

## WYKORZYSTANIE BADAŃ GEOSYNTETYKÓW W PROJEKTOWANIU WARSTW SEPARACYJNYCH I FILTRACYJNO-DRENAŻOWYCH

Angelika Duszyńska

Katedra Geotechniki, Geologii i Budownictwa Morskiego

Politechnika Gdańska

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono zasady pozwalające na dokonywanie oceny przydatności materiałów geosyntetycznych w projektowaniu warstw separacyjnych i filtracyjno-drenażowych. Najbezpieczniej jest przyjmować za podstawę projektowania podstawowe parametry mechaniczne geosyntetyków (odporność na przebicie, wytrzymałość na rozciąganie, odkształcalność) oraz hydrauliczne (wodoprzepuszczalność, charakterystyczna wielkość porów), pod warunkiem że cechy te dla konkretnych wyrobów zostaną określone prawidłowo z uwzględnieniem warunków, w których filtry czy separatory geosyntetyczne będą pracować w konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** geosyntetyk, geowłóknina, warstwa separacyjna, warstwa filtracyjno-drenażowa, wodoprzepuszczalność, charakterystyczna wielkość porów, odporność na przebicie, wytrzymałość na rozciąganie.

### 1. WSTĘP

Geotekstyliami i wyrobami pokrewne (głównie geowłókniny i geokompozyty złożone z odpowiednio dobranych wyrobów) pełniące funkcje filtracyjne, drenażowe i separacyjne w gruntach, doskonale zabezpieczają obiekty inżynierskie m.in. przed szkodliwymi skutkami filtracji (m.in. sufozja i kolmatacja). Filtr z geotekstyliów ma za zadanie chronić systemy drenażowe przed przedostawaniem się do nich mniejszych cząstek gruntu. Zapobiega to erozji gruntu w sąsiedztwie drenażu oraz pozwala na sprawne i długotrwałe działanie drenażu.

Obecnie w Polsce istnieje duża dowolność doboru materiałów geosyntetycznych w omawianych aplikacjach, co skutkować może niewłaściwą pracą geosyntetyku w konstrukcji.

Prowadzona od kilkunastu lat dyskusja nad zasadami projektowania warstw filtracyjnych i separacyjnych z wykorzystaniem geosyntetyków znajduje odzwierciedlenie zarówno w badaniach prowadzonych w wielu jednostkach badawczych, jak również w opracowywanych obecnie normach europejskich, które są na bieżąco wdrażane w naszym kraju.

Poszczególne rodzaje geotekstyliów i wyrobów pokrewnych wykorzystywane w różny sposób wymagają prowadzenia badań zgodnych z ich przyszłym przeznaczeniem. Procedura badań powinna uwzględniać warunki w jakich materiały te będą pracować, zarówno podczas eksploatacji w projektowanym okresie użytkowania jak i, wcześniej, w trakcie wykonawstwa.

## **2. BADANIA CECH GEOTEKSTYLIÓW WYKORZYSTYWANYCH W PROJEKTOWANIU**

### **2.1 Rodzaje badań w zależności od zastosowania**

Niezwykle istotnym etapem prac projektowych, bez względu na to w jakiej konstrukcji i w jakiej funkcji geosyntetyk będzie zastosowany, jest dobór odpowiedniego wyrobu. Projektant oceniając, czy dany wyrób geotekstylny nadaje się do zastosowania w konstrukcji musi wziąć pod uwagę, że:

- nie może on ulec uszkodzeniu podczas wbudowywania (czynniki mechaniczne),
- powinien być odporny na czynniki zewnętrzne (czynniki chemiczne, fizyczne i biologiczne),
- powinien wykazywać wystarczającą wodoprzepuszczalność oraz zdolność zatrzymywania cząstek gruntu (czynniki hydrauliczne),
- powinien charakteryzować się stabilną i wysoką jakością (czynniki jakościowe).

