

Maria SIERANT*, Tadeusz TCHÓRZ**

Zbiornik Nielisz – problemy realizacji inwestycji

Abstract

Nielisz reservoir – problems of construction performance. Problems connected with construction of main dam of Nielisz reservoir are presented. They concern the material preparation, filling and compaction of embankment dam, sealing and protection of slopes as well as foundation preparation of outlet structure.

Key words: earth dam, compaction, geomembrane

Wprowadzenie

Zapora czołowa zbiornika Nielisz jest pierwszym w województwie zamojskim tej wielkości obiektem hydrotechnicznym, wznoszonym na słabonośnym podłożu, w trzyletnim cyklu realizacji. Została ona zlokalizowana w dolinie rzeki Wieprz, która przecina region Kotliny Zamojskiej wzdłuż osi S – N. Kotlina ta jest obniżeniem wyerodowanym w mało odpornych marglach kredy górnej. Przez jej część zachodnią przepływa rzeka Por, a przez wschodnią – Łabuńka. W tym rejonie dolina Wieprza wypełniona jest czwartorzędowymi osadami aluwialnymi wieku holocenijskiego, reprezentowanymi przez serię pylasto-piaszczystą oraz namuły pylaste i torfy wypełniające staro-

rzecza. Zbocza doliny zbudowane są z lessów spiaszczonych, gliny lessowej i mułków lessopodobnych. Są to osady eoliczne wieku plejstoceńskiego [Siliwończuk 1992, Jahn i Ruhle 1950].

Problematyka budowy zapory

Realizowana obecnie zapora czołowa długości 860 mb i rzędnej korony 199,00 m n.p.m. zlokalizowana została na istniejącej wybudowanej w latach 1966–1976 zaporze o rzędnej korony 196,00 m n.p.m. W wyniku wykonanych prac rozpoznawczych stwierdzono, że istniejącą zapora tworzą grunty o zmiennym składzie i zagęszczeniu, w znacznej części (hm 0+100 ÷ 0+130 oraz 0+220 ÷ 0+260) nie nadające się do wbudowania w projektowaną zapora. Projekt techniczny zakładał więc usunięcie wadliwych partii starego nasypu do rzędnej 194,00 m n.p.m. (lokalnie do rzędnej 191,00) i następnie budowę korpusu nowej zapory do rzędnej 199,00 m n.p.m.

Bazę materiałową stanowi złoża piasku Wólka Nieliska–Ruskie Piaski. Określone w dokumentacji geologicznej cechy jakościowo-technologiczne su-

*Pracownia Geologiczna GEOTECHNIKA, ul. Wyszyńskiego 30/53, 22-400 Zamość.

**Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych, ul. Partyzantów 94, 22-400 Zamość.

rowca (tab. 1), a przede wszystkim odległość złoza od budowy (wynosząca ok. 7 km) uzasadniały podjęcie eksploatacji dla potrzeb zapory. Rodzaj gruntów w złożu nie odpowiadał w pełni ustalonym kryteriom jakościowym (tab. 2). W trakcie eksploatacji stwierdzano partie złoza o zawartości frakcji pyłowej powyżej 20%, a nawet przekraczające 30%, przy dopuszczalnej zawartości 15%. Ten pozanormalny surowiec wykorzystany był w późniejszych etapach budowy do wykonania nasypów przyczółków zapory, mających zabezpieczyć naturalne zbocza doliny przed abrazją [Siliwończuk 1992 i Sierant 1995].

