

Prof. dr hab. inż. Jan ZYCH

Wydział Górnictwa i Geologii. Politechnika Śląska
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska
tel. 032 – 2371374, fax. 032 - 2371238
e-mail: jzych@rg4.gorn.polsl.gliwice.pl

Mgr inż. Kazimierz SPYRA

Mgr inż. Stanisław ZAWADA

Zakład Inżynieryjny „GEOREM”
ul. Mikołajczyka 59a, 41-208 Sosnowiec, Polska
tel. 032 – 2662026, fax. 032 - 2662026
e-mail: georem@priv7.onet.pl

**WZMACNIANIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO METODĄ INIEKCJI
CIŚNIENIOWEJ POD NASYPY DROGOWE I OBIEKTY
INŻYNIERSKIE AUTOSTRADY A4**

**THE GROUND REINFORCEMENT WITH APPLICATION OF PRESSURE
INJECTION METHOD UNDER ROAD EMBANKMENTS AND ROAD SPECIAL
CONSTRUCTIONS OF A4 MOTORWAY**

Streszczenie: Podczas prowadzenia prac związanych budową obiektów inżynierskich takich jak mosty, wiadukty bardzo często występują problemy związane z bardzo słabymi własnościami fizykomechanicznymi gruntów stanowiących podłoże.

Grunty takie występują w podłożu trasy autostrady A4 na odcinku Chorzów Batory - Wirek. Nie spełniają one wymagań projektowanych konstrukcji budowlanych.

W artykule przedstawione zostaną praktyczne przykłady modyfikacji ośrodka gruntowego przez zastosowanie iniekcji ciśnieniowej pod nowo budowanym wiaduktem oraz nasypem drogowym.

Abstract: Problems connected with physical and mechanical properties of grounds often occurs during conduct of works connected with structure building such us bridges, flyovers.

These grounds occurs in the foundations of A4 motorway between Chorzów Batory and Wirek. Grounds don't meet requirements for designed building structures.

Practical examples of ground modification with application of pressure injection under building flyover and road embankment are presented in the paper.

1. Wstęp

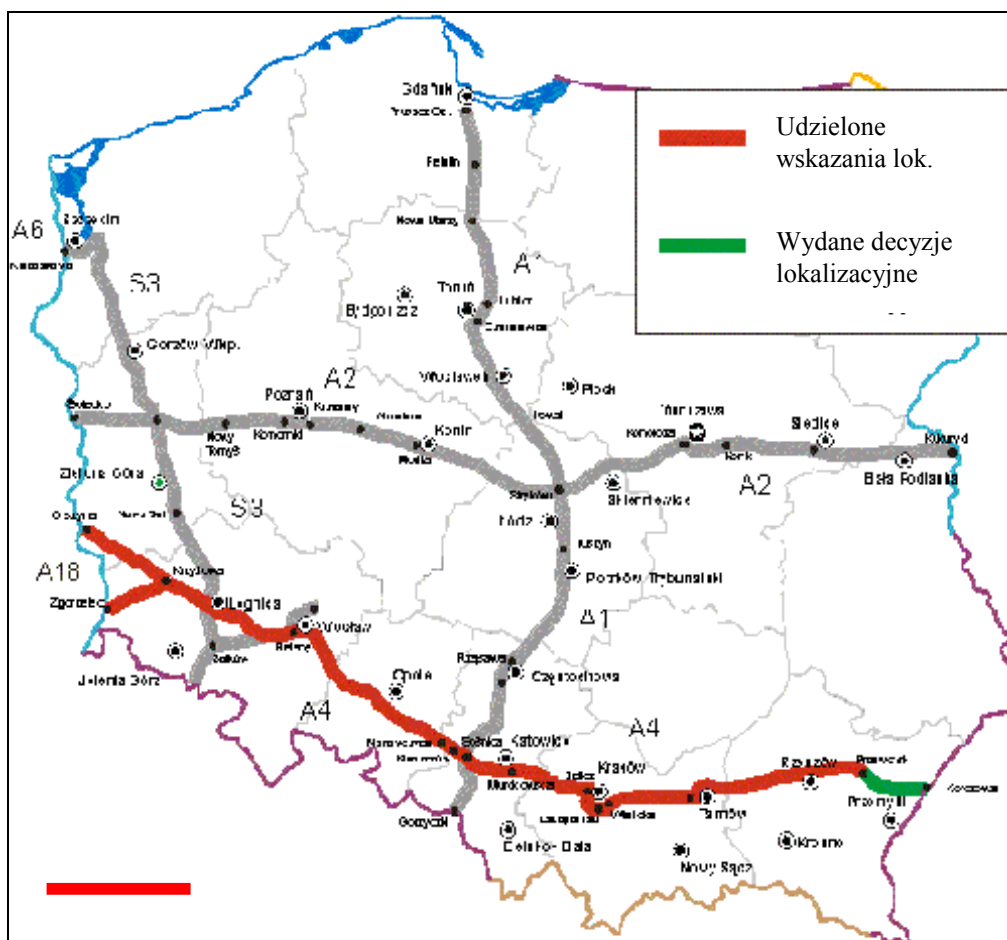
Autostrada A4 zaprojektowana została jako główna arteria komunikacyjna i tranzytowa łącząca zachód Polski - przejście graniczne w Olszynie ze wschodem Polski tj. z Korczowem na wschodniej granicy. Trasa autostrady A4 przebiega przez południową część Polski. Na jej trasie znajdują się takie duże miasta jak np.: Wrocław, Katowice, Kraków i Rzeszów. Schemat przebiegu autostrady przedstawia rys. 1.

