, promotora technologii ziemnych konstrukcji oporowych, wynika, że różnica cen wynosi nawet 30–60% mniej od tradycyjnych rozwiązań [Wesołowski i in. 2000, Kosiński 2010]. Należy mieć jednak na uwadze, iż wyroby z tworzyw sztucznych podczas eksploatacji zmieniają wraz z upływem czasu swoje właściwości użytkowe, stąd tak istotny jest odpowiedni dobór materiału geosyntetycznego i formy, w jakiej będzie występował w zależności od jego przeznaczenia [Mandhavi i Murthy 2007, Kiersnowska i in. 2014]. W przypadku materiału, który ma być użyty do zbrojenia konstrukcji, ważne jest przeprowadzenie badań laboratoryjnych uwzględniających wymagane parametry wytrzymałościowe czy możliwość narażenia omawianych materiałów na podwyższoną temperaturę [Chodyński 2002, Zornberg i in. 2004, Alenowicz 2009], co zostało przeanalizowane w niniejszym artykule. Temperatura ma wpływ na właściwości fizyczne oraz mechaniczne geotkanin, w tym na wytrzymałość na rozciąganie [Karademir i Frost 2014]. Na składowisku odpadów komunalnych może przekraczać 70°C [Yoshida i Rowe 2003], dlatego podjęto badania wpływu temperatury na parametry wytrzymałościowe geotkaniny stosowanej do budowy konstrukcji oporowej na składowisku Radiowo. Prawidłowy dobór geotkaniny na warstwy zbrojeniowe ma bowiem podstawowe znaczenie dla zapewnienia trwałości konstrukcji [Hsieh i Tseng 2008].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu temperatury na wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie względne geotkanin oznaczonych symbolami A oraz B, a także porównanie uzyskanych wartości z danymi technicznymi podanymi przez producenta.

OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły dwie geotkaniny polipropylenowe PP (geotkaniny – geotekstyliatki, zbudowane z dwóch układów włókien krzyżujących się pod kątem prostym [Wesołowski i in. 2000]), oznaczone symbolami A i B.

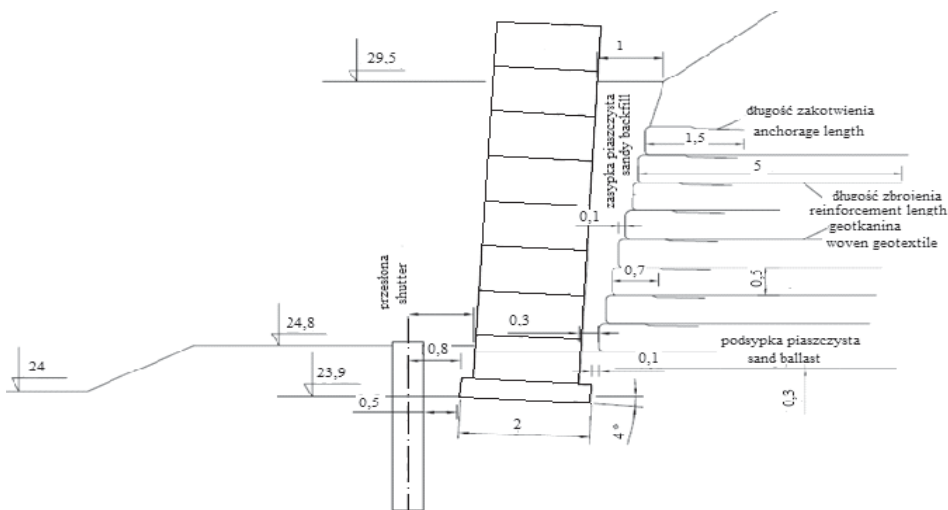
Polipropylen należy do grupy tworzyw termoplastycznych o budowie półkryształicznej. Charakteryzuje się dużą trwałością i sztywnością oraz minimalnym wskaźnikiem chłonności wody. Polipropylen jest jednak podatny na oksydację, dlatego przy wytwarzaniu tworzyw PP stosowane są dodatki w celu ochrony materiału przed procesem starzenia się [Linek i Tarniowy 2001, Yeo 2008, Greenwood i in. 2012]. Należy wziąć pod uwagę fakt, że właściwości chemiczne tworzyw sztucznych wpływają na ich odporność na działanie czynników środowiskowych i czynników biologicznych [Klein 2011]. Parametry geotkanin A i B przedstawiono w tabeli 1.

