

---

# GEOTECHNIKA

Jerzy Rzeźniczak

---

ul. Albańska 18, 60-123 Poznań

tel. +48 61 661 57 57

NIP 783-106-35-15

tel. kom. +48 504 119 650

e-mail: jerzy.rzezniczak@wp.pl

---

## **EKSPERTYZA INWESTORSKA**

*dotycząca dokumentacji projektowej dla zadania pn.: Budowa dróg powiatowych  
Borówiec – Koninko – Lotnisko Poznań – Krzesiny*

### **CZĘŚĆ III**

#### **ANALIZA I OCENA**

**poprawności rozwiązania oraz kosztów trzech wariantów  
wzmocnienia podłoża dla projektowanego nasypu drogowego  
drogi powiatowej nr 2489P Borówiec – Koninko w km 0+975 do 1+240**

*nr arch. 464/21*

Projektowali:

dr inż. Jerzy Rzeźniczak  
specjalista geotechnik  
upr. geolog. nr VII-1166  
certyfikat PKG nr 31/98

mgr inż. Witold Charoński  
upr. konst. bud. 22/89/PW

Opracowała:

mgr inż. Joanna Michalak  
certyfikat PKG nr 264

Poznań, grudzień 2021 r.

## **ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA**

### **Część tekstowa**

1. Wstęp
  - 1.1. Zleceniodawca
  - 1.2. Podstawa opracowania
  - 1.3. Cel opracowania
2. Analizowane i oceniane warianty sposobu wzmocnienia słabego podłoża
3. Obliczenia kosztów wykonania wzmocnienia słabego podłoża
4. Geotechniczna charakterystyka rozważanego podłoża gruntowego uwzględniona przy opracowywaniu alternatywnych sposobów wzmocnienia w WARIANCIE II i III
5. Ustalenie przyczyn wystąpienia znacznych różnic w kosztach realizacji WARIANTU I w porównaniu z WARIANTEM II i WARIANTEM III

### **Rysunki**

- Rys. 1. Plan sytuacyjny. Lokalizacja i zestawienie ilości kolumn wg „Projektu budowlanego” wyk. „SMP Projektanci” WARIANT I
- Rys. 2. Przekrój podłużny. Rodzaj i zakres alternatywnych sposobów wzmocnienia słabego podłoża

### **Załączniki**

- Zał. 1.1. Obliczenia kosztów wykonania wzmocnienia słabego podłoża wg WARIANTU I
- Zał. 1.2. Obliczenia kosztów wykonania wzmocnienia słabego podłoża wg WARIANTU II
- Zał. 1.3. Obliczenia kosztów wykonania wzmocnienia słabego podłoża wg WARIANTU III

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Zleceniodawca**

Zarząd Dróg Powiatowych

ul. Zielona 8

Poznań

Umowa Nr WI.262.18.2021 z dnia 17.11.2021 r.

### **1.2. Podstawa opracowania:**

- [1] Ustalenia projektowe dotyczące rozważanego odcinka projektowanej drogi powiatowej Borówiec – Koninko podane w opracowaniu: „Projekt budowlany. Projekt architektoniczno – budowlany. Tom Ib – wzmocnienie nasypu, Tom Ic – wzmocnienia podłoża, wykonany przez „SMP Projektanci”, Poznań, lipiec 2021 r.
- [2] „Dokumentacja badań geotechnicznych ustalających przestrzenne zaleganie oraz parametry wytrzymałościowe i ścisłości słabych gruntów organicznych występujących w podłożu projektowanego nasypu drogowego drogi powiatowej nr 2489P – Borówiec – Koninko w km 0+975 do 1+265”, stanowiąca I CZĘŚĆ niniejszej „Ekspertyzy”.
- [3] „Geotechniczny projekt alternatywnych sposobów wzmocnienia słabego podłoża dla posadowienia projektowanego nasypu drogowego drogi powiatowej nr 2489P Borówiec – Koninko w km 0+975 do 1++240”, stanowiący II CZĘŚĆ niniejszej „Ekspertyzy”
- [4] Ceny rynkowe rozważanych materiałów i robót wg stanu w grudniu 2021 r.

