

HEBO

HEBO Poznań Sp. z o.o.
60-615 Poznań, ul. Podolska 27 a, tel./fax (+48 61) 848-33-17, tel. (+48 61) 8 470 925



Certyfikat Nr 0001
Polskiego Komitetu Geotechniki

Poznań, 10.12.2007 r.

Koreferat do opracowania Przedsiębiorstwa „Geosyntex” Sp. z o.o. pt. „Techniczny sposób zamknięcia składowiska fosfogipsu w Wiślince Tom I Rekultywacja techniczna”,

Gdynia 31 października 2007 r.

Koreferat wykonano na zlecenie Gdańskich Zakładów Nawozów Fosforowych „Fosfory” Sp. z o. o. z dnia 16 listopada 2007 roku.

Przedmiotem niniejszego koreferatu jest opracowanie pt. „Techniczny sposób zamknięcia składowiska fosfogipsu w Wiślince Tom I Rekultywacja techniczna”, wykonane przez firmę „Geosyntex” Sp. z o.o. W koreferacie odnoszę się tylko do technicznej strony rekultywacji składowiska w Wiślince, aczkolwiek zdaje sobie sprawę z tego, że przyjęte w części technicznej rozwiązania są związane z przyjętym sposobem rekultywacji biologicznej, czyli z zaproponowaną przez Zespół autorski koncepcją biologicznego oczyszczania odcieków z hałdy wraz z wykorzystaniem wierzchowiny hałdy.

Techniczny sposób zamknięcia dotyczy składowiska fosfogipsu, odpadu przemysłowego powstałego w Gdańskich Zakładach Nawozów Fosforowych "FOSFOR" Spółka z o. o. Składowisko jest zlokalizowane na terenie dawnego wyrobiska gliny w Wiślince k/Gdańska, w odległości około 100-150 m od brzegu Martwej Wisły. Składowisko ma kształt wydłużonej hałdy o wysokości dochodzącej do 41 metrów nad poziomem terenu. Wewnątrz hałdy znajduje się szeroki wąwóz, którym odpad jest transportowany na odkład systemem taśmociągów. Powierzchnia zajmowana przez składowisko wynosi 34 ha. Całkowita pojemność składowiska, przy wysokości składowania 41 m oraz płaskiej wierzchowinie, jest określana na około 16,0 mln ton fosfogipsu. Wokół hałdy fosfogipsu znajduje się kanał opaskowy o długości 1215 m i szerokości kilku metrów, usytuowany bezpośrednio między hałdą a wałami okalającymi składowisko. Ponadto składowisko zabezpieczone jest zewnętrznym rowem opaskowym zbierającym wody systemu melioracyjnego Żuław Gdańskich. W bezpośrednim sąsiedztwie składowiska znajduje się zbiornik odcieków o łącznej powierzchni 24 tys.m².

Fosfogips powstaje w wyniku reakcji fosforanów wapnia, zawartych w fosforytach, z kwasem siarkowym. W wyniku reakcji otrzymuje się dwuwodny siarczan wapnia (zwany potocznie fosfogipsem) i kwas fosforowy, który jest głównym surowcem do produkcji nawozów fosforowych. Fosfogips zaliczony jest do grupy odpadów nie niebezpiecznych (nr klasyfikacji odpadów 060980- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów - Dz. U. Nr 112 z 2001 r., poz. 1206), stąd przedstawione przez autorów projektu rozwiązania techniczne są adekwatne do kategorii odpadu i spełniają wymagania zawarte w warunkach technicznych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. z 2003 r. Nr 61, poz. 549).

Z punktu widzenia geotechniki fosfogips jest traktowany jako grunt antropogeniczny. Biorąc pod uwagę jedynie uziarnienie, można zaliczyć go, w stanie świeżym do pyłów i pyłów piaszczystych. Uziarnienie fosfogipsów zmienia się od 0.02 mm do 0.5 mm, z tym że od 60 do 80 % ziaren przechodzi przez sito 0.075 mm. Dane te należy traktować jako orientacyjne, gdyż krzywa uziarnienia fosfogipsu może się zmieniać w czasie, w miarę postępującego procesu krystalizacji.

Autorzy projektu przewidują wykorzystanie do wykonania przypory głównie świeżego fosfogipsu, będącego odpadem z produkcji kwasu fosforowego w GZNF „Fosfory” Sp. z o.o. Zastosowanie świeżego fosfogipsu do zamykania hałdy w Wiślince wynika głównie z warunków stateczności, z procesu krystalizacji, który zwiększa wytrzymałość fosfogipsu i dużej wilgotności, ograniczającej pylenie w trakcie wykonywania robót ziemnych. Zastosowanie gruntu antropogenicznego do zamknięcia składowiska ułatwi bezpieczne prowadzenie robót ziemnych i sprzyjać będzie zwiększeniu wytrzymałości projektowanych budowli ziemnych na skutek procesów przyspieszonej krystalizacji fosfogipsu. Zastosowanie świeżych fosfogipsów jest również racjonalne z punktu widzenia deficytu gruntów. Sytuacja ta jest spowodowana prowadzeniem na dużą skalę programu robót drogowych w Polsce. Praktyka wykorzystywania odpadów do rekultywacji technicznej i biologicznej składowisk odpadów przemysłowych jest w Polsce powszechna i dlatego należy uznać ten sposób postępowania Autorów za jak najbardziej prawidłowy.