Ocena właściwości wyrobów ma na celu zapewnienie jedynie minimalnego poziomu trwałości i nie stanowią wyczerpującej procedury oszacowania. Może okazać się konieczne przeprowadzenie dodatkowych badań bezpośrednio związanych z warunkami eksploatacji materiału.

Pomocna w projektowaniu, na etapie doboru odpowiedniego wyrobu może być seria norm zharmonizowanych określających charakterystyki geotekstyliów i wyrobów pokrewnych wymagane przy stosowaniu tych materiałów w różnych dziedzinach budownictwa. Czasami dobór odpowiedniej normy jest skomplikowany - sytuacja taka ma miejsce np.: gdy jakieś zastosowanie stanowi część innego zastosowania.

W takich przypadkach, korzystając z tablicy 1, należy kolejno:

- wybrać rodzaj zastosowania z kolumny 1,
- sprawdzić czy dane zastosowanie występuje w wierszu 1 w kolumnach od 3 do 6:
  - jeśli nie  $\Rightarrow$  korzystać z normy podanej w kolumnie 2,
  - jeśli tak  $\Rightarrow$  korzystać z normy podanej na przecięciu odpowiedniej kolumny i odpowiedniego wiersza.



Tablica 1. Wybór normy w zależności od przewidywanego zastosowania wg PN-EN 13252

Table 1. Choice of standards depending on the intended application according to PN-EN 13252

	1	2	3	4	5	6
1	Zastosowanie	Numer normy	<b>Systemy drenażowe</b>	Systemy antyerozyjne	Tunele i konstrukcje podziemne	Roboty ziemne, fundamenty i konstrukcje oporowe
2	Budownictwo drogowe	PN-EN 13249	PN-EN 13252	PN-EN 13253	PN-EN 13256	PN-EN 13249 lub PN-EN 13251
3	Budownictwo kolejowe	PN-EN 13250				PN-EN 13250 lub PN-EN 13251
4	Zbiorniki wodne i zapory	PN-EN 13254				PN-EN 13251
5	Kanały	PN-EN 13255				
6	Składowiska odpadów stałych	PN-EN 13257				
7	Składowiska odpadów ciekłych	PN-EN 13265				
8	Tunele i konstrukcje podziemne	PN-EN 13256				--
9	Roboty ziemne, fundamenty i konstrukcje oporowe	PN-EN 13251			--	--

W tablicy 2 zestawiono badania geotekstyliów i materiałów pokrewnych jakie należy przeprowadzić dla materiałów przeznaczonych do stosowania w systemach drenażowych, w których geotekstylia i wyroby pokrewne pełnią funkcje filtrowania, rozdzielania i drenaż.

W tablicy 2, zgodnie PN-EN 13252, z przyjęto następujące oznaczenia:

- H: właściwość wymagana do harmonizacji,
- A: właściwość ważna we wszystkich warunkach stosowania,
- S: właściwość ważna w specyficznych warunkach stosowania,
- --: właściwość nieistotna dla danej funkcji.



*Tablica 2. Wymagania dla wyrobów geotekstylnych stosowanych w systemach drenażowych wg PN-EN 13252*

*Table 2. Characteristics required for use geotextiles products in drainage systems according to PN-EN 13252*

