



Największym wrogiem stabilizacji każdego osuwiska jest woda powierzchniowa i gruntowa. Zamknięcie spływu przez grunty z suwającej powierzchni jest podstawowym sukcesem w działaniu na rzecz stabilności zbocza, skarpy.

Na podstawie doświadczeń z realizacji stabilizacji osuwisk w tym artykule przedstawione zostały przykłady rozwiązań technicznych w zakresie konstrukcyjnym i odwodnieniowym. Rozwiązania sprawdziły się w praktyce i mogą stanowić odniesienie do podobnych zagrożeń osuwiskowych występujących na drogach.

Przytoczone w artykule zaprojektowane i wykonane lub tylko zaprojektowane stabilizacje terenów osuwiskowych pozwolą specjalistom dokonać oceny prawidłowości opracowania dokumentacji projektowo-wykonawczej oraz wyciągnąć właściwe wnioski do dalszej działalności w zakresie stabilizacji osuwisk. Obecny postęp techniczny daje możliwość stosowania lepszych i tańszych rozwiązań projektowych i wykonawczych.

Występujące osuwiska można podzielić na pięć charakterystycznych grup w zależności od sytuacji, ukształtowania i położenia terenów osuwiskowych:

- * grupa a - osuwiska położone powyżej korony dróg; czoła osuwisk stykają się z koroną drogi lub zajmują częściowo powierzchnię jezdni,
- * grupa b - osuwiska występujące poniżej korony dróg, a obszary oderwania osuwisk obejmują częściowo lub całe szerokości jezdni dróg,
- * grupa c - osuwiska występujące na zboczach położonych w sąsiedztwie potoków, cieków wodnych lub rzek, których obszary oderwania obejmują korony dróg, a czoła osuwisk obejmują brzegi i ewentualnie dna potoków, cieków wodnych lub rzek,
- * grupa d - osuwiska na terenach położonych powyżej i poniżej dróg łącznie z ich jezdniami,

Doświadczenia z likwidacji osuwisk – cz. I

Utworzono: środa, 02, grudzień 2009 08:44

* grupa e - osuwiska występujące na zboczach położonych poza pasami drogowymi i poza korytami potoków, cieków lub rzek; w tych przypadkach osuwiska deformują tereny rolnicze i ekologiczne lub tereny budowlane.

W 44-letnim okresie praktyki zawodowej w drogownictwie miałem do czynienia bezpośrednio z następującymi osuwiskami na terenie Małopolski:

- droga lokalna Łysa Góra - Jaworsko w miejscowości Łysa Góra - grupa a,
- droga lokalna Sromowce Niżne - Sromowe Wyżne, wzdłuż rzeki Dunajec - grupa c,
- droga wojewódzka nr 956 Bierdowice - Zembrzyce w miejscowości Harbutowice - grupa d,
- droga gminna Nadzamcze - Wronina w miejscowości Czorsztyn - grupa c,
- droga powiatowa nr 1049K, powiat Chrzanów, w miejscowości Psary - grupa a,
- droga leśna nr 46 w miejscowości Biała, gmina Wiśła - grupa c,
- droga powiatowa nr 18237, powiat Wieliczka, w miejscowości Gorzków - grupa b,
- rejon ulicy Spadochroniarzy w Mszanie Dolnej - grupa e.

Osuwisko w Łysej Górze obok drogi lokalnej Łysa Góra - Jaworsko

W czasie mojej pracy zawodowej pierwszą stabilizację osuwiska wykonano w miejscowości Łysa Góra w ciągu drogi lokalnej Łysa Góra - Jaworsko. W czasie jej budowy wystąpiło w 1960 roku osuwisko zaliczone do grupy a. Przy drodze lokalnej w odległości około 20 m, rok wcześniej przed budową drogi, został wzniesiony na zboczu dwupiętrowy duży budynek szkoły artystyczno-plastycznej, który istnieje do dziś.