Trudno mówić o jednolitej wytrzymałości fosfogipsu w hałdzie. Wytrzymałość wierzchniej warstwy (3.0 do 5.0 metrów poniżej powierzchni hałdy), zbudowanej z w miarę świeżych fosfogipsów, jest stosunkowo niska. Znajdują się w tej warstwie kawerny i szczeliny, wynikające zarówno z procesu krystalizacji, jak i działalności erozyjnej wód opadowych. Poniżej tej warstwy zalega już silnie skryształizowana skała o dużej wytrzymałości, która od powierzchni hałdy zwiększa się wraz z głębokością. Wpływ na zwiększanie się wytrzymałości skały posiada także proces

konsolidacji. Silnie skonsolidowana skała jest w miarę jednolita, chociaż jak wykazują Autorzy stwierdzono w początkowym okresie budowy hałdy (około 20.0 m) w jej wnętrzu, nawiercone zwierciadło wody na wysokości do 8.0 metrów powyżej podstawy. Wszystkie badania przeprowadzone w 2007 r. potwierdzają występowanie zwartego masywu na głębokości około 5.0 metrów od powierzchni hałdy, a na skarpach w przedziale głębokości od 3 do 5 metrów.

Gęstość właściwa szkieletu gruntowego zmienia się dla fosfogipsu w granicach 2.3 do 2.5 g/cm³. Współczynnik wodoprzepuszczalności zmienia się od $1.3 \cdot 10^{-4}$ do $2.1 \cdot 10^{-5}$ cm/s, co odpowiada wodoprzepuszczalności mało spoistych gruntów pylastych.

Wilgotność fosfogipsu świeżego, przywożonego barką na hałdę, wynosi około 25 %. W samej hałdzie od 5 do 20 %. Ta mniejsza wartość występuje w podstawie hałdy, w silnie skonsolidowanej warstwie fosfogipsu. Grunt ten charakteryzuje się silnymi właściwościami higroskopijnymi i pęcznieniem, w przypadku doprowadzenia wody. Autorzy stwierdzili ten efekt w trakcie wierceń inklinometrów w podstawie hałdy. Silne pęcznienie występowało w momencie doprowadzenia płuczki wodnej.

Na podstawie badań Proctora Autorzy udokumentowali, że wilgotność optymalna fosfogipsu zmienia się od 15 do 18 %, stąd istnieje konieczność podsuszania fosfogipsu, przed ułożeniem w nasypie przypory. W okresach wzmożonych opadów deszczu niezbędne będzie mieszanie świeżych fosfogipsów ze starymi, w celu obniżenia ich wilgotności. Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego zmienia się od 1.44 do 1.65 g/cm³.

Przedstawiony przez Autorów opracowania techniczny sposób zamknięcia składowiska fosfogipsu w Wiślince należy uznać za prawidłowy, zarówno z punktu widzenia stateczności hałdy jak i działań mających na celu ochronę środowiska.

Projekt technicznego sposobu zamknięcia składowiska fosfogipsu w Wiślince obejmuje dwie podstawowe konstrukcje ziemne:

- a) przyporę od strony Martwej Wisły wraz z docelową drogą dojazdową na wierzchowinę hałdy,
- b) zabudowę wąwozu technologicznego wewnątrz hałdy, którym odbywa się transport fosfogipsu na hałdę i w którym istnieje tymczasowa droga dojazdowa na wierzchowinę hałdy.

Utworzenie przypory od strony Martwej Wisły złagodzi skarpy hałdy, obecnie miejscami zbyt strome, a także umożliwi złagodzenie dwóch stożków nasypowych, których stateczność w chwili obecnej jest niewystarczająca.

Bardzo istotne, z punktu widzenia ochrony środowiska, jest zamknięcie wąwozu w środku hałdy, którym spływają w trakcie ulewnych opadów deszczu duże ilości wód zawierających zanieczyszczenia. Zamknięcie wąwozu będzie oznaczało jednocześnie likwidację jedynej technologicznej drogi transportu fosfogipsu na hałdę, a tym samym definitywne zamknięcie składowiska fosfogipsu w Wiślince.