L.p.	Charakterystyka	Metoda badań	Funkcja		
			Filtracja	Separacja	Drenaż
1	Wytrzymałość na rozciąganie	PN-EN ISO 10319	H	H	H
2	Wydłużenie przy max obciążeniu	PN-EN ISO 10319	A	A	A
3	Wytrzymałość na rozciąganie szwów i połączeń	PN-EN ISO 10321	S	S	S
4	Przebicie statyczne (CBR)	PN-EN ISO 12236	S	H	--
5	Perforacja dynamiczna	PN-EN ISO 13433	H	A	--
6	Tarcie	PN-EN ISO 12957	S	S	S
7	Pełzanie przy rozciąganiu	PN-EN ISO 13431	--	--	A
8	Uszkodzenia w czasie instalacji	PN-EN ISO 10722-1	A	A	A
9	Charakterystyczna wielkość porów	PN-EN ISO 12956	H	A	--
10	Wodoprzepuszczalność w kierunku normalnym do powierzchni	PN-EN ISO 11058	H	A	--
11	Zdolność przepływu wody w płaszczyźnie materiału	PN-EN ISO 12958	--	--	H
12	Trwałość	PN-EN 13252 zał. B	H	H	H
12.1	Odporność na starzenie się w warunkach atmosferycznych	PN-EN 12224	A	A	A
12.2	Odporność na degradację chemiczną	PN-EN 14030, PN-EN ISO 13438, PN-EN 12447	S	S	S
12.3	Odporność na degradację biologiczną	PN-EN 12225	S	S	S

## 2.2 Badania niezbędnych parametrów mechanicznych

**Wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy maksymalnym obciążeniu** określa się zgodnie z normą PN-EN ISO 10319 metodą szerokich próbek. Powoduje to zmniejszenie wpływu zwięzania się niektórych geotekstyliów na skutek działania obciążenia i zapewnia podobieństwo do oczekiwanego zachowania materiału w konstrukcji.



Próbkę do badań, o szerokości nominalnej 200 mm i długości efektywnej 100 mm, zamocowuje się w zaciskach maszyny wytrzymałościowej i rozciąga ze stałą prędkością wydłużenia  $((20 \pm 5)\%$  na minutę, do momentu jej zerwania.

Z badań uzyskuje się wykresy „obciążenie - wydłużenie względne”, na podstawie których określa się: średnią siłę zrywającą, średnie wydłużenie względne, moduły sieciowe odpowiadające wydłużeniom 2%, 5% i 10%, wytrzymałość na rozciąganie oraz odchylenia standardowe.

**Wytrzymałość na przebicie statyczne.** Dane dotyczące przebicia statycznego są niezbędne jeżeli wyrób będzie pełnił funkcję filtra, a warunki terenowe obciążenia są takie, że istnieje potencjalne ryzyko jego statycznego zniszczenia.

Badanie metodą CBR, zgodnie z normą PN-EN ISO 12236 symuluje wciskanie dużych kamieni w materiał geotekstylny ułożony na podatnym podłożu. Badanie to polega na zamocowaniu okrągłej próbki materiału geotekstylnego (o średnicy 150 mm) pomiędzy dwoma stalowymi pierścieniami w aparacie CBR i jej stopniowym obciążaniu za pomocą standardowego stalowego trzpienia (o średnicy  $50 \pm 0,5$  mm), wciskanego w próbkę, ze stałą prędkością  $50 \pm 10$  mm/min, aż do momentu jej przebicia. Wynikiem badania jest wartość siły przebijającej oraz odpowiadająca jej wartość przemieszczenia tłoka.

**Wytrzymałość na dynamiczne przebicie** (metoda opadającego stożka). Badanie zgodnie z normą PN-EN ISO 13433, symuluje narzut ostrokrawędzisty spadający na powierzchnię materiału geotekstylnego. Badanie to polega na zamocowaniu okrągłej próbki materiału geotekstylnego pomiędzy dwoma stalowymi pierścieniami i opuszczeniu na jej centralną część stożka (z nierdzewnej stali, i wierzchołku o kącie  $45^\circ$ ) z wysokości 500 mm. Wielkość przebicia mierzona jest za pomocą wyskalowanego wąskiego stożka, który wprowadza się do otworu powstałego po przebiciu. Wynikiem badania jest średnia wartość średnicy otworu (mm) oraz odchylenie standardowe.

### 2.3 Badania cech hydraulicznych

Jeżeli zastosowany geosyntetyk charakteryzuje się małą wodoprzepuszczalnością i niewielką średnicą porów to może spowodować spiętrzenie wody, zablokowanie filtra i powstanie uprzywilejowanej powierzchni poślizgu.