Schemat ułożenia geotkanin w konstrukcji oporowej na składowisku odpadów Radiowo, która jest definiowana, jako bierna ściana oporowa (betonowy mur zbudowany na płycie fundamentowej), gdzie betonowe lico oraz konstrukcja z gruntu zbrojonego są od siebie niezależne, oddzielone drenażową zasypką piaszczystą, pokazano na rysunku 1. Na osiem warstw geotkaniny, cztery (licząc od dołu) stanowi geotkanina A, a cztery górne – geotkanina B. Wszystkie warstwy mają długość około 5 m oraz wysokość rozstawy

Tabela 1. Dane techniczne geotkanin deklarowane przez producentów
 Table 1. Specifications woven geotextiles declared by the manufacturers

Parametr Parameter	Jednostka Unit	Materiał Material	
		Geotkanina A Woven geotextile A	Geotkanina B Woven geotextile B
Masa powierzchniowa Mass per unit area	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	0,12 ±10%	0,10 ±10%
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż Tensile strength along the fiber	$\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$	>25	>23
Wytrzymałość na rozciąganie wszerz Tensile strength cross the fiber	$\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$	>20	>20
Wydłużenie względne przy zerwaniu wzdłuż Elongation at rupture lengthwise	%	18 ±4	18 ±4
Wydłużenie względne przy zerwaniu w poprzek Elongation at rupture crosswise	%	12 ±3	13 ±3

0,5 m, a długość kotwienia w warstwie czołowej – około 1,5 m. Zakład dla obu geotkanin wynosi minimum 0,5 m. Lico kolejnej warstwy przesunięte (cofnięte) jest o 0,1 m względem lica warstwy niższej. Budowę muru oporowego z zasypką gruntu zbrojonego geotkaniną przedstawiono na rysunku 2, wzniesiony zaś mur oporowy – na rysunku 3.



Rys. 1. Przekrój charakterystyczny muru oporowego [Koda i in. 2012]

Fig. 1. Cross-section of the retaining structure [Koda et al. 2012]

Badanie zostało wykonane zgodnie z normą PN-EN ISO 10139:2010 w Pracowni Badań Geosyntetyków Centrum Wodnego SGGW w Warszawie (rys. 4).



Rys. 2. Budowa muru oporowego
Fig. 2. Building of a retaining structure



Rys. 3. Widok muru oporowego od strony południowo-wschodniej
Fig. 3. A view of a retaining structure on the south-east

Pierwszym etapem badania było przygotowanie pięciu próbek o szerokości nominalnej 0,20 m, i długości nominalnej 0,10 m. Przyczyną zastosowania w tej metodzie znacznie większej szerokości próbki od jej długości jest zdolność przewężania się materiałów geosyntetycznych pod wpływem działania siły rozciągającej, co mogłoby wpłynąć negatywnie na wyniki odnoszone do materiału o większej powierzchni. Wyciętą z arkusza próbkę umieszczono w szczękach maszyny wytrzymałościowej. Następnie w odległości 0,06 m w punktach umieszczonych na osi symetrii próbki naklejono znaczniki w postaci białej taśmy. Znaczniki służyły jako punkt odniesienia dla ekstensometru optycznego, za pomocą którego określa się przyrost długości rzeczywistej odcinka pomiarowego próbki w trakcie badania. Kolejnym etapem było zaznaczenie na próbce dwóch pionowych linii ograniczających szerokość nominalną próbki, do których rozcinano pozostawiony nadatek materiału.