Tabela 1. Charakterystyka materiału ze złoza Wólka Nieliska–Ruskie Piaski (wg dokumentacji geologicznej złoza)

Cechy jakościowo-technologiczne surowca	Parametry jakościowe
Skład granulometryczny – frakcje: 0,125–0,25 mm 0,25–0,5 mm 0,125–0,063 mm poniżej 0,063 mm	od 33,0% do 50% od 24,3% do 38,2% od 8,9% do 15,2% od 6,8% do 12,3%
Zawartość pyłów mineralnych	4,9–9,4%
Wskaźnik uziarnienia	3,1–4,6%
Wilgotność naturalna	3,3–10,0%
Wilgotność optymalna wg Proctora	9,6–11,9%
Współczynnik filtracji wg USBSC	1,22–3,06 m/dobę

Tabela 2. Kryteria jakościowe gruntów przeznaczonych do wbudowania w nasyp zapory (wg WTWiO – Geoteko 1993)

Rodzaj gruntów w złożu	Parametry jakościowe
Zawartość części organicznych	poniżej 2%
Zawartość frakcji pylastej	do 15%
Zawartość frakcji ilastej	do 2%
Zawartość gipsu i soli rozpuszczalnych	do 5%

Niejednorodność złoza w stosunku do założonych kryteriów wymagała ścisłej kontroli jakości materiału i bieżącego korygowania frontów eksploatacyjnych [Geoteko 1993]. W okresie formowania nasypu przeciążeniowego zapory, codziennie między złożem a budową kursowały 34 samochody, które obsługiwane były przez 4 koparki. W ciągu 3,5 miesiący przewieziono około 161 tys. m³ piasku i uformowano nasyp długości 600 m, szerokości 24 m i wysokości 2,5 m. Złoże nie było jednorodne pod względem litologicznym, dlatego wystąpił deficyt materiału o ściśle określonych parametrach jakościowych. Sytuacja ta wymagała od inwestora natychmiastowego przygotowania nowego złoza surowcowego w celu zapewnienia ciągłości realizacji zapory. Proces przygotowania złoza do eksploatacji jest obecnie długotrwały, ze względu na wymagania nowego prawa geologicznego i górniczego. Po dokonaniu zwiadu geologicznego okolicznych miejsc poboru piasku udokumentowano

złoże Ruskie Piaski II, oddalone od budowy prawie o 9 km, o odpowiedniej ilości materiału i o wymaganych kryteriach jakościowych. Piasek z nowego złoża charakteryzował się zawartością frakcji pyłowej do 5%, był to materiał czysty bez przekładek gliniastych, jednak znacznie trudniejszy do zagęszczenia. Jego charakterystykę przedstawiono w tabeli 3. Nasyp zapory czołowej budowano warstwami o miąższości 0,5 m i zagęszczano okołkowanym walcem wibracyjnym o masie 18 ton.

Wymagany wskaźnik zagęszczenia $I_s = 0,95$ uzyskiwano po 6-krotnym przejeździe walca wibracyjnego, przy czym pierwszy przejazd odbywał się bez wibracji. Przy tej technologii rozpiętość wartości wskaźnika zagęszczenia wynosiła $I_s = 0,95-0,98$. Jak już wspomniano, piasek z drugiego złoża, między innymi ze względu na zbyt niską wilgotność naturalną, był materiałem trudniejszym do zagęszczenia, wymagał bowiem stałego i obfitego dostarczania wody. Warunki te pogarszało suche i upalne lato. Materiał przeznaczony do wbudowania był więc polewany na hałdach, podczas rozplantowywania spychaczem i w trakcie zagęszczania. Z dotychczasowego bilansu wynika, że do wykonania zapory zużyto już 215 tys. m³ piasku i przewiduje się, że do całkowitego zakończenia budowy ilość ta wzrośnie jeszcze prawie o 10 tys. m³. Jak wynika ze wstępnego przedmiaru robót, zapotrzebowanie materiału do budowy zapory wynosiło 202 tys. m³. W świetle zapory Nielisz zasoby przemysłowe złoża stanowiącego bazę materiałową budowy powinny być zatem wyższe od projektowanej kubatury prawie o 25–30%, gdyż każde pozyskanie miejsca eksploatacji surowca, w świetle przepi-

sów prawa geologicznego i górniczego, wymaga dodatkowych opinii i opracowań. Niezależnie od wykonania dokumentacji geologicznej i projektu zagospodarowania złoża, których przygotowanie wydłuża proces dokumentacyjny, a w konsekwencji może mieć istotny wpływ na tempo i rytmiczność budowy [Hydrotrest 1994 i Sierant 1995].