**Charakterystyczna wielkość porów.** Badanie to, zgodnie z PN-EN ISO 12956, ma na celu określenie charakterystycznej wielkości porów pojedynczej warstwy geotekstyliów lub geotekstylnych wyrobów pokrewnych metodą mokrego przesiewania. W badaniu określany jest rozkład wielkości ziaren sortowanego gruntu przechodzącego przez próbkę geotekstylną, pełniącą tu funkcję sita. Po przesianiu sporządza się wykres skumulowanych udziałów



procentowych frakcji przesianego gruntu. Z wykresu odczytuje się dla średnicy zastępczej  $d_{90}$  charakterystyczną wielkość porów  $O_{90}$ .

**Wodoprzepuszczalność w kierunku normalnym do powierzchni materiału w warunkach bez obciążenia.** W normie PN-EN ISO 11058 podano dwie metody badania wodoprzepuszczalności w kierunku prostopadłym do powierzchni materiału:

- metoda stałego naporu hydraulicznego:

Bada się wodoprzepuszczalność pojedynczej, nieobciążonej warstwy materiału przy naporze hydraulicznym około 70 mm, a następnie przy naporach o wartości: 0,8; 0,6; 0,4 i 0,2 wyjściowego naporu hydraulicznego. Prędkość przepływu wody przez próbkę dla poszczególnych naporów mierzy się bezpośrednio lub określa się mierząc czas przepływu znanej objętości wody. Należy sporządzić wykres naporu hydraulicznego w funkcji prędkości przepływu i określić wskaźnik prędkości przepływu dla naporu równego 50 mm - $VI_{H50}$ .

- metoda zmiennego naporu hydraulicznego:

Pojedynczą, nieobciążoną warstwę materiału poddaje się jednokierunkowemu przepływowi wody, przy zmiennym naporze hydraulicznym. Do pomiaru zmiany naporu hydraulicznego wody wykorzystuje się: pomiar zmiany masy wody lub zmiany ciśnienia wody, metodą optyczną lub ultradźwiękową.

Badanie rozpoczyna się przy naporze wody  $H = 250$  mm, a kończy przy  $H = 0$ . Dla wybranych poziomów wody oblicza się prędkości przepływu wody przez materiał, w temperaturze 20°C. Należy również sporządzić wykres naporu hydraulicznego w funkcji prędkości przepływu i określić wskaźnik prędkości przepływu  $VI_{H50}$ .

**Określenie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie materiału** odbywa się wg PN-EN ISO 12958. Kolejno dla dwóch gradientów hydraulicznych równych: 0,1 i 1,0 przeprowadza się serię badań dla poziomów obciążenia: 20, 100, 200 kPa, przykładanych w kierunku normalnym do powierzchni próbki. Pomiar przepływu wody może odbywać się pośrednio (pomiar czasu przepływu mierzonej objętości wody) lub bezpośrednio przy użyciu miernika przepływu. Należy sporządzić wykres przepływu wody w płaszczyźnie materiału w funkcji przykładanego naprężenie normalnego dla dwóch gradientów hydraulicznych.

## 2.4 Trwałość

W celu określenia trwałości wyrobu oraz jego odporności na warunki atmosferyczne, czynniki chemiczne i biologiczne należy przestrzegać zasad podanych w załączniku B do normy PN-EN 13252.



