

Borys BORÓWKA, Rafał JENDRUŚ
Politechnika Śląska, Gliwice
Sławomir BAWIEC
Firma Realizacyjna BAZET, Pawłowice

ZASTOSOWANIE NOWOCZESNYCH GEOSYNTETYKÓW DO REKULTYWACJI SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH ORAZ MOŻLIWOŚCI ICH WYKORZYSTANIA W GÓRNICTWIE PODZIEMNYM

Streszczenie. W artykule przedstawiono informacje dotyczące charakterystyki oraz zastosowania w przemyśle nowoczesnych rodzajów geosyntetyków. Zaprezentowano ponadto, oparte na własnych projektach, praktyczne przykłady zastosowania tego tworzywa do rekultywacji składowiska odpadów komunalnych oraz przedstawiono możliwości jego zastosowania w górnictwie.

MODERN APPLICATION GEOSYNTETIC TO RECLAMATION OF WASTE DUMP AND USE POSSIBILITY OF THEM IN UNDERGROUND MINING

Summary. The paper presents information regarding of characteristic and apply of geosynthetic materials in industry. Moreover have presented practice simples of use of this material in mining and reclamation of waste damp.

1. Wprowadzenie

Materiały geosyntetyczne mają szeroką gamę zastosowań. Są one stosowane przede wszystkim w konstrukcjach inżyniersko-budowlanych, ale mogą mieć także zastosowanie w innych gałęziach przemysłu, np. w górnictwie lub do rekultywacji terenów. Ze względu na zastosowanie do ich produkcji tworzyw polimerycznych, w zależności od zastosowania

i przeznaczenia, geosyntetyki mogą spełniać różne funkcje, tj. mechaniczne, hydrauliczne, a także biologiczne.

Geosyntetyki to przede wszystkim tworzywa o charakterze ciągłym, pasmowym, produkowane w formie rulonów o przewadze wymiarów długościowych i grubościach najczęściej od kilku dziesiątych mm do kilkunastu mm. Wykonywane są one z całej gamy współczesnych surowców chemicznych, spośród których głównymi są: polipropylen (PP), poliester (PES) i poliwinylalkohol (PVA).

Ze względu na ciągły i pasmowy charakter geosyntetyków, oczekuje się od nich także określonych własności, zwłaszcza wytrzymałościowych, dzięki czemu możemy rozróżnić geosyntetyki zbrojące i hydrotechniczne oraz mające cechy obu tych rodzajów, w zakresie: wytrzymałości na rozciąganie (określanej wzdłuż i w poprzek), wytrzymałości na przebicie statyczne, stopnia (procentu) wydłużenia przy zerwaniu.