Tabela 3. Charakterystyka piasków złoża Ruskie Piaski II (wg dokumentacji geologicznej w kat. C₂)

Cechy jakościowo-technologiczne surowca	Parametry jakościowe
Skład granulometryczny – frakcje : 0,5–0,25 mm 0,25–0,1 mm 0,1–0,075 mm	32,9–43,2% 43,7–54,0% 1,2–3,7%
Zawartość pyłów mineralnych	1,8–5,0%
Zanieczyszczenia organiczne	0,14–0,17%
Wskaźnik piaskowy	65–80
Średni wskaźnik uziarnienia	2,05
Wilgotność naturalna	7,2–5,0%
Wilgotność optymalna wg Proctora	9,7–10,2%

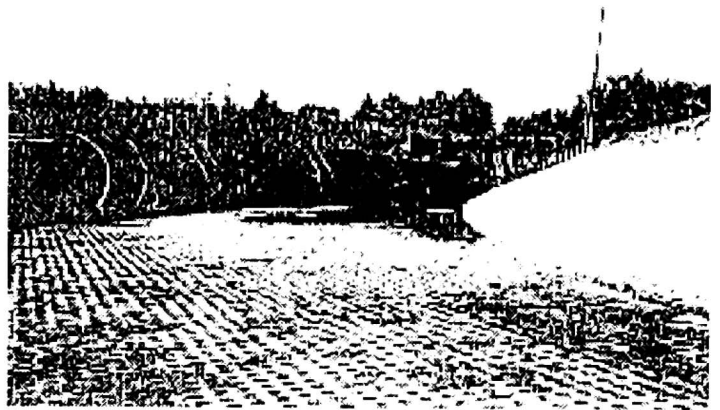
Podłożem nasypu zapory czołowej Nielisz są grunty spoiste (mułki i gliny pylaste), będące napływami równi zalewowej i grunty organiczne występujące w starorzeczach. Przygotowanie podłoża

pod budowę nasypu polegało na zdjęciu nadkładu do rzędnej 194,0 m n.p.m. (lokalnie do 192,5 w rejonie starego młyna oraz przepustu) i zwałowaniu dna przez dwukrotny przejazd walcem. W praktyce czynności te musiały następować natychmiast po sobie, ponieważ odciążone grunty powodowały wypieranie dna wykopu, a dodatkowe utrudnienie sprawiły ich własności tiksotropowe. Starorzeczka, które znalazły się w obrębie nasypu przeciążeniowego zapory, oczyszczano z roślinności i luźnego namułu do głębokości około 0,7 m. Następnie zasypywano je materiałem piaszczystym metodą "od czoła", a wypierany na przedpolu grunt organiczny sukcesywnie bagrowano. Na tak przygotowanym podłożu już bez problemów sypano kolejne warstwy nasypu, zagęszczając je według przyjętej technologii i uzyskując wymagany wskaźnik zagęszczenia $I_s = 0,95$.

Problemy posadowienia budowli

Posadowienie bloku elektrowni oraz sztolni upustu dennego wymagało również przygotowania podłoża. Pod fundament elektrowni wymieniono grunt (G_π i Π_p) naruszony i rozluźniony zastępując go warstwą chudego betonu. Natomiast w poziomie posadowienia sztolni (sekcja 4) wybrano soczewkowe skupienia torfów, zastępując je gruntem piaszczystym o zagęszczeniu zbliżonym do zagęszczenia rodzimego gruntu piaszczystego. Utrudnienie przy pracach fundamentowych stanowiła woda gruntowa zawieszona na warstwie torfów lub występująca w ławicach piaszczystych. Doskonale sprawdziło się tu odwadnianie metodą drenażu w

obsypce żwirowej, przy czym rozmieszczenie drenów ustalano w trakcie prac indywidualnie dla każdego wykopu, tak aby osiągnąć skuteczne osuszenie dna. W jednym tylko przypadku zaistniała konieczność zastosowania igłofiltrów. Miało to miejsce przy budowie kanału dopływowego upustu dennego, w odległości około 1,5 m od koryta rzeki Wieprz (fot. 1). W wykonanej grobli ziemnej założono dwa