Projekt poprzedzony został bardzo obszernym programem badań geotechnicznych, mimo istnienia kompletnej, archiwalnej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dotyczącej składowiska. Na podkreślenie zasługuje wykorzystanie nowoczesnych metod rozpoznania podłoża gruntowego (w tym przypadku gruntu antropogenicznego), takich jak sondowanie sondą statyczną CPTU, pomiary inklinometryczne, badania georadarowe i elektromagnetyczne. Szkoda, że ze względu na stopień zeskalenia masywu hałdy nie udało się dokonać penetracji hałdy na całej jej wysokości. Jak stwierdzają jednak Autorzy badań fosfogips wykazuje duże właściwości tłumiące sygnały.

Przeprowadzone badania pozwoliły Autorom projektu na stwierdzenie, że hałda stanowi zeskalony masyw, na którego powierzchni spoczywa 3 do 5 metrowa luźniejszego fosfogipsu. Tezę tą potwierdzają wyniki pomiarów inklinometrycznych w podstawie hałdy, w których przemieszczenia poziome gruntu mieszczą się w granicach błędu pomiaru. Obserwacje te raczej wykluczają możliwość wypierania warstw gruntu słabego (szczególnie namułów organicznych) spod hałdy.

Dlatego za słuszne należy uznać założenie, przyjęte przez Autorów w obliczeniach statycznych, o możliwości występowania lokalnych osuwisk powierzchniowych. W obliczeniach tych Autorzy szczególną uwagę zwrócili na zagadnienia kontaktowe między różnymi rodzajami powierzchni: warstwa roślinna- fosfogips, stary-nowy fosfogips. Bardzo ważny jest wniosek autorów o konieczności usunięcia z powierzchni kontaktu warstwy roślinnej, która stanowić może potencjalną warstwę poślizgową, wyraźnie redukującą stateczność hałdy. Podkreślenia wymaga także bardzo wszechstronna analiza procesów, które mogą mieć wpływ na stateczność hałdy, a mianowicie generowanie nadwyżki ciśnienia porowego w przypadku zbyt szybkiej budowy obwałowań oraz uwzględnienie losowych obciążeń, w postaci zasilania wód stagnujących na składowisku w wyniku intensywnych opadów atmosferycznych.

Na podkreślenie zasługują nowoczesne metody projektowania zastosowane przez Autorów projektu, a w szczególności zbudowanie numerycznego modelu przestrzennego hałdy i obliczenia stateczności hałdy metodą elementów skończonych. Obliczenia wykazały wystarczającą stateczność hałdy w jej ostatecznym kształcie.

Zbudowanie modelu przestrzennego hałdy umożliwia, oprócz wykonywania obliczeń statycznych, dokonanie dokładnego obmiaru kubatury robót ziemnych przy dosyć skomplikowanym, pod

względem geometrycznym, kształcie hałdy. Model ten ułatwia również analizę oddziaływania hałdy na środowisko.

Na uwagę zasługuje przyjęta przez projektantów koncepcja etapowego zamykania składowiska w Wisłince, która jest jak najbardziej zgodna z zaleceniami normy europejskiej EN 1997-1 „Projektowanie geotechniczne”. W normie tej w przypadku obiektów w trzeciej kategorii geotechnicznej, a do takiej niewątpliwie należy zaliczyć hałdę w Wiślince, zaleca się jednocześnie projektowanie i prowadzenie robót ziemnych tak zwaną metodą „obserwacyjną”. Z tą metodą wiąże się długa faza przygotowawcza robót o charakterze doświadczalnym, mająca udzielić niezbędnych informacji do fazy ostatecznej, to znaczy bezpiecznego zamknięcia składowiska odpadów w Wiślince. Autorzy wielokrotnie podkreślają w projekcie wspomnianą wcześniej konieczność stopniowego prowadzenia robót ziemnych. Zbyt szybkie prowadzenie robót ziemnych może bowiem doprowadzić do nadmiernego przyrostu ciśnienia wody w porach gruntu, gwałtownego spadku naprężeń efektywnych, a tym samym do utraty stateczności budowli ziemnej.

Autorzy projektu dużą uwagę poświęcają konieczności kontroli jakości robót ziemnych, a także przeprowadzaniu połowych badań kontrolnych mających na celu potwierdzenie przyjętych wcześniej założeń obliczeniowych.

Przedsięwzięcia techniczne, mające na celu ograniczenie oddziaływania hałdy na środowisko, również należy uznać za wystarczające z punktu widzenia obecnego stanu zaawansowania szerokiego programu badań na hałdzie. Wykonanie systemów drenażowych w podstawie hałdy i odpowiednie wyprofilowanie kanału opaskowego sprzyjać będzie zachowaniu jej stateczności, poprzez redukcję ciśnienia wody w porach gruntu.

Na zakończenie chciałbym zwrócić uwagę na bardzo ładną szatę graficzną projektu, ułatwiającą zrozumienie przedstawionych przez autorów projektu rozwiązań.

Opracował



Prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Młynarek

upr. CUG 070548 Certyfikat PKG 002