### **1.3. Cel opracowania**

Celem opracowania jest podanie szacunkowych kosztów wykonania trzech rozważanych wariantów wzmocnienia podłoża dla projektowanego nasypu drogi powiatowej nr 2489P Borówiec – Koninko w km 0+975 do 1+240 oraz podanie analizy i oceny poprawności rozwiązania tych trzech wariantów. Szacunkowe koszty analizowanych rozwiązań ustalono z zastosowaniem znanych cen rynkowych materiałów i robót według stanu w grudniu 2021 r.

## 2. ANALIZOWANE I OCENIANE WARIANTY SPOSOBU WZMOCNIENIA SŁABEGO PODŁOŻA

**WARIANT I** – Wykonanie wzmocnienia podłoża, na całej rozważanej trasie, z zastosowaniem przemieszczeniowych kolumn betonowych, z głowicami żwirowymi, a więc tak jak to zostało przewidziane w „Projekcie Budowlanym” [1].

**WARIANT II** – Całą rozważaną trasę budowy nasypu drogowego podzielono na trzy strefy, a w nich:

- 1) **Strefa IA i IB** (od km 0+975 do 1+045) – zastosowanie przemieszczeniowych kolumn betonowych, z głowicami żwirowymi, o ilości i długości takiej jak w „Projekcie Budowlanym” [1].
- 2) **Strefa II** (od km 1+045 do 1+145) – zastosowanie żwirowych kolumn formowanych dynamicznie (tzw. wymiana dynamiczna).
- 3) **Strefa III** (od km 1+145 do 1+240) – bez wglębnego wzmocnienia podłoża, nasyp drogowy (tutaj o wysokości  $< 6,0$  m) posadowiony tylko na nasypie zbrojonym (kruszywo łamane 0/31,5 mm + geosiatka), grubości 60 cm.

**WARIANT III** – Podział na trzy strefy (jak w wariantcie II), a w nich:

- 1) **Strefa IA i IB** (od km 0+975 do 1+045) – uformowanie kolumn żwirowych z zastosowaniem (łącznie) dwóch technologii:
  - górna część formowana dynamicznie,
  - dolna część formowana metodą mikrowybuchów.
- 2) **Strefa II** (od km 1+045 do 1+145) – zastosowanie żwirowych kolumn formowanych dynamicznie (tzw. wymiana dynamiczna), tj. tak jak w wariantcie II.
- 3) **Strefa III** (od km 1+145 do 1+240) – bez wglębnego wzmocnienia podłoża, nasyp drogowy (tutaj o wysokości  $< 6,0$  m) posadowiony tylko na nasypie zbrojonym (kruszywo łamane 0/31,5 mm + geosiatka), grubości 60 cm, tj. tak jak w wariantcie II.

Na załączonych rysunkach przedstawiono:

- na rys. 1. – lokalizację i zestawienie ilości przemieszczeniowych kolumn betonowych, jako rozwiązanie wg WARIANTU I,
- na rys. 2. – zestawienie rodzaju i zakresu alternatywnych sposobów wzmocnienia, wg WARIANTU II i WARIANTU III.

### 3. OBLICZENIA KOSZTÓW WYKONANIA WZMOCNIENIA SŁABEGO PODŁOŻA

W załączeniu zamieszczono 3 tabele zawierające obliczenia szacunkowych kosztów (netto) wykonania wzmocnień podłoża według rodzaju i zakresu podanego w trzech analizowanych i ocenianych wariantach.

Poniżej w tablicy 1 zamieszczono zestawienie kosztów wykonania wzmocnienia podłoża dla trzech rozważanych wariantów.

W podsumowaniu widocznym jest, że:

- szacunkowe koszty wykonania wzmocnień wg WARIANTU I wynoszą: **6.314.086,00 zł**
- szacunkowe koszty wykonania wzmocnień wg WARIANTU II wynoszą: **3.910.282,00 zł**  
co stanowi 25% oszczędności w porównaniu do kosztów WARIANTU I
- szacunkowe koszty wykonania wzmocnień wg WARIANTU III wynoszą: **3.486.104,00 zł**,  
co stanowi 48% oszczędności w porównaniu do kosztów WARIANTU I.

