



OSUWISKA SKALNE I GRUNTOWE – studium przypadku DK75

tekst: **mgr inż. TOMASZ KOSIŃSKI**, Maccaferri Polska Sp. z o.o., **mgr inż. BOŻENA TRZPIS**, K1 Projektowanie Konstrukcyjno-Budowlane Bożena Trzpis, zdjęcia: **MACCAFERRI POLSKA Sp. z o.o.**

Zastosowane rozwiązania przy zabezpieczaniu drogi krajowej nr 75 pokazują, jak duże i różnorodne możliwości minimalizowania skutków osuwisk skalnych i gruntowych oferują współczesne systemy geotechniczne.

Spadanie odłamków skalnych na drogę DK75 w miejscowości Będzieszyna

W ciągu drogi krajowej nr 75 na odcinku Brzesko – Wytryszczka w km 39 + 200 do km 40 + 000 w miejscowości Będzieszyna w bezpośrednim sąsiedztwie drogi skarpy drogowe po stronie prawej tworzą wysokie skały w postaci piaskowców i łupków, dochodzące do ponad 30 m wysokości w pionie, miejscami przykryte cienką warstwą zwietrzelin. Intensywne opady deszczu, które wystąpiły w 2010 r., spowodowały lokalne osunięcia się zwietrzelin oraz spadanie odłamków skalnych na drogę.

Na podstawie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej stwierdzono, że przedmiotowy teren charakteryzują czynne procesy geodynamiczne: obrywy, osypywanie się okruchów skał oraz spływy gruzowe. Stok pokrywany utworami czwartorzędowe w postaci rumoszy gliniastych złożonych z bloków oraz okruchów kamienistych piaskowców i łupków, pomiędzy którymi wolne przestrzenie wypełnione są gliną pylastą i gliną piaszczystą. Okruchy stanowiące rumosz mają tutaj wymiary od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Grunty spoiste stanowiące wypełnienie pomiędzy okruchami piaskowców, pomimo korzystnego stopnia plastyczności $I_L = 0,26$, są bardzo podatne na zmienne warunki atmosferyczne przez drastyczne obniżenie parametrów fizyko mechanicznych. W trakcie opadów atmosferycznych oraz roztopów grunty te mogą powodować zagrożenie osuwaniem się oraz spływami gruzowymi. Obrywy skalne występują w miejscach ścian skalnych oraz sztucznie



Kurtyna kotwiona zabezpieczająca pionowe zbocze skalne

podciętych skarp wzdłuż drogi. Przemieszczeniom podlegają głównie drobne okruchy skalne, ale obserwuje się także ruch głazów i bloków piaskowców o wadze ok. kilkuset kilogramów.

W celu zabezpieczenia tymczasowego zarządca DK75 zastosował w poboczu drogi siatki ogrodzeniowe chroniące jezdnię przed spadającymi odłamkami, jednak odłamki skalne o wadze kilkudziesięciu kilogramów przebijały siatkę i przedostawały się na jezdnię, stwarzając bezpośrednie zagrożenie dla użytkowników drogi.

Sytuacja ta doprowadziła do podjęcia decyzji o kompleksowym zabezpieczeniu niebezpiecznego odcinka drogi. Inwestor (GDDKiA) ogłosił przetarg na zaprojektowanie i wykonanie

zabezpieczeń w km 39 + 200 do km 40 + 000. Wykonawca i projektant (K1 Projektowanie Konstrukcyjno-Budowlane Bożena Trzpis) wraz z firmą Maccaferri przedstawili inwestorowi szereg rozwiązań zabezpieczających przed spadającymi odłamkami skalnymi, dostosowanych do topografii terenu i wielkości zagrożeń (energii spadających odłamków skalnych).

I tak, w miejscach, gdzie strome zbocza skalne dochodziły do krawędzi drogi, zastosowane zostały kurtyny kotwione, czyli zabezpieczenie aktywne, niepozwalające na dalsze odspajanie się odłamków skalnych od zbocza. Kurtynę stanowiła wysoko wytrzymała (105 kN/m) siatka stalowa Strong Net, kotwiona za pomocą prętów stalowych, gwintowanych, o średnicy 28 mm, osadzanych w górotworze na głębokość 1,5 m za pomocą zaczynu cementowego lub dwuskładnikowych klejów górniczych. Kurtyna była dociskana do zbocza linami stalowymi o średnicy 16 mm poprzez systemowe płyty oporowe zainstalowane na głowicy prętów, następnie sprężane przez dokręcanie nakrętek.

Drugie rozwiązanie polegało na tym, że strome zbocza, oddalone o kilkanaście metrów od krawędzi drogi, zostały zabezpieczone kurtyną wiszącą z siatki stalowej Strong Net z rowem deponującym rumosz skalny. Jest to zabezpieczenie bierne, czyli takie, które dopuszcza odspajanie się odłamków skalnych od calizny zbocza, ale w sposób kontrolowany przemieszczają się one pod kurtyną do rowu deponującego. Kurtyna z siatki stalowej jest zawieszona na podłużnej linii stalowej, zamocowanej do linowych kotew skalnych w koronie zbocza.

