

Piotr GĄSKA
Politechnika Rzeszowska
Zakład Geotechniki i Hydrotechniki

AWARIA FRAGMENTU DNA NIECKI MODERNIZOWANEGO I REKULTYWOWANEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH W KROŚNIE

Konieczność deponowania odpadów komunalnych w składowisku w Krośnie wpłynęła na podjęcie decyzji o modernizacji pustej części niecki w celu dostosowania jej konstrukcji do aktualnych wymogów prawa dotyczącego deponowania odpadów w środowisku naturalnym oraz rekultywacji części składowiska wypełnionego odpadami.

W trakcie realizacji projektu budowlanego, w nieodpowiednim etapie prowadzenia robót budowlanych, zwiększono wysokość skarpy zdeponowanych odpadów, co skutkowało utratą stateczności, głównie gruntu dna niecki składowiska u podnóża skarpy.

1. Wstęp

Składowisko odpadów komunalnych (innych niż niebezpieczne i obojętne) jest zlokalizowane na granicy Krosna, w miejscu lokalnego jaru na zboczu o ekspozycji północnej. Z chwilą rozpoczęcia prac projektowych, związanych z modernizacją i rekultywacją składowiska, było ono wypełnione odpadami w części górnej i środkowej. W 2004 roku rozpoczęto prace projektowe związane z modernizacją pustej części niecki oraz dostosowaniem jej konstrukcji do wymogów aktualnych przepisów, dotyczących deponowania odpadów w składowiskach oraz rekultywacji części wypełnionej odpadami.

2. Warunki geotechniczne występujące w miejscu składowiska

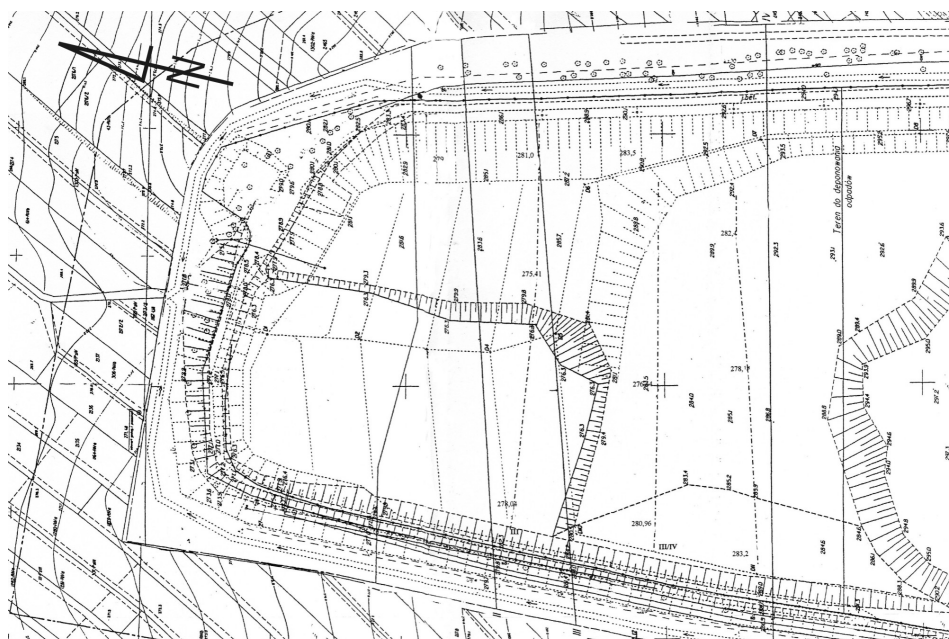
Składowisko odpadów zostało zlokalizowane w poprzecznym jarze zbocza o ekspozycji północnej [1], znajdującego się w obrębie północnego skrzydła antykliny Turaszówki. Przed budową składowiska spadki zboczy jaru wynosiły od 12,5 do 25%, a podłużny spadek dna jaru wynosił od 3 do 4%.

W budowie geologicznej jaru wyróżniono dwa piętra:

- piętro trzeciorzędowe, skalne,
- piętro czwartorzędowe, zwietrzelinowe i deluwialne.

