

CZĘŚĆ II

**GEOTECHNICZNY PROJEKT WZMOCNIENIA
SŁABEGO PODŁOŻA**

**dla potrzeb posadowienia nowej nawierzchni na
ulicy Wiosennej w Kołobrzegu**

CZĘŚĆ TEKSTOWA

1. Analiza i ocena warunków gruntowych występujących w podłożu przebudowywanej nawierzchni ulicy Wiosennej w Kołobrzegu
2. Ustalenia sposobu wzmocnienia słabego podłoża
 - 2.1. Ustalenia ogólne
 - 2.2. Uwarunkowania uwzględnione w opracowanym sposobie wzmocnienia
 - 2.3. Ogólna charakterystyka projektowanego sposobu wzmocnienia
3. Opis techniczny wykonania wzmocnienia słabego podłoża pod nowymi nawierzchniami
 - 3.1. Zakres i kolejność robót
 - 3.1.1. Wzmocnienie podłoża pod nawierzchnią jezdni
 - 3.1.2. Wzmocnienie podłoża pod nawierzchniami chodnika i ścieżki rowerowej
 - 3.1.3. Wzmocnienie podłoża pod nawierzchnią zjazdów
 - 3.2. Charakterystyka rodzaju i właściwości materiałów sztych w projektowanym wzmocnieniu

RYSUNEK

Rys. 1. Konstrukcja wzmacniająca słabe podłoże pod nawierzchniami

1. ANALIZA I OCENA WARUNKÓW GRUNTOWYCH WYSTĘPUJĄCYCH W PODŁOŻU PRZEBUDOWYWANEJ NAWIERZCHNI ULICY WIOSENNEJ W KOŁOBRZEGU

W I-szej części opracowania zamieszczono „Dokumentację badań podłoża gruntowego”, która przedstawia warunki gruntowo – wodne występujące w podłożu pod istniejącymi nawierzchniami jezdni i chodników.

Zawarte tam dane i informacje umożliwiają podanie następujących przyczyn występowania widocznych deformacji i osiadań rozważanych nawierzchni:

- 1) Niezadawalająca jest sama konstrukcja istniejącej nawierzchni jezdni, tworzą ją bowiem tylko betonowa kostka („trylinka”) grubości ok. 15 cm oraz piaskowa podsypka lokalnie grubości 10 cm.
- 2) Nasypy zalegające pod nawierzchnią lokalnie są w stanie luźnym (warstwa IA o $I_D = 0,25$).
- 3) W bezpośrednim podłożu zalegają grunty organiczne charakteryzujące się różnicowaniem we wszystkich istotnych uwarunkowaniach, dotyczących:
 - rodzaju (w części torfy, w części namuły organiczne),
 - odkształcalności (moduły M_o w przedziale obciążeń $25 \div 50$ kPa), dla torfów – średnio $M_o = 646$ kPa, dla namułów – średnio $M_o = 2401$ kPa,
 - grubości warstwy (od 0,20 do 1,20 m),
 - głębokości występowania (od 0,80 do 2,40 m).
- 4) Dodatkowe różnicowanie i niejednorodność podłoża pod nawierzchnią wprowadzają zasypki wykopów pod dwa istniejące tu ciągi kanalizacyjne (kD300 i ks200). Wykopy te spowodowały (częściowe lub całkowite) lokalne usunięcie warstwy gruntów organicznych.

2. USTALENIA SPOSOBU WZMOCNIENIA SŁABEGO PODŁOŻA

2.1. Ustalenia ogólne

- 1) Zalegające w podłożu grunty organiczne charakteryzują się dość dobrymi parametrami wytrzymałościowymi. Wytrzymałość na ścinanie (zbadana sondą krzyżakową) wynosi bowiem średnio:
 - dla torfów $\tau_{f \max} = 66 \text{ kPa}$,
 - dla namulów $\tau_{f \max} = 70 \text{ kPa}$.