Fot. 1. Zbiornik Nielisz – realizacja kanału odprowadzającego wodę z elektrowni do rzeki Wieprz; w głębi widoczna tymczasowa grobla z barierą odwadniającą wykonaną z igłofiltrów

rzędy igłofiltrów: przed i za ścianką szczelną, na odcinku długości 30 m, w rozstawie co 1,5 m do głębokości 3,5 m. Tak wykonana bariera okazała się skuteczna.

Uszczelnienie zapory

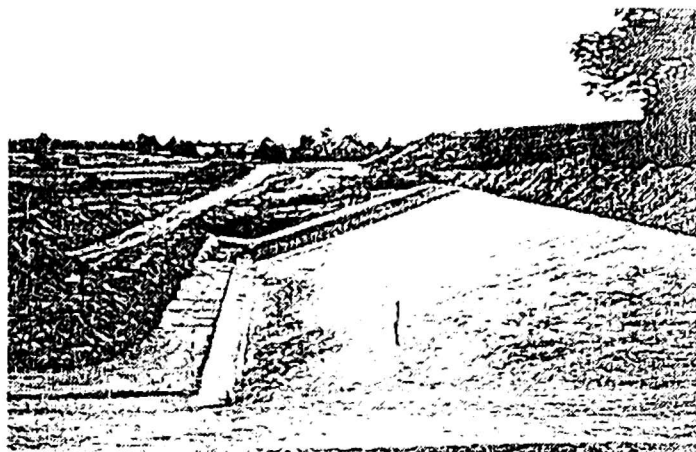
Uszczelnienie zapory czołowej zbiornika Nielisz, a także jej przedpola na długości 40 m, wykonuje się z folii produkowanych z polietylenu wysokiej gęstości ($0,94 \text{ g/cm}^3$) przez niemiecką firmę URSUPLAST. Zastosowano dwa rodzaje folii :

- do uszczelnienia ekranu płaskiego zapory – folia 1 mm typ I EN (obustronnie gładka),
- do uszczelnienia skarpy zapory – folia 1,5 mm typ I PENP (obustronnie ryflowana).

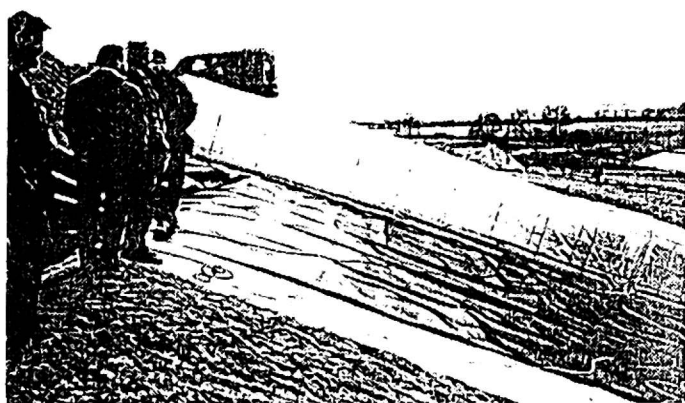
Dla wykonawcy jest to nowa technologia i biorąc pod uwagę warunki pogodowe oraz wymagania, jakim powinno odpowiadać podłoże, materiał obsypkowy, wykonanie geomembrany wymaga wiele staranności i odpowiedzialności załogi. Praktycznie najistotniejszą sprawą okazało się właściwe przygotowanie podłoża w czaszy zbiornika, w celu ułożenia fartucha z folii, tj. jego osuszenie i uformowanie powierzchni z niewielkim spadkiem w kierunku do rowu wykonanego w celu zakotwienia folii. Osuszenie wysiąków wody uzyskano przez wykonywanie szeregu rowków głębokości 0,5–0,7 m, prostopadłych do osi zapory i odprowadzających odsączoną z gruntu wodę do rowu kotwiącego folie. W okresie jesienno-zimowym pojawiły się nowe problemy, takie jak: przemarzanie gruntu zasypkowego, oszronienie powierzchni folii oraz zbyt niskie temperatury wykluczające prawidłowe wykonanie zgrzewów arkuszy folii. Kontynuacja prac wymaga rygorystycznego przestrzegania technologii dostosowanej do tych warunków (wykorzystanie tuneli foliowych i narzewnicy).