Skalne piętro trzeciorzędowe stanowią warstwy menilitowe, przejściowe i krośnieńskie, w facji łupkowej i łupkowo-piaskowcowej. Podłoże skalne składowiska zalega na głębokości 3,5 m w zachodniej części składowiska, 5,0 m w okolicy osi jaru oraz 7,0 m we wschodniej części składowiska (rys. 1.). Są to skały miękkie o wytrzymałości na ściskanie około 3,0 MPa.

Utwory czwartorzędowe w miejscu składowiska to materiał zwietrzelinowy i deluwialny. Zwietrzeliny czwartorzędowe starszego podłoża skalnego składają się z pyłów i piasków pylastych oraz glin pylastych zwięzłych i zbliżonych własnościami do ilów pylastych. Utwory te zalegają bezpośrednio na spękanych skałach, a ich miąższość wynosi od 1,5 do 5,0 m. Podstawowe parametry geotechniczne utworów zwietrzelinowych zestawiono w tab. 1.



Rys. 1. Mapa sytuacyjno-wysokościowa środkowej i dolnej części składowiska przed modernizacją i rekultywacją

Tabela 1. Parametry geotechniczne utworów zwietrzelinowych

| Grunt\Parametr | γ , kN/m ³ | w_n , % | I_L/I_D | ϕ_u | c_u |
|-----------------------|------------------------------|-----------|-----------|----------|-------|
| Pył | 19,0 | 24,0 | 0,45 | 9,5 | 7,0 |
| Piasek pylasty | 18,5 | 17,0 | 0,35 | 29,5 | - |
| Gлина pylasta zwięzła | 19,0 | 19,0 | 0,1 | 12,0 | 31,0 |

Utwory deluwialne są zbudowane z glin pylastych oraz glin zwięzłych i zalegają na zwietrzelinach, do poziomu terenu. Ich miąższość wynosi od 2,0 do 3,5 m. W północnej części składowiska, w okolicy modernizowanego obwałowania, stwierdzono występowanie namułów o miąższości do 1,0 m, zalegających bezpośrednio poniżej poziomu terenu na warstwie glin deluwialnych. Podstawowe parametry geotechniczne utworów deluwialnych oraz namułów zestawiono w tab. 2.

Tabela 2. Parametry geotechniczne utworów deluwialnych i namułów

| Grunt\Parametr | γ , kN/m ³ | w_n , % | I_L | ϕ_u | c_u |
|----------------|------------------------------|-----------|-------|----------|-------|
| Gлина pylasta | 19,0 | 19,0 | 0,2 | 14,0 | 15,0 |
| Gлина zwięzła | 19,5 | 22,0 | 0,4 | 11,5 | 25,0 |
| Namuł | 18,5 | 23,0 | 0,5 | - | - |

3. Konstrukcja modernizowanej części niecki składowiska

Wschodnią oraz południową część niecki składowiska stanowią odpowiednio wyprofilowane stoki jaru, natomiast zachodnią i północną część niecki zamknięto obwałowaniem z mineralnych gruntów nasypowych. Południowa i środkowa część niecki została wypełniona odpadami komunalnymi, a odcieki ze składowanych odpadów spływały wzdłuż podłużnej do niej, nieeksploatowanej, północnej części osi niecki, tworząc tam rozlewisko o powierzchni około 9000 m² [2]. Stagnujące odcieki infiltrowały w podłoże niecki składowiska, przesączać się pod północnym obwałowaniem poza niekę składowiska.

Konieczność dalszego deponowania odpadów w pustej części niecki, o przestarzałej oraz miejscami uszkodzonej konstrukcji wpłynęła na podjęcie decyzji o modernizacji północnej części składowiska wraz z dostosowaniem konstrukcji niecki do aktualnych wymogów przepisów, dotyczących deponowania odpadów oraz ochrony środowiska [3] i rekultywacji wyeksploatowanej, południowej części niecki.