W przekroju pionowym różnica poziomów pomiędzy poziomem terenu na styku budynku szkolnego i poziomem jezdni drogi wynosiła około 4 m. Po drugiej stronie drogi lokalnej biegnie potok, którego dno położone było niżej niwelety drogi o około 2 m. W tym czasie były bardzo duże trudności z wykonaniem badań geologicznych gruntu, a sprawa była bardzo pilna. Po zapoznaniu się z rodzajem gruntu na obszarze spełzywania podjęto decyzję we własnym zakresie o podniesieniu niwelety drogi o 1 m i wykonaniu odpowiedniego zabezpieczenia lewego brzegu małego potoku. W ten sposób uzyskano stabilizację zbocza w Łysej Górze, które bez zmian funkcjonuje do dziś.

Ubezpieczenie drogi lokalnej Sromowce Wyżne - Sromowe Niżne

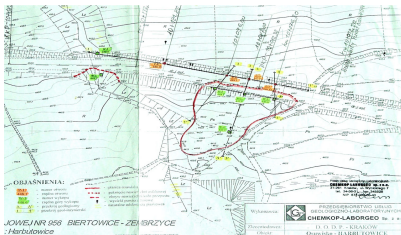
Druga stabilizacja w okresie mojej pracy zawodowej to budowa konstrukcji oporowej wzdłuż prawego brzegu drogi lokalnej Sromowce Wyżne - Sromowe Niżne, położonej na lewym brzegu Dunajca. W 1963 roku podjęto decyzję o ubezpieczeniu korony drogi o długości około 700 m, biegnącej w sąsiedztwie lewego brzegu rzeki Dunajec (osuwisko zaliczone do grupy c).

Po wykonaniu rozpoznania gruntu (bez badań geologicznych) opracowano projekt techniczno-wykonawczy budowy betonowych murów oporowych ze wspornikiem odciążającym. W projekcie przyjęto posadowienie bezpośrednio na gruncie na głębokości od 1,20 do 1,50 m poniżej dna rzeki Dunajec, w zależności od rodzaju podłoża gruntowego. Mury oporowe pracują do dziś, a ich stateczności zagraża jedynie ciągłe obniżenie się dna rzeki Dunajec.

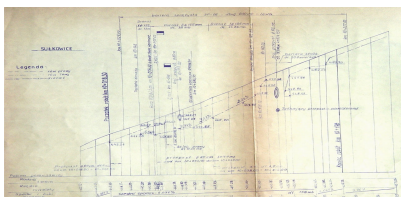
Osuwisko w Harbutowicach na drodze wojewódzkiej nr 956 Biertowice - Zembrzyce

W 1996 r. po powodzi wystąpiło oberwanie drogi nr 956 Biertowice - Zembrzyce w Harbutowicach. Nastąpiło to w dwóch miejscach oddalonych od siebie około 30 m na długości 35 m i 10 m. Osuwisko jest małe, o powierzchni około 800 m², zaliczone do grupy d.

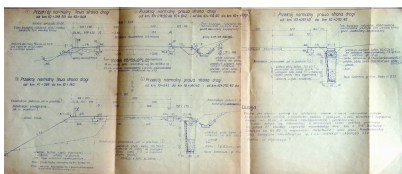
Projekt techniczno-wykonawczy został opracowany w oparciu o dokumentację geologiczno-inżynierską i szczegółowe indywidualne obserwacje warunków wodnych w terenie oraz w oparciu o szczegółowe specyfikacje techniczne opracowane przez Dyрекcję Okręgową Dróg Publicznych w Krakowie. Projekt techniczno-wykonawczy został zatwierdzony 14 kwietnia 1998 r. i roboty zostały wykonane.



Elementy konstrukcyjne stabilizujące osuwisko podano na sytuacji w skali 1:500 (rys. 1) i na profilu podłużnym w skali 1:100/1000 (rys. 2).



Bardzo duży zakres robót związany był z ujęciem wody gruntowej i wody powierzchniowej. Woda powierzchniowa spływająca z prawego stoku - zbocza została wprowadzona w odpowiedni układ rowów i przepustów w celu umożliwienia jej swobodnego spływu do cieku wodnego położonego po lewej stronie drogi wojewódzkiej, na poziomie o około 10 m niżej od poziomu niwelety drogi.