Próbka rozciągana była siłą przyłożoną wzdłużnie, aż do momentu jej zerwania ze stałą prędkością równą $20 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.



Legenda – Legend:

- a – ogniwo obciążnikowe
load cell
- b – szczęki mechaniczne
mechanical jaws
- c – komora klimatyczna
climatic chamber
- d – sterownik zrywarki i komory klimatycznej
tensile testing machine and climatic
chamber controller
- e – zbiornik z ciekłym azotem
container with liquid nitrogen
- f – ekstensometr
extensometer
- g – komputer rejestrujący
computer recording

Rys. 4. Stanowisko do wyznaczania wytrzymałości na rozciąganie [Stępień 2014]

Fig. 4. Laboratory equipment for tensile testing [Stępień 2014]

Badania przeprowadzono za pomocą zrywarki wydłużonej o maksymalnej sile 75 kN w temperaturze aklimatyzacji laboratorium 20°C i kolejno w temperaturze 40°C, 60°C oraz 80°C. W przypadku badania w podwyższonej temperaturze na aparaturę nasuwano komorę grzewczą. Parametry przebiegu badania ustalano na zintegrowanym urządzeniu kontrolnym. Dla każdej temperatury zbadano pięć próbek.

Pomiary zostały wykonane w dwóch kierunkach ułożenia włókien geotkaniny: wzdłużnym oraz poprzecznym, jednak w niniejszym artykule omówiono tylko wyniki badań wytrzymałości na rozciąganie we wzdłużnym kierunku ułożenia włókien geotkaniny, ponieważ w takim kierunku pracuje ona w omawianej konstrukcji oporowej.

Wytrzymałość na rozciąganie (T) badanych geotkanin została obliczona na podstawie następującego wzoru [PN-EN ISO 10319:2010]:

$$T = F_{\max} \cdot c \quad [\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (1)$$

gdzie: F_{\max} – maksymalna siła rozciągająca [kN],

$$c = \frac{1}{B} \quad \text{– dla geotkanin,}$$

B – nominalna szerokość próbki [m].

WYNIKI BADAŃ

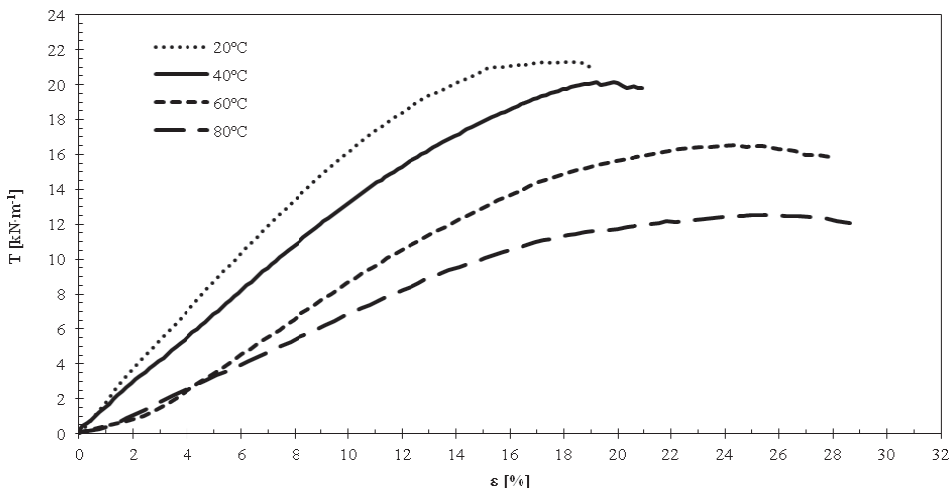
Wytrzymałość na rozciąganie (T), obliczona ze wzoru (1), jest wartością maksymalną uzyskaną przy statycznym zerwaniu materiału oraz utracie nośności. Odpowiednio dla niej odczytano wydłużenie względne, ε [%], przy maksymalnym obciążeniu w kierunku wzdłużnym.