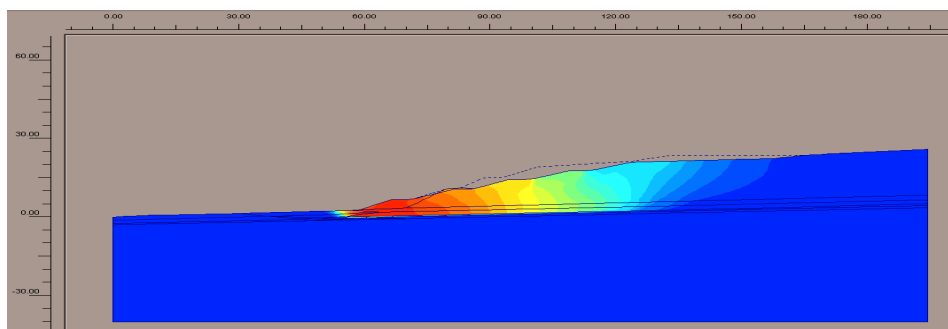
W trakcie prac przygotowawczych do realizacji projektu budowlanego modernizacji składowiska stwierdzono bliskie granicznemu nachylenie skarpy deponowanych odpadów (fakt ten potwierdzały obserwacje obrywów odpadów w kierunku pustej, północnej części niecki składowiska).

Dla realizacji zamierzonej rekultywacji wypełnionej odpadami części składowiska oraz modernizacji pustej części zaprojektowano:

- rekonstrukcję istniejących, zdegradowanych obwałowań składowiska,
- barierę dla powierzchniowego spływu odcieków z części składowiska rekultywowanej do modernizowanej – poniżej istniejącej skarpy zdeponowanych odpadów [4],
- bezpieczne ukształtowanie skarpy zdeponowanych odpadów, opracowane na podstawie analiz numerycznych stateczności skarpy w modelu MES [5], (rys. 2.),

- usunięcie zalegających w modernizowanej, pustej części składowiska odpadów do stropu gruntu mineralnego i likwidację rozlewiska odcieków,
- wykonanie uszczelnienia mineralnego i syntetycznego niecki składowiska wraz z drenażami.

W celu określenia bezpiecznego ukształtowania skarpy zdeponowanych odpadów ($F \geq 1,2$) zbudowano w programie PLAXIS [5] model numeryczny MES skarpy odpadów i wykonano szereg symulacji numerycznych. Przekrój skarpy o bezpiecznym ukształtowaniu przedstawiono na rysunku rys. 2., a parametry geotechniczne materiałów modelu numerycznego MES (określone na podstawie dokumentacji podłoża gruntowego [2] oraz literatury [6]) zestawiono w tab. 3.



Rys. 2. Położenie potencjalnej powierzchni poślizgu o minimalnej wartości współczynnika stateczności $F = 1,267$

Współczynnik stateczności skarpy odpadów został określony w modelu MES, zbudowanym w programie PLAXIS [5] metodą redukcji parametrów wytrzymałościowych materiałów modelu ϕ_u , c_u [7].

Tabela 3. Parametry geotechniczne materiałów modelu numerycznego MES

| Grunt\Parametr | γ , kN/m ³ | w_n , % | I_L | ϕ_u | c_u |
|----------------|------------------------------|-----------|-------|----------|-------|
| Gлина pylasta | 19,0 | 19,0 | 0,2 | 14,0 | 15,0 |
| Gлина zwięzła | 19,5 | 22,0 | 0,4 | 11,5 | 25,0 |
| Odpady | 10,4 | - | - | 35,0 | 30,0 |

4. Realizacja projektu budowlanego w zakresie konstrukcji

Kompleksowy projekt budowlany modernizacji i rekultywacji składowiska odpadów został podzielony na dwa etapy, tj. etap modernizacji północnej części oraz etap rekultywacji części środkowej i południowej.

W trakcie realizacji etapu pierwszego (modernizacji) do chwili wystąpienia awarii dna części modernizowanej niecki:

- odbudowano obwałowania składowiska wraz z ich wzmocnieniem przyporami z miejscowego gruntu spoistego zbrojonego geotkaninami,
- usunięto, przez pompowanie, odcieki zgromadzone w zastoisku,
- wykonano bariery dla powierzchniowego spływu odcieków z górnej (południowej i środkowej) części składowiska do modernizowanej części niecki wraz z towarzyszącymi jej drenażami i kolektorami,
- usunięto odpady zalegające w modernizowanej części niecki składowiska,
- rozpoczęto kształtowanie dna niecki i budowę warstw konstrukcyjnych modernizowanej niecki składowiska.