W celu zabezpieczenia korpusu drogi wojewódzkiej nr 956 przed dalszym obsuwaniem się oraz uzyskania stabilizacji osuwiska, zachodziła potrzeba wykonania następującego zakresu robót zgodnie z projektem techniczno-wykonawczym:

- głęboki drenaż (rys. 3) po prawej stronie korony drogi na długości 90,36 m wraz z przepustem z rury PCV o średnicy 25 cm w ciągu drogi (wykonany metodą przepychu przy użyciu rury stalowej o średnicy 30 cm, zakończony studzienkami kontrolnymi),
- budowa przepustu o długości 18 m w ciągu drogi wojewódzkiej w km 10 + 150 z rur żelbetowych prefabrykowanych o średnicy 100 cm wraz z budową żelbetowej kaskady od strony wylotu i gurtu połączonego ze skrzydłem od strony wlotu,
- budowa przepustu w ciągu drogi krajowej km 10 + 073,20 z rur żelbetowych prefabrykowanych o średnicy 80 cm, którego zadaniem jest przerzucenie całej wody z rowu drogowego prawego na lewą stronę drogi wojewódzkiej i skierowanie jej do prawego rowu biegnącego wzdłuż lewego zjazdu zbiorczego,
- przebudowa drogi wojewódzkiej nr 956 na odcinku 79,5 m, polegająca na wykonaniu poszerzenia korony drogi do szerokości normatywnej 8,50 m i jezdni do normatywnej szerokości 6 m, wykonanie łuku kołowego wraz z krzywymi

przejściowymi, założenie barier sprężystych po lewej stronie i po prawej oraz budowa prawostronnego rowu drogi wojewódzkiej o długości 179,5 m, w tym trzech przepustów o średnicy po 0,60 m każdy,
- przebudowa drogi zbiorczej prawej o długości 46,30 m i drogi zbiorczej lewej o długości 62,12 m.

Wykonanie drenażu

Woda gruntowa wypływająca z prawego stoku – zbocza została ujęta w odpowiedni układ drenażu głębokiego z rurami PCV pełnymi i perforowanymi (rys. 3). Została odprowadzana również do cieku położonego po lewej stronie drogi wojewódzkiej. Woda gruntowa wypływająca z prawego stoku – zbocza nie ma możliwości przesączania się przez nasyp korony drogi dzięki izolacji pionowej, opartej o prefabrykowane płyty chodnikowe. Izolację zaprojektowano szczelną i ciągłą z folii, ułożoną poziomo na ławie betonowej i pionowo na płytach betonowych.

Drenaż głęboki typu francuskiego o długości 90 m wykonano w spadku podłużnym od 2,74% do 8,56%, na głębokości od 2,5 m do 3,20 m po prawej stronie drogi. Odprowadzenie wody głębinowej, znajdującej się w rurach PCV drenażu, uzyskano przez założenie przepustu w km 10+054,30 z rury PCV o średnicy 25 cm w ciągu drogi, która została włożona do rury stalowej o średnicy 30 cm. Rura stalowa o średnicy 30 cm została wykonana metodą przepychu. Rura stalowa wraz z rurą PCV zostały zakończone studzienkami kontrolnymi o średnicy 125 cm, wykonane z kręgów żelbetowych. Drenaż ma kształt trapezu, którego dno ma szerokość 60 cm, a góra 85 cm. Na dnie wykopu pod drenaż zaprojektowano ławę betonową z betonu kl. B 25 o szerokości 60 cm i grubości 15 cm.

Na początku drenażu zaprojektowano ułożenie na ławie betonowej jednej rury PCV perforowanej średnicy 125 mm na długości około 45 m, a od połowy długości drenażu ułożenie dwóch rur PCV średnicy 125 mm, w tym jedna rura pełna a druga perforowana. Rurki PCV należało zasypać odpowiednim materiałem kamiennym filtracyjnym, a na wierzchu ułożyć poziomo prefabrykowane płyty betonowe o wym. 50 x 50 x 7 cm.