#### **4. GEOTECHNICZNA CHARAKTERYSTYKA ROZWAŻANEGO PODŁOŻA GRUNTOWEGO UWZGLĘDNIONA PRZY OPRACOWYWANIU ALTERNATYWNYCH SPOSOBÓW WZMOCNIENIA W WARIANCIE II I III**

- 1) Największy „mankament” rozważanego podłoża stanowi lokalne (w dolinie rzeki Kopła) głębokie zaleganie grubej warstwy gytii.

W tym rejonie (strefa IA i IB o szerokości 60 m) możliwe są (do wyboru) dwa sposoby wzmocnienia:

- 1° betonowymi kolumnami przemieszczeniowymi (jak w WARIANCIE I),
  - 2° kolumnami żwirowymi o średnicy ok. 1,70 m wykonanymi w łącznej technologii: dynamiczna wymiana (DR) + mikrowybuchy (MW).
- 2) Na pozostałej przeważającej części trasy problem stanowią słabe i ściśliwe grunty, zasadniczo zalegające do głębokości ok. 6,0 m, są nimi:
- przypowierzchniowa warstwa nasypów niekontrolowanych (zróżnicowana co do składu i stanu),
  - płycej położona warstwa namulów organicznych i torfów (warstwa IIA1),
  - głębiej położona warstwa namulów organicznych i torfów (warstwa IIA2).
- 3) Bardzo ważnym jest tu, że występujące w głębszym podłożu zastoiskowe mułki (pyły i gliny pylaste), w stanie plastycznym i twaroplastycznym, nie mają istotnego wpływu na odkształcalność (osiadanie) podłoża obciążonego projektowanym nasypem. Co więcej – takie mułki (o  $I_L \leq 0,15$ ) mogą być wystarczająco nośnym podłożem dla kolumn żwirowych o dużej średnicy (ok. 1,70 m). Ta korzystna właściwość tych mułków została wykorzystana w opracowanym WARIANCIE II i WARIANCIE III.

#### **5. USTALENIE PRZYCZYN WYSTĄPIENIA RÓŻNIC W KOSZTACH REALIZACJI WARIANTU I W PORÓWNANIU Z WARIANTEM II I WARIANTEM III**

- 1) Rozwiązanie podane w „Projekcie Budowlanym” nie zostało nazwane ostatecznym. Wymagano bowiem aby realizacja robót była poprzedzona wykonaniem „Projektu Technologicznego” oraz dodatkowymi badaniami geotechnicznymi. Dopuszczono do wprowadzenia uzasadnionych obliczeniami zmian w dotychczas zaprojektowanych rozwiązaniach.

- 2) Wykonane ostatnio dodatkowe badania, których wyniki przedstawiono w „Dokumentacji badań geotechnicznych” (I część niniejszej „Ekspertyzy”) – wykazały, że warunki gruntowe w tym podłożu są nieco korzystniejsze niż ustalenia pierwotne.
- 3) Dodatkowe badania geotechniczne pozwoliły na ustalenie (dotychczas nieokreślonych) parametrów geotechnicznych zalegających w podłożu nasypów i gruntów organicznych.
- 4) Dokładniejsze rozpoznanie rozważanego podłoża gruntowego i ustalenie jego parametrów geotechnicznych umożliwiło opracowanie kilku zróżnicowanych sposobów wzmocnienia podłoża, uzależnionych od warunków gruntowych istniejącego podłoża oraz od wysokości (obciążenia) projektowanego nasypu drogowego. Przy takim podejściu okazało się, że dla całego rozważanego odcinka jest możliwa rezygnacja ze stosowania jednego (drogiego) sposobu wzmocnienia (jak w WARIANCIE I) i opracowanie kilku (tańszych) indywidualnie dobranych sposobów wzmocnienia podłoża.