Na podstawie analizy statystycznej w tabeli 2 przedstawiono średnią wytrzymałość na rozciąganie oraz wydłużenie względne przy maksymalnym obciążeniu, a także odchylenia standardowe (s) i współczynniki zmienności (V) w temperaturze od 20 do 80°C dla badanych próbek geotkaniny A oraz B we wzdluznym ułożeniu włókien. Z kolei na rysunkach 5 i 6 pokazano zależności między tymi parametrami.

Tabela 2. Średnie wielkości wytrzymałości na rozciąganie (T) i wydłużenia względnego (ε) dla badanych próbek geotkaniny w temperaturze od 20°C do 80°C, w kierunku wzdluznym (dla każdej temperatury zbadano pięć próbek)

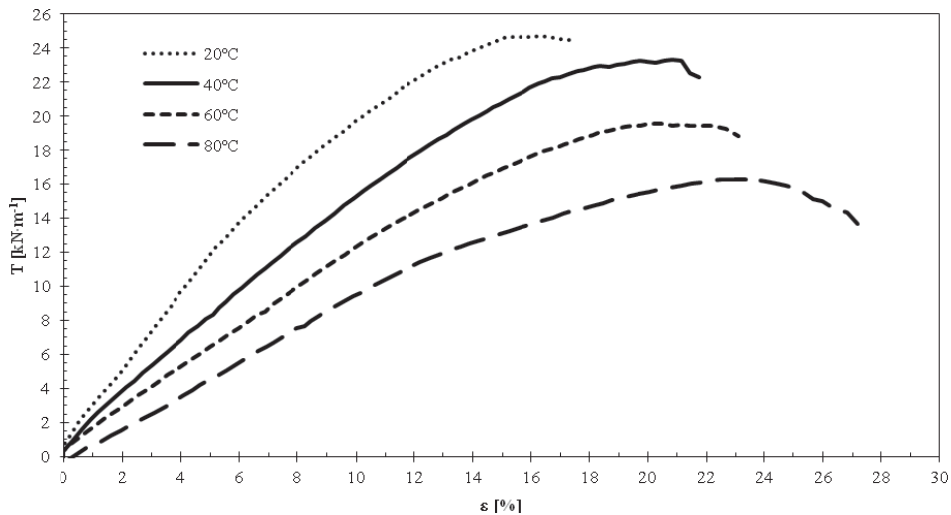
Table 2. Average values of tensile strength (T) and elongation (ε) at rupture lengthwise for tested woven geotextiles samples from 20°C to 80°C (for each temperature five samples were tested)

Geotkanina Woven geotextile		A				B			
Temperatura Temperature [°C]		20	40	60	80	20	40	60	80
T -max	\bar{x} [kN·m ⁻¹]	21,23	20,68	16,56	12,41	24,13	23,99	19,71	16,25
	s [kN·m ⁻¹]	0,80	0,87	0,57	0,29	0,86	0,43	0,39	0,51
	V [-]	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03
ε -max	\bar{x} [%]	17,15	19,60	23,24	25,26	16,71	19,55	21,25	23,71
	s [%]	1,72	1,37	1,40	1,75	0,79	0,93	1,23	0,71
	V [-]	0,10	0,07	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	0,03



Rys. 5. Zależność wydłużenia względnego (ε) od wytrzymałości na rozciąganie (T) dla kierunku wzdluznego badanych próbek geotkaniny A w temperaturze od 20°C do 80°C (typowe krzywe)