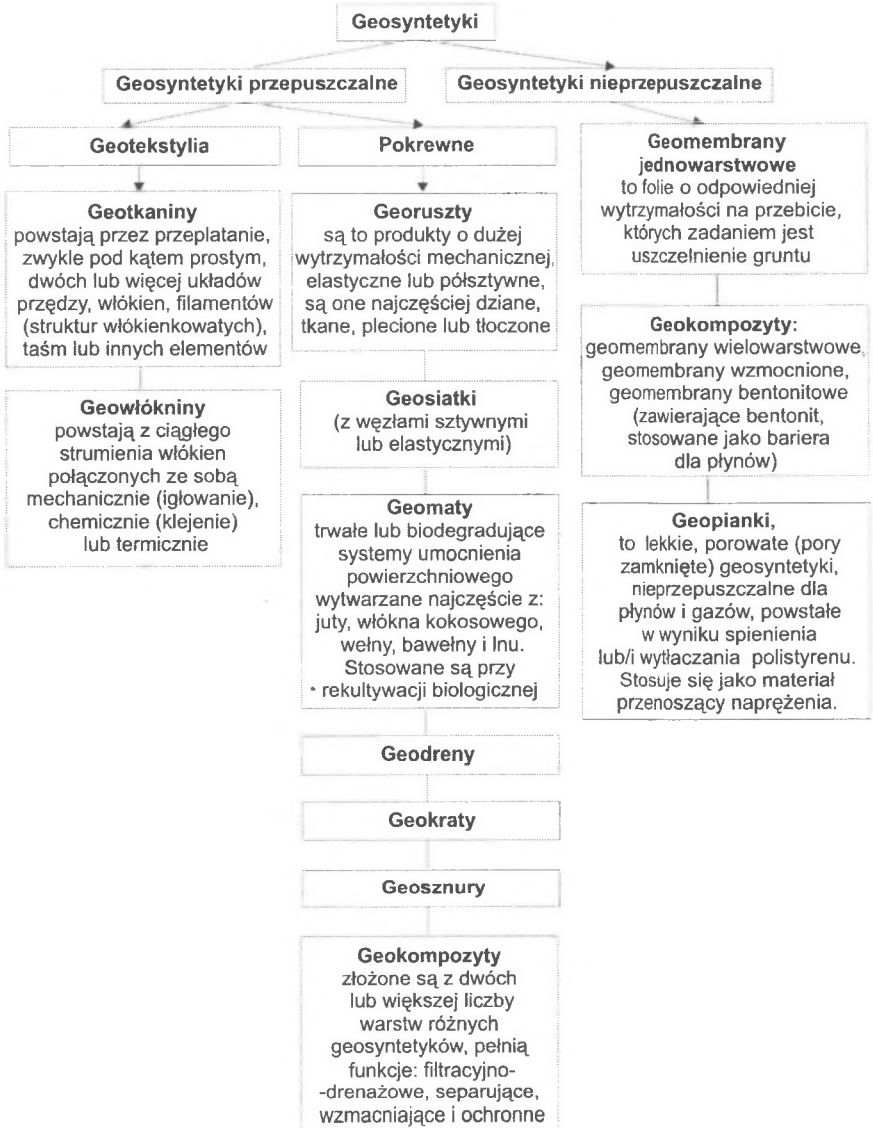
Ogólnie materiały geosyntetyczne można podzielić na przepuszczalne (przepuszczalne dla wody i innych cieczy, przepuszczalne dla wody, a nieprzepuszczalne dla niektórych innych cieczy, np. dla węglowodorów) i nieprzepuszczalne. Ogólny podział geosyntetyków uwzględniający także sposób ich wytworzenia przedstawiono na rys. 1. Poszczególne ich rodzaje stosuje się najczęściej do:

- separacji od siebie warstw konstrukcyjnych-budowlanych (obiekt budowlany w rozumieniu Prawo Budowlane, Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami),
- oddzielenia od siebie materiałów o zróżnicowanych własnościach fizykochemicznych,
- skutecznej i stabilnej filtracji cieczy, przez jej oddzielenie z mieszaniny ciała stałego,
- transportu cieczy (wody); w poprzek oraz wzdłuż grubości geosyntetyku,
- zabezpieczenia przez osłonięcie geosyntetykiem powierzchni innego, „tradycyjnego” materiału konstrukcyjnego [1,5].

W Polsce stosowanie geosyntetyków jest w dalszym ciągu mało rozpowszechnione. Dotyczy to głównie zastosowania w górnictwie; przy rekultywacji terenów materiał ten jest natomiast stosowany w coraz większym zakresie. W artykule przedstawiono zatem przykłady zastosowania geosyntetyków w obu tych dziedzinach.

2. Przykład zastosowania geosyntetyków w rekultywacji składowiska odpadów komunalnych w Lipnie wg projektu Firmy Realizacyjnej Bazet

Miejsko-gminne składowisko odpadów komunalnych w Lipnie usytuowano w wyrobisku po eksploatacji żwiru. Składowisko to przeznaczone było do składowania odpadów tzw. innych niż niebezpieczne i funkcjonowało w latach 1987-2007 [3].



Rys. 1. Ogólny podział materiałów geosyntetycznych
Fig. 1. Global division of geosynthetic materials

Celem rekultywacji składowiska odpadów komunalnych w Lipnie było powstrzymanie degradacji środowiska wodno-gruntowego oraz zabezpieczenie przyległych terenów rolniczych przed potencjalnym zanieczyszczeniem bakteriologicznym i mikrobiologicznym.

W projekcie tym przewidziano m.in. zastosowanie szerokiej gamy materiałów geosyntetycznych zgodnie z projektem Firmy Realizacyjnej BAZET z Pawłowic [4]. Firma ta specjalizuje się m.in. w projektowaniu i wykonywaniu systemów uszczelnień z geosyntetyków dla składowisk odpadów, jak również projektowaniem konstrukcji nawierzchni drogowych objętych wpływem działalnością górniczej.