Budowa przepustu o średnicy 100 cm i długości 18 m

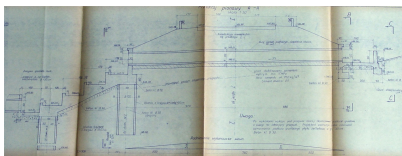
Na potoczku zaprojektowano przepust w skosie i w spadku 3% z prefabrykowanych rur żelbetowych o średnicy 100 cm i długości 18 m w ciągu drogi wojewódzkiej, w miejscu zasypanego niewidocznego przepustu. Światło przepustu zostało przyjęte na podstawie dokumentacji typowej pt. Prefabrykowane przepusty rurowe, opracowanej przez Biuro Projektowo Badawcze Dróg Mostów Sp. z o.o. Transprojekt Warszawa (aktualizacja - maj 1994 r.) oraz w oparciu o obliczenia hydrologiczne na podstawie wytycznych WP-D12 dla zlewni o powierzchni $A = 0,2 \text{ km}^2$ i średniego opadu rocznego $H = 938 \text{ mm}$ oraz dla miarodajnej wody $Q = 1.47 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Konstrukcja przepustu składa się z trzech zasadniczych części: przepustu o średnicy 100 cm i długości 18 m na szerokości korony drogi wojewódzkiej, skrzydła od górnej wody wraz z gurtem oraz skrzydła od dolnej wody wraz z kaskadą żelbetową w łuku poziomym o promieniu $R = 7,0 \text{ m}$, składającą się z czterech stopni.

Żelbetowe skrzydło przepustu od dolnej wody to ściana pionowa o grubości 30 cm i zmiennej wysokości składającej się z dwóch części, które w rzucie poziomym są nachylone względem siebie pod kątem $27,12^{\circ}$.

Część pierwsza skrzydła od strony Sułkowic posiada długość 8,20 m i jest w przybliżeniu równoległa do osi drogi, a druga część skrzydła od strony Zembrzyc posiada długość 3 m i jest prostopadła do osi przepustu. Rura żelbetowa przepustu jest zamocowana w drugiej części skrzydła.

Ściany pionowe skrzydła są obciążone siłą poziomą tylko od parcia ziemi. Parcie ziemi działające na część pierwszą ściany skrzydła jest przenoszone przez belkę poziomą zamocowaną w głowicach studni nr 1 i nr 2 (rys. 4). Parcie ziemi działające na część drugą skrzydła jest przenoszone bezpośrednio na głowice studni nr 2.



Kaskada jest połączona monolitycznie ze skrzydłem o długości 12,87 m przepustu o średnicy 100 cm od dolnej wody i stanowi konstrukcję przestrzenną, posadowioną na trzech studniach o średnicach po 120 cm wykonanych z prefabrykowanych kręgów żelbetowych. Dwie studnie o wysokości 6 m stanowią posadowienie dla skrzydła przepustu od dolnej wody o długości 12,87 m. Trzecia studnia o długości 5 m stanowi posadowienie dla kaskady, która jest również posadowiona na dwóch studniach.

W przekroju poprzecznym kaskada ma kształt leżącego ceownika, w którym płyta dolna ma (światło) szerokość użytkową 1,20 m. Ściany pionowe mają zmienną wysokość i stałą grubość wynoszącą 25 cm. Grubość płyty dolnej w najcięższym miejscu wynosi 50 cm. Od dolnej wody kaskada zakończona jest płytą wspornikową i skrzydłem żelbetowym, w którym zamocowana jest prefabrykowana rura żelbetowa o średnicy 100 cm, stanowiąca początek przepustu o długości 7 m, jako przedłużenie kaskady.

Przebudowa przepustu w km 10 + 073,00

W miejscu istniejącego przepustu w km 10 + 073 w ciągu drogi wojewódzkiej zaprojektowano i wybudowano przepust z rur żelbetowych prefabrykowanych o średnicy 80 cm, który jest potrzebny do przepłynięcia wody z rowu drogowego prawego na lewą stronę drogi i dalej do cieku prawym rowem zjazdu zbiorczego

lewego.