Przepisy określające wymagania techniczne odnośnie wyboru lokalizacji autostrad zalecają omijanie tzw. trudnych warunków terenowych tj. między innymi terenów poddawanych wpływowi eksploatacji górniczej. Przyjęcie takiego zalecenia nie spełniłoby

jednak zasadniczego celu budowy autostrady A4 na terenie aglomeracji śląskiej, to jest przejścia przez autostradę na tym terenie ruchu kołowego o najwyższej klasie natężenia.

Budowa autostrad na terenach górniczych jest problemem złożonym i wymaga wnikliwej analizy oraz oceny zmieniających się w czasie wpływów podziemnej eksploatacji górniczej. Ma to wpływ na konstrukcję nawierzchni i obiekty inżynierskie autostrady z uwagi na zachowanie parametrów technicznych autostrady w czasie jej budowy i po jej wybudowaniu.

Autostrada A4 przebiega przez tereny górnicze kopalń między węzłem Sośnica w Gliwicach na zachodzie, a węzłem Mysłowice w Mysłowicach na wschodzie. Jest ona budowana na terenach górniczych dziesięciu kopalń węgla kamiennego, należących do Gliwickiej i Rudzkiej Spółki Węglowej oraz do Katowickiego Holdingu Węglowego (rys. 2). Kopalnie te posiadają ważne do 2020 r. koncesje na prowadzenie eksploatacji górniczej w rejonie budowanego odcinka autostrady oraz dysponują zatwierdzonymi dokumentacjami geologicznymi i projektami zagospodarowania złoża.



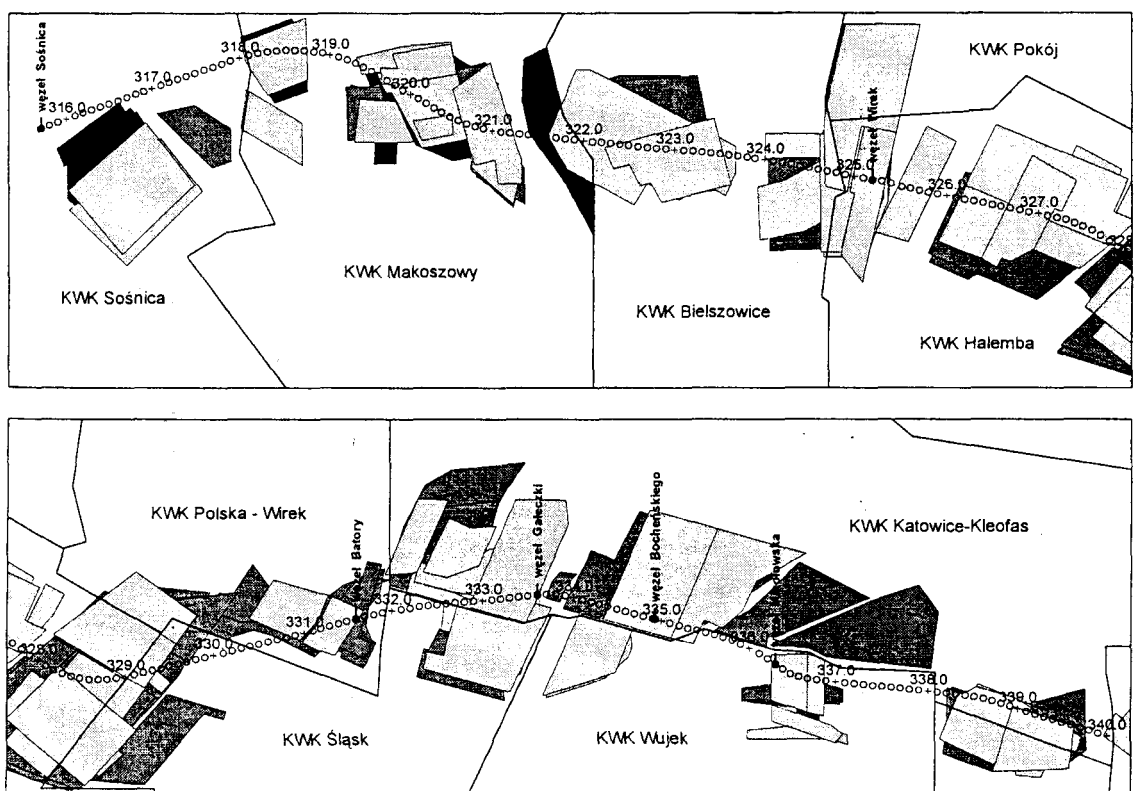
Rys. 1. Przebieg autostrady A4.