### 3. DOBÓR WYROBÓW NA WARSTWY SEPARACYJNE, FILTRACYJNE I DRENAŻOWE

Wybór wyrobu geosyntetycznego na warstwy filtracyjno-drenażowe jest procesem stosunkowo złożonym, w którym trzeba uwzględniać następujące czynniki determinujące współdziałanie gruntu i geosyntetyku:

- właściwości geowłóknin: wielkość porów, wodoprzepuszczalność, ściśliwość i struktura,
- warunki gruntowe: uziarnienie, wskaźnik różnoziarnistości, zagęszczenie, plastyczność i spójność,
- warunki hydrauliczne: przepływ jednokierunkowy lub odwracalny, gradient oraz wytrącanie chemiczne,
- warunki wbudowywania: uszkodzenia mechaniczne oraz wilgotność gruntu podczas robót.

Wyroby geotekstylne stosowane na warstwy separacyjne i w systemach filtracyjno-drenażowych muszą spełniać kryteria w zakresie właściwości hydraulicznych i mechanicznych. Stosowanie tych kryteriów ma zapewnić zdolność pełnienia założonych funkcji zarówno w trakcie projektowanego okresu eksploatacji materiałów geotekstylnych jak i podczas ich instalacji.

Wyróżnia się trzy rodzaje kryteriów dotyczących właściwości hydraulicznych:

- zatrzymania cząstek gruntu,
- przepuszczalności,
- odporności na kolmatację,

oraz kryteria związane z właściwościami mechanicznymi, z uwagi na:

- rozciąganie,
- przebicie.

#### 3.1 Kryteria właściwości hydraulicznych

##### 3.1.1 Kryterium zatrzymania cząstek (retencji) gruntu

Od 1972 roku, kiedy to Christopher i Holtz przedstawili koncepcję pracy filtra, według której pewna ilość cząstek gruntu może przenikać przez geotekstylię w celu zminimalizowania zatykania się filtra, powstało wiele różnych kryteriów zatrzymania cząstek gruntu, porównujących charakterystyczne wielkości porów geotekstyliów ( $O_{95}$ ,  $O_{90}$ ,  $O_{50}$ ,  $O_{15}$ ) z średnicą zastępczą gruntu, którego większość cząstek ma zatrzymać geosyntetyk ( $d_{90}$ ,  $d_{85}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{15}$ ). Jednym z popularniejszych kryteriów stosowanych od lat w projektowaniu jest kryterium zatrzymania cząstek gruntu wg Koernerera, które dla stałych warunków przepływu można przedstawić w następujący sposób:

$$O_{95} \leq B \cdot d_{85}$$



$O_{95}$  – charakterystyczna wielkość porów wyrobu geotekstylnego [mm],

$d_{85}$  – średnica zastępcza dla gruntu [mm],

$B$  – współczynnik [-], który mieści się w zakresie od 0,5 do 2 i jest funkcją rodzaju filtrowanego gruntu, jego różnoziarnistości, rodzaju wyrobu geotekstylnego i warunków przepływu.

### 3.1.2 Kryterium przepuszczalności

Kryterium przepuszczalności zakłada, że geotekstyliia muszą mieć odpowiednią przepuszczalność w celu zabezpieczenia przed nadmiernym wzrostem ciśnienia wody w porach i do utrzymania odpowiedniego wydatku przepływu. Generalną zasadą jest aby wodoprzepuszczalność wyrobu geosyntetycznego pełniącego rolę filtra była większa od przepuszczalności odwadnianego gruntu.

W większości metod projektowania (w zastosowaniach drogowych oraz w odwodnieniach budowlanych) przyjmuje się, że geotekstyliia powinny mieć przepuszczalność dziesięciokrotnie większą od przepuszczalności odwadnianego gruntu, w przypadku wyrobów o stosunkowo małej grubości (<2mm). Natomiast w przypadku grubych geowłóknin (>2mm) pełniących rolę filtra jej wodoprzepuszczalność powinna być 100 razy większa od przepuszczalności gruntu.