Przebudowa istniejących zjazdów zbiorczych

Konieczność przebudowy zjazdu prawego w km 10 + 057,60 wynikała z potrzeby wykonania rowu i ujęcia wody spływającej ze stoku i odprowadzenia jej do prawego rowu drogowego. Konieczność przebudowy zjazdu lewego w km 10 + 068 wynikała z potrzeby wykonania rowu i odprowadzenia wody z przepustu o średnicy 80 cm położonego w ciągu drogi wojewódzkiej w km 10 + 073,20, jak również z przepustu o średnicy 25 cm położonego w ciągu drogi wojewódzkiej w km 10 + 054,30, przez który przepływa woda z drenażu biegnącego prawą stroną drogi wojewódzkiej.

Na drogach zbiorczych w przekroju normalnym przyjęto szerokość jezdni 3 m. i pobocza po 0,75 m. Nawierzchnię przyjęto dwuwarstwową: górna - z pospółki o gr. 3 cm i dolną - z tłucznia gr. 6 cm ułożoną na warstwie odcinającej z piasku z pospółką o gr. 4 cm.

W km 0 + 022,50 zjazdu zbiorczego lewego zaprojektowano przepust z rur betonowych o średnicy 50 cm w skosie 60° i długości 8,84 m w celu przepuszczenia wody zebranej ze zbocza na obszarze osuwiska i wprowadzenia jej do prawego rowu, a z rowu do ciek.

Rowy drogowe

W projekcie występuje rów prawy drogi wojewódzkiej na całej długości przebudowanego odcinka, z wyjątkiem odcinka od przepustu w km 10 + 073,20 do skrzyżowania zjazdu prawego, co przedstawiono na sytuacji (rys. 1). Wzdłuż zjazdów zbiorczych lewego i prawego, również występują rowy, które zostały zabezpieczone z uwagi na duże spadki.

Nachylenie skarp rowów zaprojektowano 1:1,5, natomiast nachylenie przeciw skarp przyjęto najpierw 1:1,0 na wysokość ułożonej jednej płyty ażurowej, tj. 60 cm, a następnie nachylenie 1:1,5 - bez ubezpieczenia. Dna rowów zostały ubezpieczone prefabrykowanymi elementami betonowymi o wymiarach 60 x 50 x 20, ułożone są na podsypce cementowo-piaskowej 1:3 o grubości 5 cm. Otwory w płytach ażurowych wypełniono pospółką lub żwirem w celu umożliwienia wypływu wody gruntowej ze stoku.

Studzienki kontrolne drenażu

Trzy studnie kontrolne drenażu zaprojektowano z prefabrykowanych kręgów żelbetowych o średnicy 125 cm i wykonano w celu umożliwienia kontrolowania drenażu w czasie jego funkcjonowania po kilku latach jego eksploatacji oraz z konieczności zmiany kierunku o 90% przepływu wody i załomu w spadku podłużnym.

Studnie kontrolne drenażu - studnie nr 1 i nr 2 - zlokalizowane są w km 10 + 054,30, a studnia nr 3 w km 10 + 083,50. Studnia nr 1 jest zlokalizowana od strony wlotu, a studnia nr 2 jest od strony wylotu przepustu o średnicy 25 cm.

Ochrona środowiska

Wszystkie roboty budowlane związane ze stabilizacją osuwiska i odbudową korony drogi wojewódzkiej oraz robotami regulacyjnymi cieku wodnego zaprojektowano i wykonano bez pogorszenia środowiska naturalnego, nie wycięto ani jednego drzewa, zachodziła jedynie potrzeba usunięcia krzaków i zdjęcia humusu.

Ocena stabilizacji osuwiska

Po dziesięciu latach eksploatacji należy stwierdzić, że wszystkie zaprojektowane i wykonane elementy konstrukcyjne stabilizacji osuwiska były potrzebne i w dalszym ciągu funkcjonują normalnie. Potwierdzeniem prawidłowości rozwiązań jest to, że w okresie letnim bez opadów deszczu dwa – trzy miesiące, woda z drenażu płynie ciągle odkrytym rowem.

Stanisław Furman

emerytowany pracownik GDDKiA Oddział Kraków

Referat był prezentowany podczas Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Problematyka osuwisk w budownictwie komunikacyjnym”, która odbyła się w Zakopanem w dniach 27-29 maja 2009 r. (Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK O/Kraków, Materiały Konferencyjne nr 88/zeszyt 144)