Przy budowie autostrady na obszarze aglomeracji śląskiej, należy wziąć pod uwagę problemy związane z jej budową na terenach górniczych. Zasadniczym problemem jest tutaj ograniczenie możliwości pozyskiwania złoża węgla kamiennego w kopalniach zlokalizowanych w rejonie budowanej autostrady z uwagi na potrzebę jej ochrony.

Wprowadzie odpowiednią profilaktyką górniczą i profilaktyką budowlaną można w pewnym stopniu złagodzić szkodliwość wpływów eksploatacji górniczej na autostradę, nie

mniej jednak w wielu przypadkach, podstawowym i jedynie skutecznym sposobem ochrony autostrady jest znaczące ograniczenie zakresu eksploatacji lub nawet jej zaniechanie.

Powoduje to jednak określone problemy ekonomiczne i społeczne w kopalniach, przez obszary których przebiega autostrada.



Rys. 2. Przebieg autostrady A4 przez tereny górnicze kopalń [3].

2. Ogólna charakterystyka terenu w rejonie projektowanego wiaduktu WA-12

W chwili obecnej kontynuowana jest budowa odcinka autostrady od węzła Chorzów Batory do węzła Wirek i od węzła Wirek do węzła Sośnica w Gliwicach. Odcinek pierwszy przebiega na granicy Chorzowa i Rudy Śląskiej od ich południowej strony. Na odcinku tym zlokalizowanych jest wiele obiektów inżynierskich jak wiadukty, mosty, przepusty, skarpy itp. Dla przedstawienia jednego z problemów związanych z budową autostrady wybrano obiekt inżynierski – wiadukt WA-12 o długości 55 m. Odcinek autostrady w rejonie rozpatrywanego wiaduktu zlokalizowany jest na obszarze górniczym zlikwidowanej kopalni Polska. W rejonie tym w przeszłości prowadzona była płytka eksploatacja górnicza na głębokości 70 do 80 m. Na podstawie wykonanych ekspertyz ustalono, że eksploatacja ta nie będzie mieć wpływu na projektowany obiekt.

Dla oceny warunków geologiczno-inżynierskich w rejonie tym odwiercono 5 otworów o długości 12 m każdy. Na podstawie odwierconych otworów stwierdzono występowanie w profilu następujących warstw:

0,0 – 0,5 m – nasyp

0,5 – 6,5 m – piasek średni o stopniu zagęszczenia, $I_d = 0,48$

6,5 – 9,0 m – piaski zaglinione i gliny piaszczyste o stopniu płynności, $II = 0,35$

9,0 – 12,0 m – gliny piaszczyste z przerostami żwirków, $II = 0,20$

Lustro wody stabilizowało się w poszczególnych otworach na głębokości od 1,0 do 1,4 m pod powierzchnią terenu.