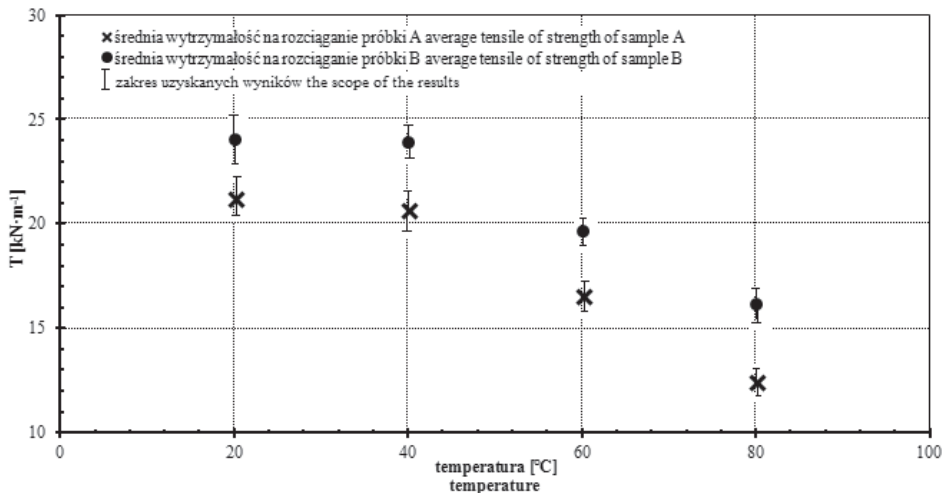
Fig. 5. Strain and load per unit width relationship for tested woven geotextile A samples from 20°C to 80°C for the main direction (typical curves)



Rys. 6. Zależność wydłużenia względnego (ϵ) od wytrzymałości na rozciąganie (T) dla kierunku wzdłużnego badanych próbek geotkaniny B w temperaturze od 20°C do 80°C (typowe krzywe)

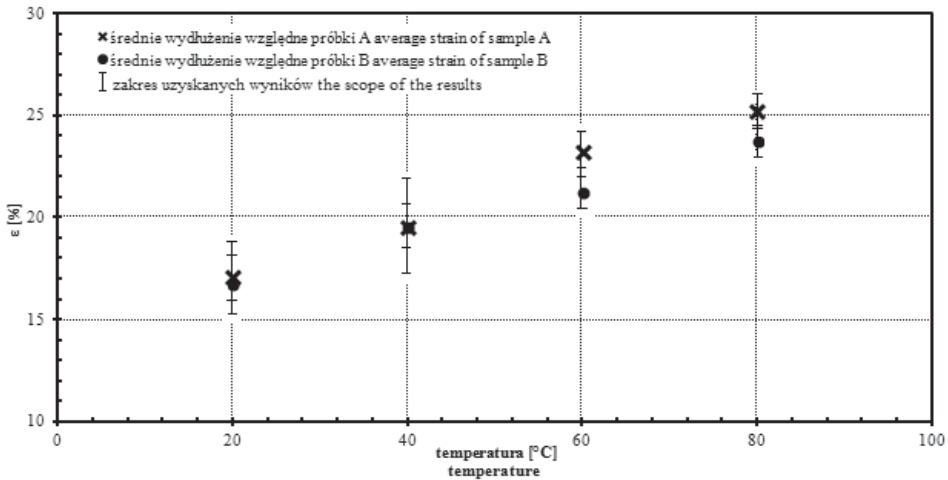
Fig. 6. Strain and load per unit width relationship for tested woven geotextile B samples from 20°C to 80°C for the main direction (typical curves)

Na rysunku 7 przedstawiono zależność średniej wytrzymałości na rozciąganie od temperatury dla kierunku głównego dla geotkaniny A i B. Z kolei zależność wydłużenia względnego od temperatury dla kierunku wzdłużnego dla badanych geotekanin A i B pokazano na rysunku 8.



Rys. 7. Zależność średniej wytrzymałości na rozciąganie (T) od temperatury dla kierunku wzdłużnego dla badanych geotekanin A i B

Fig. 7. Tensile strength and temperature relationship for tested woven geotextiles samples A and B for the main direction



Rys. 8. Zależność wydłużenia względnego (ϵ) od temperatury dla kierunku wzdłużnego dla badanych geotekalin A i B

Fig. 8. Strain and temperature relationship for tested woven geotextiles samples A and B for the main direction

DYSKUSJA WYNIKÓW

Z przeprowadzonych badań wynika, że badane materiały charakteryzują się dość małym zakresem odkształceń podczas rozciągania (tab. 2) w porównaniu z danymi literaturowymi podanymi dla materiałów wykonanych z PP [Gajewska i in. 2003, Kłosek 2008]. Początkowo są to niewielkie odkształcenia sprężyste. Natomiast przy dalszym rozciąganiu wzrostowi odkształcenia towarzyszy znacznie wolniejszy wzrost naprężenia, w wyniku czego pojawiają się odkształcenia plastyczne [Gruin 2003].