Posadowienie fundamentów skrzydeł jazu

Zmiana wymiarów zapory wymaga dostosowania do nowych warunków



Fot. 2. Zbiornik Nielisz – realizacja uszczelnienia skarpy lewego przyczółka zapory geomembraną (folia IPENP); na skarpie widoczny ciemny płat folii na podłożu z geowłókniny; u podnóża skarpy – wykop pod gabiony z rowkami kompensacyjnymi



Fot. 3. Zbiornik Nielisz – zgrzewanie geomembrany na skarpie prawego przyczółka zapory w tunelach foliowych przy temperaturze powietrza do -3°C

głównej budowli upustowej – jazu o świetle $2 \times 6,0$ m, zrealizowanego w latach 1966–1976. Poza podwyższeniem ścian od obecnej rzędnej korony jazu – 196,00 m n.p.m. do projektowanej korony zapory, tj. 199,00 m n.p.m., rozszerzenia wymagają także istniejące skrzydła zarówno od strony wody dolnej, jak i wody górnej. Dobudowanie skrzydeł od wody górnej i ich posadowienie na urozmaiconym, geotechnicznie trudnym podłożu z licznymi

przewarstwieniami z gruntów organicznych wymagało wzmocnienia podłoża. Zastosowano metodę pali iniekcyjnych wykonanych przez firmę Oelckers Grundbau-Poland.

Pale wykonano z zawiesziny cementowej, a sięgają one gruntu nośnego. Biorąc pod uwagę zróżnicowane warunki geotechniczne, długość pali jest zmienna: od 5,0 do 7,0 m poniżej rzędnej posadowienia skrzydeł, tj. poniżej 191,5 m n.p.m.

Podsumowanie

Zasygnalizowane tu problemy, wynikające w procesie realizacji zbiornika Nielisz, jedynie w drobnej części przedstawiają specyfikę nadzoru inwestorskiego i autorskiego, wynikającą z etapowej budowy zapory. Szereg szczegółowych zagadnień związanych z wykonawstwem, np. geomembrany w czaszy zbiornika i na skarpach zapory (fot. 2 i 3),

urządzeń odwadniających, betonowanie obiektów inżynierskich, było rozwiązywane bezpośrednio w trakcie ich realizacji. Uzgadniano je podczas roboczych spotkań z wykonawcami i projektantami inwestycji.

Literatura

- GEOTEKO 1993: *Wytyczne wykonania i odbioru robót ziemnych zapory czołowej Nielisz. Etap IV*. Warszawa.
- HYDROTREST S.A. 1994: *Projekt realizacji robót eksploatacji złoża na nasyp zapory*. Budowa zbiornika wodnego na rzece Wieprz w Nieliszu. Kraków.
- SILIWOŃCZUK Z. 1992: *Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża kruszywa naturalnego – piasków Wólka Nieliska–Ruskie Piaski*. Warszawa.
- JAHN A., RUHLE E. 1950: *Mapa geologiczna Polski w skali 1:300000*. Arkusz Zamość.
- SIERANT M. 1995: *Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża piasku dla potrzeb budowy zapory w Nieliszu "Ruskie Piaski II"*. Zamość.
- Notatki z prac nadzoru autorskiego i inwestorskiego w okresie wrzesień 1994 – listopad 1995.*