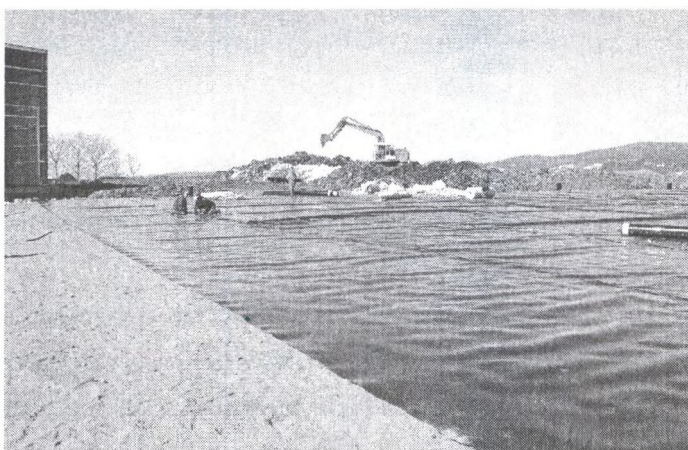
Projekt rekultywacji omawianego składowiska odpadów komunalnych obejmował dwa etapy. Pierwszy etap polegał na wzmocnieniu i stabilizacji terenu składowiska odpadów, drugi etap dotyczył tzw. technicznego sposobu jego zamknięcia.

Realizacja zadań pierwszego etapu dotyczyła w pierwszej kolejności uformowania bryły składowiska, wykonania szczelnego wału opaskowego wraz z systemem drenażu wewnętrznego (dla przejścia odcieków z konsolidacji) i zewnętrznego (dla przejścia wód opadowych z powierzchni bryły składowiska). Na tym etapie prac wykonano także platformę roboczą i tzw. warstwę dociskową dla konsolidacji odpadów (zamknięcie tymczasowe). Wał opaskowy oraz drenaż wewnętrzny uszczelniono warstwą geomembrany PEHD grubości 2,5 mm, zabezpieczonej w części dolnej i górnej warstwą geowłókniny ochronnej wykonanej z PP (typ A). Wypełnienie drenażu stanowiło kruszywo łamane. Warstwę nośną tzw. platformę roboczą stanowiła warstwa kruszywa łamanego o grubości 50 cm i zbrojenie w podstawie z wykorzystaniem geosiatki Fortrac z PVA (typ B). Warstwa ta pełniła również rolę warstwy dociskowej, drenażowej i gazoprzepuszczalnej. Następnie na powierzchni platformy roboczej ułożono warstwę geowłókniny ochronnej (typ A), na której ułożono dodatkowo tymczasową warstwę uszczelniającą z geomembrany PEHD grubości 1,5 mm. W celu zabezpieczenia tej geomembrany przed promieniami UV kolejną czynnością było ułożenie na niej ochronnego geosyntetyku w formie geotkaniny (typu C) i obciążenie go punktowo piaskiem lub innym materiałem nasypowym.

Drugi etap rekultywacji składowiska dotyczył, jak już wspomniano, technicznego sposobu zamknięcia składowiska i obejmował głównie odwodnienie i odgazowanie składowiska oraz zabudowę biologiczną.

Przed przystąpieniem do wykonania uszczelnienia składowiska konieczne było usunięcie tymczasowych warstw ochronnych, tj. geowłókniny typu A, geomembrany PEHD 1,5 mm oraz geotkaniny typu C.

Na uprzednio wyprofilowaną i zagęszczoną statycznie warstwę kruszywa nałożono pierwszą warstwę konstrukcyjną systemu zamknięcia składowiska, tj. geowłókninę separacyjną typu A (rys. 1). Do tego celu wykorzystano geowłókninę zastosowaną do wykonania tymczasowego uszczelnienia składowiska. W dalszej kolejności naniesiono i zagęszczono warstwę piasku o miąższości ok. 5-10 cm, frakcji 0,2 mm. W warstwie tej ułożono rury drenarskie PVC służące do przemieszczania gazu spod czaszy składowiska. Następnie w celu uszczelnienia całość przykryto geomembraną PEHD grubości 2,5 mm i trwale połączono ją z tym samym geosyntetykiem, którego użyto do uszczelnienia wału opaskowego (połączenie wykonano w strefie skarpy zewnętrznej wału opaskowego). W dalszej kolejności ułożono warstwę geokompozytu drenażowego typu D, spełniającego funkcję ochronną i drenażową. Geokompozyt ten składał się z trzech warstw, dolna pełniła funkcję separacji, środkowa to mata przestrzenna (mało ściśliwa) spełniająca rolę medium filtracyjnego, o bardzo dużej wodoprzepuszczalności poziomej, góra pełniła także funkcję filtracyjną. W dalszej kolejności przeprowadzono rekultywację biologiczną, której opis, ze względu na nieco inny zakres zagadnień, pominięto.