Dla kierunku wzdłużnego przebieg wyników badania w poszczególnych wartościach temperatury jest wyraźnie do siebie zbliżony. Dopiero przy odkształceniach maksymalnych obserwuje się wzrost miary rozproszenia wytrzymałości na zerwanie (rys. 5 i 6), ponieważ podczas zrywania siła wytrzymałości przenosi się na kolejne włókna, które ulegają pęknięciu [Rojek 2011]. Wykresy obrazujące zmianę średniej wytrzymałości na rozciąganie w zależności od temperatury oraz odpowiadające im średnie odkształcenie wykazują niemalże liniowy przebieg (rys. 7 i 8). Średnia wytrzymałość na rozciąganie geotkaniny A spada z $21,2 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ (dla odkształcenia 17,2%, w temperaturze 20°C) do $12,4 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ (dla odkształcenia 25,3%, w temperaturze 80°C), a dla geotkaniny B – z $24,1 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ (dla odkształcenia 16,7%, w temperaturze 20°C) do $16,3 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ (dla odkształcenia 23,7% w temperaturze 80°C) (tab. 2, rys. 7). Geotkanina B cechuje się zatem większą wytrzymałością na rozciąganie niż geotkanina A, co uzasadnia potrzebę zastosowania większej liczby warstw geotkaniny B w omawianej konstrukcji oporowej. Także wartości odchylenia standardowego, obrazujące rozproszenie maksymalnych wartości wytrzymałości na zerwanie od wartości średniej, maleją wraz ze wzrostem temperatury. Dla temperatury 20°C wynoszą one $0,8 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$, natomiast dla 80°C – tylko $0,29 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ w przypadku geotkaniny A, natomiast dla geotkaniny B – $0,86 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$ w temperaturze

20°C i 0,51 kN·m⁻¹ w temperaturze 80°C. Rozproszenie wyników odkształceń dla wytrzymałości na zerwanie wykazuje zbliżone wartości dla kolejnych wartości temperatury. Odchylenie standardowe wynosi tu od 1,4 do 1,8%, a współczynnik zmienności – od 0,06 do 0,10 dla geotkaniny A i od 0,7 do 1,2% dla geotkaniny B przy współczynniku zmienności od 0,03 do 0,06 (tab. 2).

Stwierdzono także odstępstwa w danych przekazanych przez producentów od danych otrzymanych w wyniku badań laboratoryjnych, co przedstawiono w tabeli 3. W przypadku wytrzymałości na rozciąganie dla geotkaniny A uzyskano pomierzoną wartość mniejszą o ponad 15% od wartości deklarowanej przez producenta. Pozostałe pomierzone parametry są zgodne z deklaracjami producentów. Podczas realizacji konstrukcji oporowej z zastosowaniem geotkaniny A, z uwagi na niższe parametry wytrzymałościowe, zwiększono zakład poszczególnych arkuszy geotkaniny.

Tabela 3. Porównanie danych deklarowanych przez producentów oraz danych otrzymanych w wyniku badań laboratoryjnych

Table 3. Comparison of the data declared by the manufacturers, and the data obtained from laboratory

Materiał/Parametr Material/Parameter	Dane producenta Product specifications manufacturer		Dane pomierzone Measured data		Różnica procentowa* [%] The percentage difference*	
	A	B	A	B	A	B
Geotkanina Woven geotextile						
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż [kN·m ⁻¹] Tensile strength along the fiber	>25	>23	21,23	24,13	-	+
Wydłużenie względne przy rozerwaniu wzdłuż [%] Elongation at rupture lengthwise	18±4	18±4	17,15	16,71	+	+

*„+” potwierdza dane producenta; „-” nie potwierdza danych producenta.
„+” confirm the manufacturer's data; „-” not confirm the manufacturer's data.

PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonych badań geotkanin polipropylenowych stwierdzono, że wraz ze wzrostem temperatury nastąpił znaczny przyrost wydłużenia względnego przy spadku wytrzymałości na rozciąganie, przy czym geotkanina B charakteryzuje się większą wytrzymałością w porównaniu z geotkaniną A. Z tego powodu w rejonie składowisk odpadów, gdzie temperatura wewnętrzna może osiągać 80°C, należy zachować szczególną ostrożność, dobierając materiały geosyntetyczne.

Wykazano także rozbieżności w wartościach wytrzymałości na rozciąganie oraz w wartości wydłużenia względnego wzdłuż włókien badanego materiału. Z tego względu do obliczeń stateczności konstrukcji oporowych, w których stosuje się geotkaniny, zaleca się przyjmować parametry wytrzymałościowe z badań laboratoryjnych.

Co więcej, właściwości wytrzymałościowe oraz odkształceniowe otrzymane w badaniach laboratoryjnych znacznie odbiegają od właściwości podawanych przez literaturę

dla geotekstyliów polipropylenowych. Świadczy to o obecności w ich składzie dodatków i innych substancji chemicznych. Należy mieć na uwadze, iż właściwości chemiczne i mechaniczne tworzyw sztucznych ściśle związane są z ich odpornością na działanie czynników środowiskowych, substancji chemicznych oraz czynników biologicznych.

Stwierdzono również, że w przypadku geotkaniny A otrzymane wartości wytrzymałości na rozciąganie są mniejsze od wartości podanych przez producenta. Przyjęcie zbyt małych wartości w fazie projektowania może nieść za sobą ryzyko utraty stateczności konstrukcji oporowej, dlatego na analizowanym składowisku zwiększono zakłady arkuszy geotkaniny A.

PIŚMIENNICTWO

- Alenowicz, J. (2009). Zastosowania i funkcje geosyntetyków w budowie dróg. Cz. 2. Geosyntetyk w funkcji zbrojącej. *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*, 3(24), 82–87.
- Chiwan, H., Yen-Chen, T. (2008). Tensile creep behavior of a PVC coated polyester geogrid at different temperatures. *Journal of GeoEngineering*, 3, 3, 113–119.
- Chodyński, A. (2002). Trwałość surowców stosowanych w geosyntetykach. *Mat. konf. „Szkoła metod projektowania obiektów inżynierskich z zastosowaniem geosyntetyków“*. Ustroń, 65–78.
- Duszyńska, A. (2012). Wykorzystanie badań geotekstyliów w projektowaniu budowli ziemnych. *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 4, 293–301.
- Gajewska, B., Kłosiński, B., Rychlewski, P., Grzegorzewicz, K. (2003). Zastosowanie geosyntetyków w budowlach ziemnych. *Studium poznawczo-techniczne*. IBDiM, Warszawa.
- Greenwood, J.H., Schroeder, H.F., Voskamp, W. (2012). CUR Report 243. Durability of Geosynthetics. Stichting CURNET, Gouda, The Netherlands.
- Gruin, M. (2003). *Materiały polimerowe*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Holtz, R.D., Christopher, B.R., Berg, R.R. (1998). Geosynthetic design and construction guidelines. National Highway Institute Federal, Highway Administration McLean, Virginia, 209–254.
- Hsieh, Ch., Tseng, Y-Ch. (2008). Tensile creep behavior of a PVC coated polyester geogrid at different temperatures. *Journal of GeoEngineering*, 3, 3, 113–119.
- Karademir, T., Frost, J.D. (2014). Micro-scale tensile properties of single geotextile polypropylene filaments at elevated temperatures. *Geotextiles and Geomembranes*, 42, 201–213.
- Kiersnowska, A., Koda, E., Fabianowski, W., Kawalec, J. (2014). The impact of chemical and environmental factors on the mechanical parameters of HDPE geogrid. *Proc. of 7th International Congress on Environmental Geotechnics*, 696–705.
- Klein, R. (2011). *Laser Welding of Plastics: Materials, Processes and Industrial Applications*. Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim.
- Kłosek, K. (2008). Zbrojenie geosyntetykami nawierzchni kolejowej linii dużych prędkości. *Infrastruktura Transportu*, 2, 61–68.
- Koda, E. (2011). Stateczność rekultywowanych składowisk odpadów i migracja zanieczyszczeń przy wykorzystaniu metody obserwacyjnej. *Rozprawy Naukowe i Monografie*, 384. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Koda, E., Fołtyn, P., Laskowski, M. (2012). Projekt budowlany zamienny rekultywacji składowiska odsiewów balastowych Radiowo z kierunkiem rekultywacji jako stok narciarski – etap I. *Geoteko*, Warszawa.
- Koerner, R.M. (1999). *Designing with Geosynthetics*. Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey.