Inni zalecają, aby przepuszczalność geotekstyliów była zwiększona przez dodatkowy współczynnik, traktowany jako współczynnik bezpieczeństwa dla warunków ekstremalnych (gdy awaria może być spowodowana znacznym uszkodzeniem bądź zniszczeniem) oraz dla trudnych warunków gruntowych i hydraulicznych (grunty skłonne do erozji wewnętrznej i wykazujące wysokie gradienty hydrauliczne). Zastosowanie tego współczynnika poparte jest doświadczeniem, które wykazuje, że w geofiltrach używanych w trudnych warunkach gruntowych i hydraulicznych, zatory mogą spowodować zmniejszenie przepuszczalności geotekstyliów (w przybliżeniu o rząd wielkości). Dlatego zwiększona początkowo przepuszczalność ma na celu zapewnienie geotekstyliom odpowiedniej przepuszczalności przez cały czas eksploatacji.

### 3.1.3 Kryterium odporności na kolmatację

Kolmatacja ma miejsce, gdy drobne cząstki gruntu penetrują w głąb geotekstyliów powodując spadek ich przepuszczalności. Udowodniono, że nawet gdyby kryteria przepuszczalności były spełnione, kolmatacja może spowodować uszkodzenie systemów filtrów.

Kolmatacja zależy od relacji między drobinami w gruncie i ich zdolności blokowania większości otworów i porów w geotekstyliach. Dla znacznego zredukowania przepuszczalności i objętości przepływu, większość porów musi być wypełniona cząstkami





gruntu. Dzieje się tak, gdyż geotekstyliaw nawet o małej porowatości zwykle będą bardziej przepuszczalne niż grunt, szczególnie drobnoziarnisty, mający tendencję do stwarzania problemów z zatykaniem.

Chociaż relacje między zatykaniem i charakterystyczną wielkością porów zostały wyraźnie rozpoznane, dotychczas nie wprowadzono do projektowania prostego kryterium odporności na kolmatację. Oprócz właściwej relacji między wielkością porów geotekstyliów a wskaźnikiem uziarnienia gruntów zawierających cząstki drobne, bardzo istotna jest wartości przestrzeni wolnych (porów) w geotekstyliach:

- tkane geotekstyliaw (geotkaniny) więcej niż (4÷6)% wolnych przestrzeni,
- nietkane geotekstyliaw (geowłókniny) więcej niż (30÷40)% wolnych przestrzeni.

Najdokładniejsze dane do projektowania otrzymują się oczywiście z badań długookresowych filtracji wyrób geotekstylny – grunt charakterystyczny dla miejsca wbudowania.

### **3.2 Kryteria uwzględniające cechy mechaniczne**

Przy zastosowaniu geotekstyliów przepuszczalnych na warstwy separacyjno-filtracyjne należy uwzględnić wpływ obciążeń przez wbudowywany grunt, jak również obciążenia w trakcie prowadzenia prac budowlanych. Wyroby geosyntetyczne powinny spełniać kryteria dotyczące ich właściwości mechanicznych, przede wszystkim z uwagi na rozciąganie i przebicie.

W Europie do zagadnienia projektowania warstw filtracyjnych i separacyjnych, zastosowano podejście inżynierskie polegające na doborze wyrobu o odpowiedniej klasie w zależności od zastosowania, co dokładnie opisano w artykule Bolta i Duszyńskiej (1998).

W normie angielskiej klasy właściwości mechanicznych geosyntetyku określa się na podstawie wymaganej wytrzymałości na rozciąganie przy określonym odkształceniu materiału. Numery klasy odpowiadają właściwościom mechanicznym geotekstyliów. Klasyfikacja zaczyna się od 1, co oznacza najmniejszą wytrzymałość mechaniczną, a kończy na klasie 7, charakteryzującej się największą wytrzymałością mechaniczną. Każdej klasie odpowiada minimalny poziom wymagań.

Inną propozycję przyporządkowania klas wytrzymałości geotekstyliów zawarto w normie niemieckiej. Klasy wytrzymałości określa się na podstawie rodzaju wyrobu (geotkanina, geowłóknina) i polimeru, z którego został on wytworzony oraz masy powierzchniowej i maksymalnej siły rozciągającej dla materiałów o wyższej wytrzymałości na rozciąganie (tkaniny, dzianiny) lub siły przebijającej w badania CBR dla materiałów o dużej odkształcalności.