Fot. 1. Przykład układania materiałów geosyntetycznych w składowisku odpadów
Phot. 1. Example of putting down the geosynthetic materials in waste disposal ground

3. Zastosowanie geosyntetyków w górnictwie węgla kamiennego

Materiały geosyntetyczne mogą mieć zastosowanie w górnictwie węgla kamiennego zarówno w warunkach dołowych, jak i na terenach objętych wpływem działalności górniczej i terenach rekultywowanych.

Wiadomo, iż obszar Górnośląskiego Zagłębia Węglowego stale poddawany jest niekorzystnym wpływom działalności górniczej, związanym m.in. z występowaniem deformacji powierzchni terenu. Wynikające z tego powodu szkody górnicze oddziałują negatywnie na obiekty budowlane już istniejące, a ze względu na niestabilne podłoże mogą zagrażać przyszłym konstrukcjom. Przy tego typu zagrożeniach, ze względu na swoje właściwości (rys. 1), materiały geosyntetyczne mogą znajdować coraz większe zastosowanie. Dotyczy to przede wszystkim zastosowania w celu zwiększenia stabilności podłoża konstrukcji budowlano-inżynierskich przy budowie np. obiektów liniowych (autostrady), jak również innych obiektów inżynierskich, takich jak: mostów, wiaduktów drogowych lub kolejowych.

Geosyntetyki stosowane są również do rekultywacji zwałowisk górniczych oraz do zbrojenia konstrukcji nasypów wykonywanych np. z nieprzepalonych odpadów powęglowych lub innych materiałów zakwalifikowanych jako odpadowe. Stosowanie geosyntetyków na tak specyficznym podłożu, gdzie występują także deformacje terenu, jest z jednej strony w pewnym stopniu ograniczone, z drugiej jednak strony stwarza możliwość zastosowania szerokiej gamy materiałów geosyntetycznych w coraz to większym zakresie.

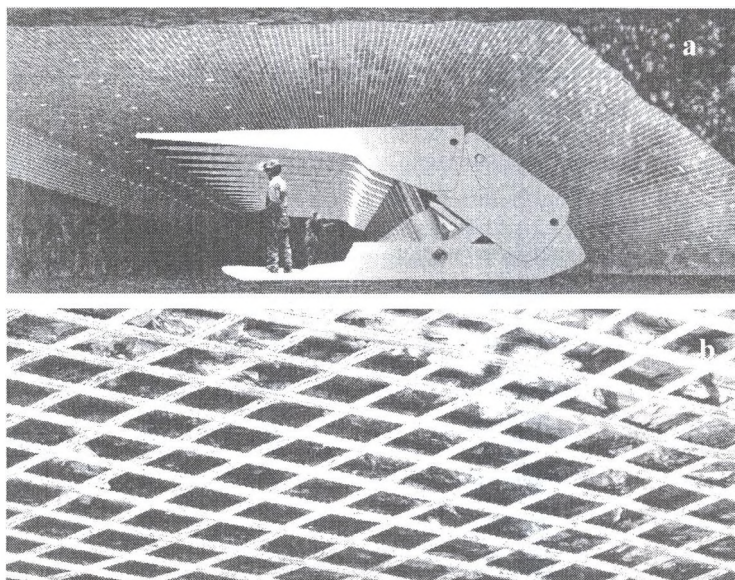
Zastosowanie natomiast geosyntetyków w warunkach dołowych jest w znacznym stopniu ograniczone. Jest to związane przede wszystkim z wymogami bezpieczeństwa. Materiały geosyntetyczne stosowane w górnictwie podziemnym na świecie (m.in. USA), zanim zostaną zastosowane, muszą przejść cały szereg badań laboratoryjnych. Badania te dotyczą przede wszystkim ich własności wytrzymałościowych, jak również specjalistycznych badań określonych przez odpowiednie wymogi bezpieczeństwa.

W wyrobiskach podziemnych materiały geosyntetyczne stosuje się najczęściej do zabezpieczenia wyrobiska eksploatacyjnego przed opadającymi w przestrzeń roboczą skałami stropowymi. Do tego celu stosuje się materiał geosyntetyczny w postaci geosiatki, wykonanej z poliestru, poliwinylalkoholu bądź aramidu o odpowiednich parametrach wytrzymałościowych. Siatki takie mocuje się na stropie i w części przystropowej za pomocą specjalnych kotwi (rys. 2), [1, 2, 5]. Tego typu metodę zabezpieczenia stropu stosuje m.in. kopalnia węgla kamiennego w Rangely, stan Colorado w USA.