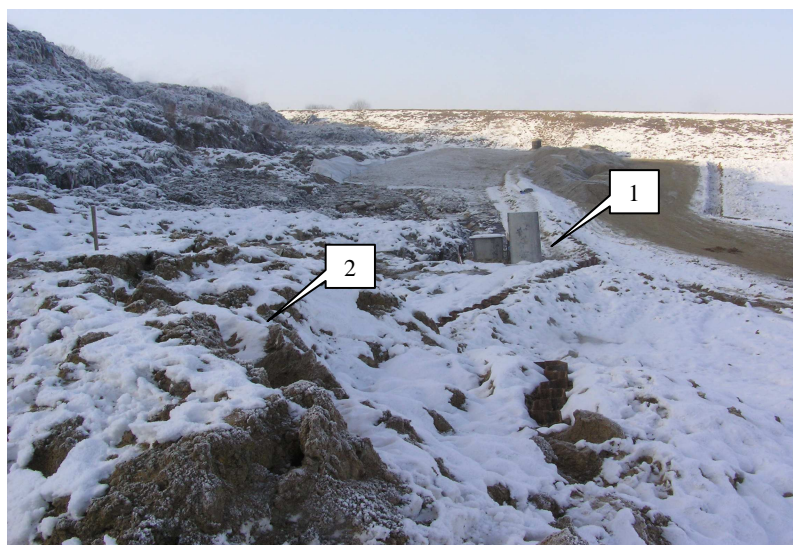
W trakcie prowadzonych robót budowlanych usunięto odpady zgromadzone głównie we wschodniej części modernizowanej niecki, powodując podwyższenie skarpy zdeponowanych odpadów o około 1,5 do 2,0 m, której bezpieczne uformowanie (zgodnie z projektem budowlanym) zostało przeniesione do drugiego etapu i w trakcie modernizacji nie było realizowane.

5. Awaria fragmentu niecki składowiska

W grudniu 2006 roku, w trakcie prowadzenia prac budowlanych, stwierdzono ruchy mas ziemnych, obejmujące dno niecki bezpośrednio poniżej skarpy zdeponowanych odpadów oraz fragment wykonanej bariery dla powierzchniowego spływu odcieków (rys. 3., 4.).



Rys. 3. Widok z korony skarpy odpadów miejsca awarii: 1 – miejsce awarii



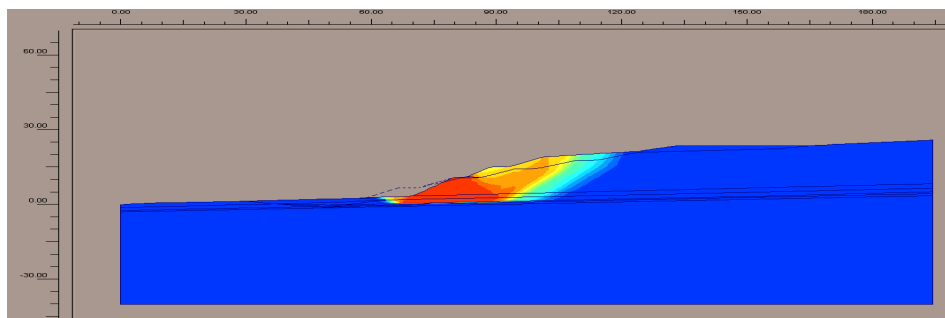
Rys. 4. Widok z miejsca awarii linii bariery: 1 – linia bariery, 2 – przemieszczone grodzice stalowe

Grunt z dna niecki razem z częścią bariery został wypiętrzony na wysokość około 2 do 3 metrów powyżej pierwotnego poziomu na obszarze około 300 m². Po ustaniu ruchów mas ziemnych wykonawca prac budowlanych zlecił opracowanie operatu geodezyjnego [8] oraz badań geotechnicznych [9] miejsca awarii. Na podstawie wymienionych danych, w programie PLAXIS [5] zbudowano model numeryczny MES i w nim określono współczynnik stateczności [7] skarpy odpadów w miejscu awarii (rys. 5.), bliski jedności ($F = 1,056$), oraz zaproponowano rozwiązania naprawcze.