Trzecim rozwiązaniem było zastosowanie bariery przeciwoślądkowej RMC 050/ICAT na odcinkach, gdzie nie było prawie pionowych zboczy. Bariera przeciwoślądkowa to specjalnie opracowany panel przechwytyjący z siatki stalowej, zawieszony na stalowych linach biegnących pomiędzy zakotwionymi do podłoża stalowymi słupami. Zazwyczaj bariera o wysokości kilku metrów montowana jest prostopadle do zbocza na fundamentach żelbetowych, posadowionych na mikropalach. Zadaniem barier jest przechwycenie i zatrzymanie wszystkich spadających odłamków o określonej energii. Również ta technologia jest zabezpieczeniem biernym. Do zabezpieczenia DK75 zastosowano bariery, których maksymalny poziom energii MEL wynosił 500 kJ. Wartość MEL ustala się poprzez badanie barier zgodnie z wymaganiami ETAG 027.

Omawiany 800-metrowy odcinek drogi, zabezpieczony w powyższych technologiach, wykonany został w ciągu czterech miesięcy, od sierpnia do listopada 2011 r. Do roku 2014 bariery zatrzymały kilkanaście odłamków skalnych o wadze do kilkuset kilogramów. Zastosowanie różnych nowatorskich technologii, dostosowanych do warunków topograficznych, pozwoliło na skuteczne i ekonomiczne zabezpieczenie użytkowników drogi niewrażliwego odcinka przed spadającymi odłamkami skalnymi.

Osunięcie się części korpusu DK75 w miejscowości Łabowa

W ciągu tej samej drogi krajowej nr 75 na odcinku Nowy Sącz – Krynica w km 84 + 250 do km 84 + 500 w miejscowości Łabowa w maju 2010 r. wystąpiła deformacja drogi spowodowana przez silną erozję brzegu na zakolu koryta rzeki Kamienicy. W wyniku erozji powstał szeroki obryw w skarpie, który objął część pobocza drogi i spowodował uszkodzenie korpusu drogi. Zakres uszkodzeń spowodował konieczność wyłączenia z ruchu prawej strony drogi i stworzył realne zagrożenie dla jej przejezdności na tym odcinku.



Konstrukcja zabezpieczająca w trakcie wykonywania robót



Konstrukcja zabezpieczająca po dwóch latach od zakończenia robót

Inwestor (GDDKiA) ogłosił przetarg na zaprojektowanie i wykonanie robót budowlanych związanych z zabezpieczeniem stref deformacji elementów pasa drogowego, które miały obejmować zabezpieczenie osuwiska na łącznym odcinku o długości ok. 250 m oraz odbudowę uszkodzonej konstrukcji nawierzchni. Wykonawca wraz z firmą Maccaferri – przedstawił inwestorowi kilka rozwiązań zabezpieczających osuwisko. Wykonanie przypory umożliwiającej odbudowę części korpusu komplikowało zakole Kamienicy, której prędkość przepływu wód powodziowych i roztopowych powoduje bardzo silną erozję. Informacje przekazane od zarządcy rzeki (RZGW) mówiły o możliwości podniesienia się poziomu wody nawet o 4 m. Ostatecznie uzgodniono minimalny promień i wysokość konstrukcji regulacyjnej. Zastosowano konstrukcję oporową z gruntu zbrojonego geosiatkami drenażowymi z oblicowaniem z koszy gabionowych ze wzmocnionym licem. Fundament konstrukcji wykonano z warstwy gabionów, utwierdzonych w podłożu przy użyciu mikropali i rusztu z kształtowników HEB 160. Następnie na fundamencie i przed konstrukcją oporową wbudowano sześciometrowe materace gabionowe o grubości 30 cm jako zabezpieczenie jej przed podmyciem przez rzekę. W dalszej kolejności wykonano w łuku o promieniu 55 m sześciometrową konstrukcję z gruntu zbrojonego o długości ponad 100 m. Zbrojenie gruntu tworzyły geosiatki drenażowe ParaDrain, umożliwiające zastosowanie gruntów spoistych na zasyp. Oblicowanie stanowiła półtorametrowa warstwa koszy gabionowych ze wzmocnionym licem. Powyżej konstrukcji oporowej wykonano klasyczny nasyp, pełniący funkcję przypory, którego powierzchnię zahumusowano, obsiano mieszanką traw oraz zabezpieczono przed erozją geomatą Macmat i siatką Strong Net. Odwodnienie podłoża konstrukcji nawierzchni przeprowadzono przy użyciu prefabrykowanych wbijanych drenów Duckbill o długości 5 m w dwóch rzędach w rozstawie co 1 m. Ostatnim etapem była odbudowa uszkodzonej części korpusu drogowego, uzupełnienie wyposażenia drogi i remont nawierzchni asfaltowej. Wykorzystanie połączenia wielu różnych technologii pozwoliło zabezpieczyć osuwisko gruntowe, wyregulować rzekę Kamienicę oraz przywrócić drożność drogi krajowej nr 75.