Należy jednakże pamiętać, iż w warunkach dołowych geosyntetyki muszą spełniać określone wymagania. Nie mogą one ulegać przede wszystkim zjawiskom elektrostatycznym, gdyż w przeciwnym razie może dojść w wyrobisku do wybuchu metanu, pyłu węglowego, itp. Należy zatem wziąć pod uwagę geologiczno-górnice warunki występowania wyrobiska i projektować zastosowanie geosyntetyków w miejscach, w których warunki podziemnej

eksploatacji są na tyle korzystne, aby wyrób taki spełniał w pełni swoje zadanie. Do warunków tych zaliczyć trzeba przede wszystkim wspomniany brak lub niewielki stopień zagrożeń naturalnych w postaci metanu czy pyłu węglowego.

W polskim górnictwie węgla kamiennego, ze względu na trudne warunki eksploatacji oraz odpowiednie przepisy regulujące zagadnienia bezpieczeństwa pracy, stosowanie materiałów geosyntetycznych w postaci geosiatek na dzień dzisiejszy jest zabronione.



Rys. 2. Przykład zastosowania geosiatki w podziemnym wyrobisku górniczym (a), zbliżenie geosiatki (b)
Fig. 2. Example of apply a geosynthetic material in working (a), magnify picture (b)

4. Podsumowanie

Materiały geosyntetyczne znajdują w przemyśle coraz większe zastosowanie. Wynika to przede wszystkim ze wzrastającego zróżnicowania produktów geosyntetycznych, oferowanych przez coraz większą gamę producentów, jak również z poprawy ich jakości, a tym samym także ich właściwości.

W obecnych czasach tzw. „rynek inżynierski” jest coraz bardziej wymagający. W różnego typu projektach, oprócz wymagań związanych z bezpieczeństwem czy też dotyczących ochrony środowiska, wymaga się, aby dane projekty były również tanie i estetyczne. Spełnienie wyżej wymienionych wymogów odzwierciedla projekt zastosowania

geosyntetyków do rekultywacji składowiska odpadów komunalnych w Lipnie. Duża część tego typu projektów wykonywanych w minionych latach wykorzystywała materiały geosyntetyczne w niewielkim zakresie, np. jako materiał izolacyjny lub poprawiający stabilność zbocza skarpy. W omawianym projekcie rekultywacji składowiska pokazano, że z pewnością innowacyjnym, lecz także coraz częściej stosowanym, rozwiązaniem jest wykorzystanie geosyntetyków do innych celów niż wyżej wymienione, np. do ochrony przed promieniowaniem UV oraz drenażowych, spełniających funkcję filtracji i separacji. Zaletą użycia geosyntetyków jako warstwy drenażowej jest także jej niewielka miąższość w porównaniu z tradycyjną piaszczysto-żwirową warstwą drenażową (zwiększająca sumaryczną miąższość warstw rekultywacyjnych składowiska). Należy także uwzględnić, iż nakłady finansowe na inwestycje związane z użyciem geosyntetyków są znacznie mniejsze od metod tradycyjnych.

Wykorzystanie geosyntetyków w górnictwie podziemnym w chwili obecnej jest, jak wiadomo, niemożliwe ze względów formalnoprawnych. Podobnie jak w USA, mogłyby one być jednakże z powodzeniem stosowane do podtrzymywania stropów nie tylko w górnictwie węglowym, ale także rudnym lub też chociażby w kopalni soli w Kłodawie. W kopalni tej bowiem występuje zagrożenie oberwania skał stropowych m.in. w komorach przeznaczonych do zwiedzania. Zabezpieczenie stropu materiałem geosyntetycznym w tych wyrobiskach znacznie zmniejszyłoby ryzyko oberwania się stropu.

BIBLIOGRAFIA

1. Ajdukiewicz J.: Niektóre aspekty stosowania geosyntetyków w Polsce. XVII Dni Technika. Wydawnictwo OSITKom, zeszyt 105, seria: Materiały Konferencyjne nr 55, Kraków 2003.
2. Ajdukiewicz J.: Geosyntetyki - nowoczesne materiały konstrukcyjne oczekujące na szersze zastosowania w górnictwie krajowym. VIII Międzynarodowe Sympozjum „Geotechnika '98”, Ustroń 1998.
3. Projekt Techniczny Rekultywacji Składowiska Odpadów Komunalnych w Lipnie.
4. www.bazet.pl (05.2008 r.).
5. www.huesker.com (05.2008 r.).