Dane materiałowe modelu MES zestawiono w tab. 4.

Tabela 4. Parametry geotechniczne materiałów modelu numerycznego MES

| Grunt\Parametr | γ , kN/m ³ | w_n , % | I_L | ϕ_u | c_u |
|----------------|------------------------------|-----------|-------|----------|-------|
| Gлина pylasta | 19,0 | 20,1 | 0,26 | 12,0 | 13,0 |
| Gлина zwięzła | 19,5 | 25,8 | 0,44 | 10,0 | 22,0 |
| Namuł | 10,4 | - | - | 35,0 | 30,0 |



Rys. 5. Położenie potencjalnej powierzchni poślizgu o minimalnej wartości współczynnika stateczności $F = 1,056$

6. Wnioski

Wykonanie prac budowlanych, powodujących zwiększenie wysokości skarpy odpadów, w nieodpowiednim etapie realizacji projektu budowlanego spowodowało awarię, skutkującą głównie utratą stateczności gruntu dna niecki składowiska u podnóża skarpy odpadów. Ze względu na lokalizację awarii (w miejscu bariery dla powierzchniowego spływu odcieków) oraz specyfikę obiektu (składowisko odpadów ze szczelną, ze względu na infiltrację odcieków niecką), usunięcie jej skutków jest szczególnie kłopotliwe i kosztowne.

Literatura

- [1] Zespół Usług Geologiczno-Technicznych HGS – EKO. Dokumentacja geotechniczna na pod prace i roboty odtworzeniowe na składowisku odpadów dla miasta Krosna – część północna. Krosno 2002.
- [2] Zespół Usług Geologiczno-Technicznych HGS – EKO. Aneks nr 1 do dokumentacji geotechnicznej pod prace i roboty odtworzeniowe na składowisku odpadów dla miasta Krosna. Wyniki pompowania i obmiarów zbiornika retencyjnego odcieków. Krosno 2002.
- [3] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dz. U. 03.61. 549.
- [4] PROEKO Sp. z o.o. Projekt budowlany prac odtworzeniowych na składowisku dla miasta Krosna. Rzeszów 2002.
- [5] Plaxis BV, Holandia. Program komputerowy PLAXIS.
- [6] Topolnicki M., Mąkinia B.: Ocena stateczności i deformacji wysokiej skarpy odpadów komunalnych. XLIII Konferencja Naukowa KILIW PAN i Komitetu Nauki PZITB.

- [7] Brinkgreve R.B.J., Bakker H.L.: Non-linear finite element analysis of safety factors. Proc. 7th Int. Conf. on Comp. Methods and Advances in Geomechanics. Cairns, Australia, 1991.
- [8] Przedsiębiorstwo Geodezyjne Roman Lassota. Operat pomiarowy inwentaryzacji linii bariery przegradzającej nieckę składowiska. Krosno 2006.
- [9] Zespół Usług Geologiczno-Technicznych HGS – EKO. Ekspertyza geotechniczna dotycząca awarii odcinka bariery oddzielającej dno nowo budowanej niecki od części eksploatacyjnej składowiska odpadów. Krosno 2006.

DAMAGE OF BASIN BOTTOM FRAGMENT OF THE MODERNIZED AND RECLAIMED MUNICIPAL LANDFILL IN KROSNO

S u m m a r y

Necessity of municipal wastes deposition in the landfill in Krosno influenced decision on modernization of the basin empty fragment and reclamation of the landfill part filled with wastes. Adaptation of the basin construction to actual legal requirements, related with landfilling in natural environment, has been aim of this decision.

During construction design realization, height of deposited waste dump was enlarged at improper stage of the construction work. This fact caused loss of stability of the basin bottom soil, mostly at the foot of slope.

Złożono w redakcji we wrześniu 2008 r.