Przy doborze wyrobów na warstwy separacyjne konieczne jest powiązanie klasyfikacji właściwości mechanicznych geotekstyliów z warunkami „in situ”. Klasy można powiązać z wytrzymałością podłoża (badanie CBR) oraz maksymalną miarodajną średnicą kruszywa układanego na warstwach geotekstylnych.

#### **4. PODSUMOWANIE**

Prowadzona dyskusja nad zasadami projektowania i przeprowadzania badań geosyntetyków znajduje swoje odzwierciedlenie w opracowywanych obecnie normach europejskich, które na bieżąco są wdrażane również w naszym kraju.

W przypadku oceny przydatności materiałów geosyntetycznych w konkretnych sytuacjach projektowych warstw separacyjnych i filtracyjno-drenażowych, wskazane jest przyjmowanie za podstawę schematów klasyfikacyjnych uwzględniających parametry mechaniczne geosyntetyków (odporność na przebicie, wytrzymałość na rozciąganie, odkształcalność) oraz ich właściwości hydrauliczne (wodoprzepuszczalność, charakterystyczna wielkość porów), pod warunkiem że cechy te dla konkretnych wyrobów zostaną określone prawidłowo z uwzględnieniem warunków, w których filtry czy separatory geosyntetyczne będą pracować w konstrukcji.

Biorąc pod uwagę, że wyroby geosyntetyczne powinny pełnić przypisane im funkcje w założonym okresie użytkowania, wskazane jest aby klasy ich właściwości mechanicznych i hydraulicznych były potwierdzane przez badania kontrolne na próbkach pobranych z obiektów bezpośrednio po wbudowaniu materiału (w celu sprawdzenia czy w czasie instalacji nie uległy zmianie parametry materiału) oraz badania okresowe (ze względu na zmiany reologiczne i procesy starzenia materiału).

#### **5. LITERATURA**

1. Bolt A. F., Duszyńska A., 1998. Kryteria doboru geosyntetyków jako warstwy filtracyjne i separacyjne. *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 1/1998: 25-31.
2. PN-ISO 10319:2008 Geosyntetyki. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
3. PN-EN ISO 11058:2010 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Wyznaczanie wodoprzepuszczalności w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu, bez obciążenia.
4. PN-EN ISO 12236:2007 Geosyntetyki. Badanie statycznego przebicia (metoda CBR)
5. PN-EN ISO 12956:2010 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Wyznaczanie charakterystycznej wielkości porów.



6. PN-EN ISO 12958:2010 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu.
7. PN-EN 13252:2002 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w systemach drenażowych.
8. PN-EN ISO 13433:2007 Geosyntetyki. Badanie dynamicznego przebicia (metoda spadającego stożka).

## **USE OF GEOSYNTHETIC TESTS FOR DESIGNING OF SEPARATION AND FILTRATION-DRAINAGE LAYERS**

**Abstract:** The paper presents the principles for evaluating suitability of geosynthetic materials in specific design situations - for separation layers and filtration-drainage systems. The safest course is taking into account the mechanical properties of geosynthetics (puncture resistance, tensile strength, deformability) and their hydraulic properties (water permeability, characteristic pore size), provided that such features for specific products will be determined properly taking into account the conditions in which filters and separators will be working in construction.

**Key-words:** geosynthetic, non-woven geotextile, separation layer, filtration and drainage layer, puncture resistance, tensile strength, water permeability, characteristic opening size.

**Adres autora do korespondencji:** dr inż. Angelika Duszyńska, Katedra Geotechniki, Geologii i Budownictwa Morskiego, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11, 80-233 Gdańsk, e-mail: adusz@pg.gda.pl