Taka korzystna charakterystyka wytrzymałościowa pozwala stwierdzić, że **nie występuje tu problem przekroczenia nośności gruntów organicznych.**

- 2) Do rozważenia i uwzględnienia pozostaje problem odkształcalności, a dokładniej **problem występowania zróżnicowanej odkształcalności tego organicznego podłoża.**

2.2. Uwarunkowania uwzględnione w opracowywanym sposobie wzmocnienia

- 1) Z analizy projektu drogowego wynika, że niweleta nowej nawierzchni będzie usytuowana bardzo blisko niwelety istniejącej, największe lokalne podwyższenie nowej niwelety wynosi 17 cm.
- 2) W takich warunkach projektowana przebudowa będzie skutkowała bardzo małym dodatkowym dociążeniem organicznego podłoża. Nie ma tu potrzeby wzmocnienia organicznego podłoża np. przez wykonanie lekkiego nasypu z keramzytu, ułożonego w miejsce usuniętego istniejącego cięższego nasypu z piasku
- 3) Należy jednak uwzględnić, że **istniejące podłoże wymaga wzmocnienia**, albowiem:
 - w obecnej postaci podłoże to nie spełnia wymagań stawianych przez normę PN-S-02205;
 - trzeba uwzględnić, że w tym podłożu będą występowały odkształcenia (przenoszące się na niezabezpieczoną nawierzchnię), a spowodowane nie tylko zwiększonym obciążeniem (od konstrukcji i od obciążenia ruchem), ale także: przez zmniejszanie się objętości gruntów organicznych - w skutek zmian fizyko – chemicznych (utlenianie, butwienie, wymiana jonów) oraz z powodu występujących tu okresowych wahań poziomu wody gruntowej.
- 4) Wymienione powyżej uwarunkowania będą skutkowały bardzo zróżnicowanymi osiadaniem i przed takimi deformacjami trzeba będzie zabezpieczyć nową nawierzchnię.

2.3. Ogólna charakterystyka projektowanego sposobu wzmocnienia

2.3.1. Pod nawierzchnią jezdni

Pod projektowaną nawierzchnią jezdni (wg projektu drogowego o grubości 43 cm) zaprojektowano ułożenie nasypu zbrojonego o następującej charakterystyce:

- warstwa kruszywa łamanego o uziarnieniu ciągłym 0/63 mm o grubości 50 cm w osi jezdni,
- zbrojenie w postaci 2 warstw geosiatki 110/30 z poliwinylalkoholu (PVA), ułożonej poprzecznie oraz podłużnie.

2.3.2. Pod nawierzchnią chodnika i ścieżki rowerowej

Nasyp zbrojony:

- warstwa nasypu budowlanego z pospółki zagęszczona do $I_s \geq 0,97$, grubości 30 cm, z pogrubieniem do 38 cm dla zachowania spadku 2%
- zbrojenie w postaci geotkaniny układanej poprzecznie.

2.3.3. Pod nawierzchnią zjazdów do posesji

Konstrukcja nasypu zbrojonego taka sama jak dla chodnika i ścieżki rowerowej. Należy jednak uwzględnić, że projektowana nawierzchnia zjazdów jest o 12 cm grubsza niż nawierzchnie chodników i ścieżek.

UWAGA: Należy też uwzględnić, że projektowane tu wykonanie 25 zjazdów będzie „przeplatane” krótkimi odcinkami chodników i dlatego zaleca się (dla wykonawczego ułatwienia) wykonywanie wspólnego poziomu dna wykopu dla zjazdów i odcinków chodnika między zjazdami. Geotkanina będzie więc układana na takim samym poziomie, a nasyp zbrojony pod nawierzchnią chodnika będzie tu o 12 cm grubszy ponad ustalenia podane w p. 2.3.2.