- Kosiński, T. (2010). Konstrukcje oporowe i nasypy z gruntu zbrojonego elementami stalowymi. Seminarium IBDiM i PZWS, Warszawa.
- Linek, M., Tarniowy, A. (2001). Włókna mieszane typu polipropylen-kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy – otrzymywanie i właściwości. *Kompozyty*, 1/2, 163–167.
- Mandhavi, L.G., Murthy, V.S. (2007). Effects of reinforcement form on the behavior of geosynthetic reinforced sand. *Geotextiles and Geomembranes*, 25, 23–32.
- PN-EN ISO 10319:2010 Geosyntetyki. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
- Rojek, M. (2011). Metodologia badań diagnostycznych warstwowych materiałów kompozytowych o osnowie polimerowej. *Open Access Library*, 2, 11–31.
- Stępień, S. (2014). Wpływ temperatury na parametry wytrzymałościowe geotkaniny. W: *Wiedza i eksperymenty w budownictwie*. Red. J. Bzówka, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 199–206.
- Wesołowski, A., Krzywosz, Z., Brandyk, T. (2000). *Geosyntetyki w konstrukcjach inżynierskich*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Yeo, K.C. (2008). Properties of Geo-textiles. Castco Testing Center Limited, Hong Kong.
- Yoshida, H., Rowe, R.K. (2003). Consideration of landfill liner temperature. Proc. 9th. Int. Landfill Sym., Cagliari, Italy.
- Zornberg, J.G., Asce, M., Byler, B.R., Knudsen, W.J. (2004). Creep of Geotextiles Using Time-Temperature Superposition Methods. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, (11), 1158–1168.

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE STRENGTH PARAMETERS WOVEN GEOTEXTILE USED TO CONSTRUCT OF RETAINING STRUCTURE IN LANDFILL

Abstract. The woven geotextiles are materials used for soil reinforcement and separation. Their selection should take into account the tensile strength necessary for the planned effect of strengthening the ground, as well as strain appropriate to the expected degree of subsidence and conditions of installation this material. The paper presents the research's methodology and results of analyses obtained from laboratory tests of tensile strength of the two samples of polypropylene geotextiles woven used for soil reinforcement in the forming solid of remedial landfill. The aim of the research was to determinate tensile strength and deformation at temperatures from 20°C to 80°C. The results obtained allowed assessment of this parameters and allowed verification of the effectiveness of applied materials. Also compared research results to parameters derived from information provided by the manufacturer.

Key words: polypropylene woven geotextile, tensile strength, reinforced soil, landfill

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.04.2015

Cytowanie: Miskowska, A., Stępień, S., Jasko, A., Koda, E. (2015). Wpływ temperatury na parametry wytrzymałościowe geotkaniny wykorzystanej do budowy konstrukcji oporowej na składowisku. *Acta Sci. Pol., Architectura*, 14 (1), 43–53.