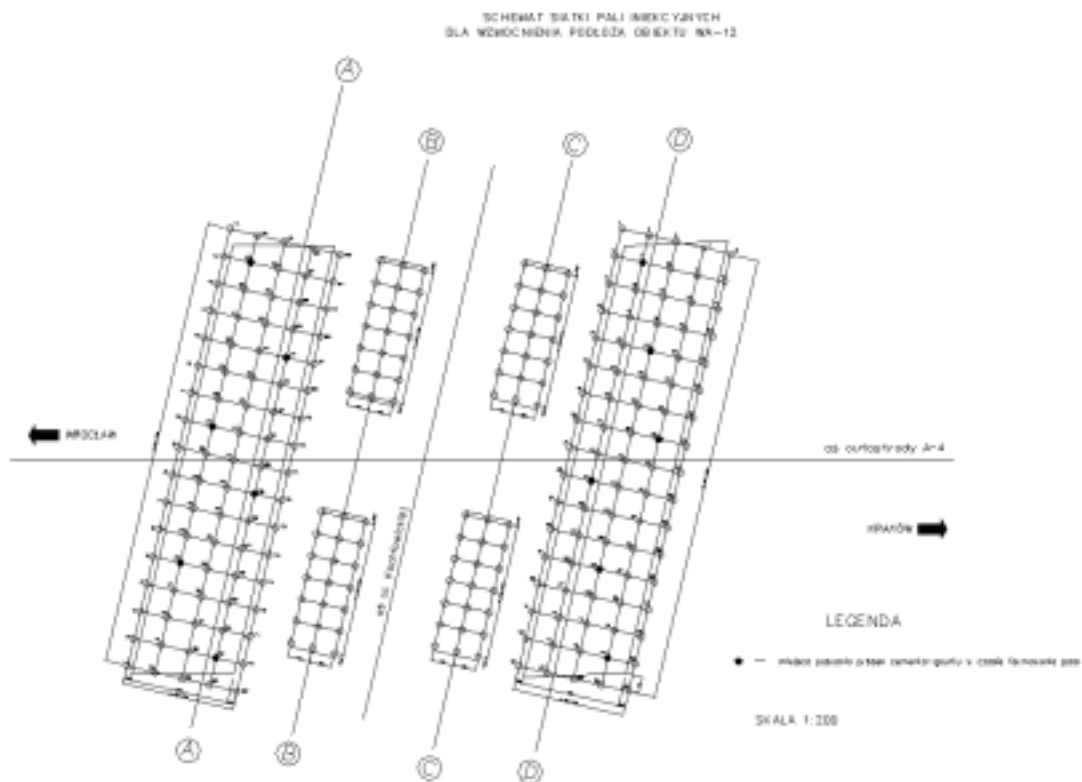
W oparciu o wykonane prace geologiczno-wiertnicze i laboratoryjne stwierdzono, że grunt pod projektowanym do budowy wiaduktem, nie spełnia wymogów geotechnicznych dla obiektu inżynierskiego jakim jest projektowany wiadukt.

3. Iniekcja wysokociśnieniowa dla wzmocnienia gruntu pod projektowany wiadukt WA-12

Po szczegółowej analizie wierceń geologiczno-technicznych, wykonanych badaniach laboratoryjnych na pobranych próbkach, dla wzmocnienia gruntu do wymaganej nośności wybrano metodę iniekcji wysokociśnieniowej “jet grouting”.

Po wykonaniu obliczeń dotyczących przewidywanych obciążeń ze strony projektowanego wiaduktu zaprojektowano wzmocnienie gruntu na poszczególnych odcinkach (rys. 3):

- pod przyczółkiem od strony Wrocławia zaprojektowano 85 pali o średnicy 800 mm w pięciu rzędach w siatce o wymiarach 2,5 x 2,5 m i długości 6,5 m,
- pod przyczółkiem od strony Krakowa zaprojektowano 85 pali o średnicy 800 mm w pięciu rzędach w siatce o wymiarach 2,5 x 2,5 m i długości 9,0 m,
- pod podporą od strony Wrocławia zaprojektowano 42 pale o średnicy 800 mm w trzech rzędach w siatce o wymiarach 2,5 x 2,0 m i długości 7,0 m,
- pod podporą od strony Krakowa zaprojektowano 42 pale o średnicy 800 mm w trzech rzędach w siatce o wymiarach 2,5 x 2,0 m i długości 7,0 m.



Rys. 3. Schemat siatki pali iniekcyjnych dla wzmocnienia podłoża obiektu WA – 12

4. Przebieg prac iniekcyjnych

Do prac iniekcyjnych zastosowano zmodyfikowany zaczyn cementowy o następującym składzie na 1m³:

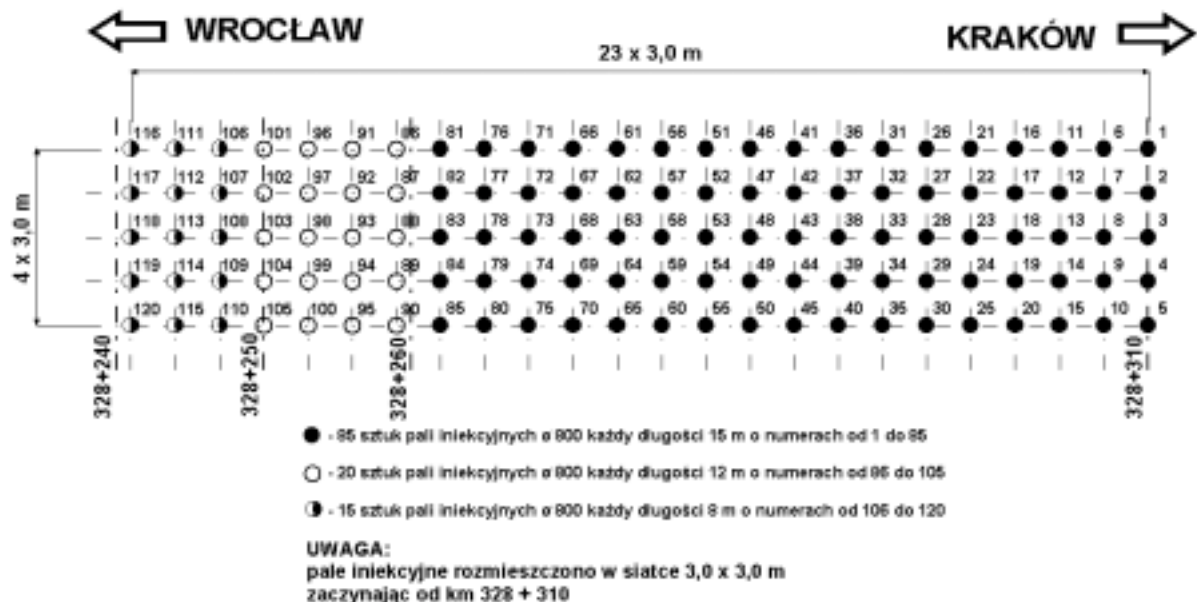
- cement 42,5 R - 600 kg,
- flubet – 150 kg,
- betostat – 1 dcm³,
- woda – 500 l,
- stosunek: woda/(cement + flubet + betostat) = 1,2,
- gęstość – 1,6 g/cm³,

Wytrzymałość grunto-betonu z pobranych rdzeni po 28 dniach wynosiła 3,0 MPa. Zabiegi iniekcyjne wykonywano przy zastosowaniu pompy tłokowej, wielkościśnieniowej o ciśnieniu roboczym 40 MPa.

Dla wzmocnienia gruntu pod przyczółkami i filarami wiaduktu WA – 12 wykonano razem 252 pale o średnicy 800 mm o łącznej długości 1900 m. Wzmocniono grunt o objętości 1000 m³ i zużyto 1626 m³ zaczynu cementowego.

5. Wzmocnienie podłoża gruntowego w rejonie projektowanego nasypu drogowego autostrady A-4 w km 328.240-328.310

Projektowany nasyp drogowy autostrady A-4 w km 328.240-328.310 wymagał również wykonania odpowiednich zabezpieczeń. Do jego zabezpieczenia zastosowano podobnie jak dla wiaduktu WA-12 metodę „jet grouting”. Po wykonaniu obliczeń dotyczących przewidywanych obciążeń zaprojektowano wzmocnienie gruntu za pomocą 120 pali o średnicy 800 mm w pięciu rzędach w siatce o wymiarach 3,0 x 3,0 m (rys. 4)



Rys. 4. Iniekcyjne wzmocnienie podłoża gruntowego pod nasyp drogowy autostrady A-4 w km 328.240 - 328.310

Długość otworów była zmienna i dla otworów o numerach od 1 do 85 wynosiła 15,0 m, dla otworów o numerach 86 do 105 wynosiła 12,0 m oraz dla otworów o numerach 106 do 120 wynosiła 8,0 m.

Dla wzmocnienia gruntu w rejonie nasypu wykonano łącznie 120 pali o średnicy 800 mm i sumarycznej długości 1635 m. Wzmocniono grunt o objętości 830 m³ i zużyto 830 m³ zaczynu cementowego.

Literatura:

1. Sprawozdanie z prac uzdatniających podłoże gruntowe w rejonie autostrady A-4. Zakład Inżynierski „GEOREM” w Sosnowcu. Sosnowiec 2003.
2. Biuro Projektów Transprojekt w Poznaniu. Autostrada A-4. Chorzów Batory – Wirek.
3. Jeleński A.: Koszty budowy i eksploatacji autostrad na terenach górniczych. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa. Seria: Konferencje. Problemy ochrony terenów górniczych. Katowice 2002.