3. OPIS TECHNICZNY WYKONANIA WZMOCNIENIA SŁABEGO PODŁOŻA POD NOWYMI NAWIERZCHNIAMI

3.1. Zakres i kolejność robót

3.1.1. Wzmocnienie podłoża pod nawierzchnią jezdni

- 1) Najpierw należy wykonać wykop dla ułożenia nasypu zbrojonego i nowej nawierzchni jezdni.

Charakterystyka wykopu:

- Głębokość wykopu (odmierzona w osi jezdni) dla ułożenia:
 - nawierzchnia (wg projektu drogowego) 43 cm
 - nasyp zbrojony 50 cm
 - nasyp budowlany z pospółki 10 cmrazem: **103 cm**
- Dno wykopu poziome, spadki uwzględnione w redukcji grubości nasypu zbrojonego.
- Szerokość wykopu powiększona o 50 cm poza krawężniki (jak na rys. 1).

- 2) Na dnie takiego wykopu należy ułożyć 10 cm warstwę pospółki (lub kruszywa łamanego 0/31,5 mm) i zagęścić gładkim walcem wibracyjnym. Taka „nadkładka” umożliwi dodatkowe skuteczne dogęszczenie luźnych nasypów zalegających poniżej.
- 3) Na zagęszczonej wyrównanej warstwie pospółki należy ułożyć pierwszą geosiatkę z poliwinylalkoholu 110/30, bez fałd i załamań, rozwijając jej pasma o szerokości 5,00 m w kierunku poprzecznym. Między poszczególnymi pasmami należy zastosować 50 cm zakłady. Na zakładach geosiatkę należy przytwierdzić do podłoża stalowymi klamrami z prętów Ø 8 (10) mm w kształcie litery „U” z ramionami o długości 300 mm rozstawionymi o 100 mm. Rozstaw klamer $2,5 \div 3,0$ m.
- 4) Na pierwszej warstwie geosiatki należy ułożyć i zagęścić 20 cm warstwę kruszywa łamanego o uziarnieniu ciągłym 0/63 mm.
- 5) Na 20 cm warstwie kruszywa łamanego należy ułożyć drugą warstwę geosiatki z poliwinylalkoholu 110/30 rozwijając ją podłużnie. Na krawędziach geosiatki przytwierdzić ją do podłoża stalowymi klamrami.

- 6) Ułożyć kolejną warstwę kruszywa łamanego 0/63 mm, profilując jej górną powierzchnię zgodnie ze spadkami nawierzchni.
- 7) Wzdłuż obu zewnętrznych krawędzi geosiatka musi być zakotwiona w postaci „haka” o wymiarach: pionowo - 44 cm, poziomo - 150 cm (jak na rysunku).
- 8) Należy wykonać badania kontrolne, przyjmując jedno badanie płytą VSS na 500 m² powierzchni nasypu, potwierdzające uzyskanie na nasypie zbrojonym wymaganej nośności **$E_2 \geq 120$ MPa**.

3.1.2. Wzmocnienie podłoża pod nawierzchniami chodnika i ścieżki rowerowej

- 1) Wykop:
 - Głębokość wykopu (w odniesieniu do miejsca przy krawężniku jezdni) dla ułożenia:

▪ nawierzchnia (wg projektu drogowego)	21 cm
▪ nasyp zbrojony	30 cm
▪ nasyp budowlany z pospółki	10 cm
razem:	61 cm
 - Dno wykopu poziome, spadek nawierzchni pogrubia warstwę nasypu zbrojonego (o ok. 8 cm).
- 2) Na dnie takiego wykopu należy ułożyć 10 cm warstwę pospółki (lub kruszywa łamanego 0/31,5 mm) i zagęścić. Taka „nadkładka” umożliwia dodatkowe skuteczne dogęszczenie luźnych nasypów zalegających poniżej.
- 3) Na zagęszczonej wyrównanej warstwie pospółki należy ułożyć geotkaninę z poliwinylalkoholu 120/120, bez fałd i załamów, rozwijając jej pasma o szerokości 4,50 m w kierunku poprzecznym. Między poszczególnymi pasmami należy zastosować 50 cm zakłady. Na zakładach geotkaninę należy przytwierdzić do podłoża stalowymi klamrami z prętów Ø 8 (10) mm w kształcie litery „U” z ramionami o długości 300 mm rozstawionymi o 100 mm. Rozstaw klamer 2,5 ÷ 3,0 m.
- 4) Na geotkaninie ułożyć warstwę pospółki zagęszczając ją do $I_s \geq 0,97$, profilując jej górną powierzchnię zgodnie ze spadkiem nawierzchni.
- 5) Wzdłuż obu zewnętrznych krawędzi geotkanina musi być zakotwiona w postaci „haka” o wymiarach: pionowo - 30 cm, poziomo - 100 cm (jak na rysunku).

3.1.3. Wzmocnienie podłoża pod nawierzchnią zjazdów

Wykop:

- Głębokość wykopu (w odniesieniu do miejsca przy krawężniku jezdni) dla ułożenia:
 - nawierzchnia (wg projektu drogowego) 33 cm
 - nasyp zbrojony 30 cm
 - nasyp budowlany z pospółki 10 cm

razem: **73 cm**
- Dno wykopu poziome, spadek nawierzchni pogrubia warstwę nasypu zbrojonego (o ok. 8 cm).

Dalsze postępowanie jak poz. 2) ÷ 5) w rozdz. 3.1.2.

UWAGA: Zaleca się uwzględnienie uwarunkowania odnośnie **wspólnej głębokości wykopu** pod zjazdy i krótkie odcinki chodników między nimi, co omówiono w rozdz. 2.3.2.

3.2. Charakterystyka rodzaju i właściwości materiałów użytych w projektowanym wzmocnieniu:

Poz. 1. Geotkanina 120/120:

- rodzaj materiału: poliwinylalkohol (PVA),
- wytrzymałość na zerwanie (w obu kierunkach): 120 kN/m,
- wydłużenie przy zerwaniu: $5 \pm 3\%$,
- siła rozciągająca przy wydłużeniu 2%:
 - wzdłuż pasma: ≥ 30 kN
 - w poprzek pasma: ≥ 30 kN
- siła rozciągająca przy wydłużeniu 3%:
 - wzdłuż pasma: ≥ 50 kN
 - w poprzek pasma: ≥ 50 kN

Poz. 2. Geosiatka 110/30:

- materiał: poliwinylalkohol
- wytrzymałość na rozciąganie:
 - wzdłuż pasma: 110 kN/m
 - w poprzek pasma: 30 kN/m
- wydłużenie względne przy obciążeniu maksymalnym:
 - wzdłuż pasma: $6 (\pm 2) \%$
 - w poprzek pasma: $6 (\pm 2) \%$

- siła rozciągająca przy wydłużeniu 2%:
 - wzdłuż pasma: $\geq 33 \text{ kN/m}$
 - w poprzek pasma: $\geq 10 \text{ kN/m}$
- siła rozciągająca przy wydłużeniu 3%:
 - wzdłuż pasma: $\geq 50 \text{ kN/m}$
 - w poprzek pasma: $\geq 15 \text{ kN/m}$
- siła rozciągająca przy wydłużeniu 5%:
 - wzdłuż pasma: $\geq 95 \text{ kN/m}$
 - w poprzek pasma: $\geq 25 \text{ kN/m}$
- wielkość oczka: $20 \times 30 \text{ mm}$
- standardowa szerokość pasma: 5 m
- standardowa długość pasma: 100 m

Poz. 3. Kruszywo łamane o uziarnieniu ciągłym 0/63 mm, spełniające warunki normy PN-S-06102.

Opracował:

dr inż. Jerzy Rzeźniczak

specjalista geotechnik
upr. geolog. nr VII-1166
certyfikat PKG nr 31/98