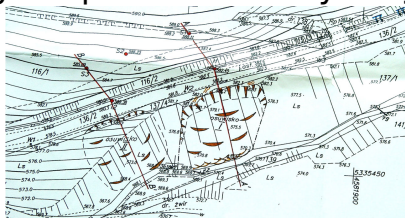




Przy drodze gminnej Nadzamcze – Wronina w Czorsztynie występują dwa osuwiska: osuwisko nr I w sąsiedztwie osuwiska nr II (rys. 5) w odległości od 5 m w korycie potoku, do 10 m w linii korony drogi gminnej. Są położone na skarpie drogi gminnej, która jest równoczesne skarpą potoku. Osuwiska są zaliczone do grupy c.

Osuwisko przy drodze gminnej Nadzamcze – Wronina w Czorsztynie

Odległość pozioma korony drogi gminnej od koryta potoku jest zmienna i wynosi od



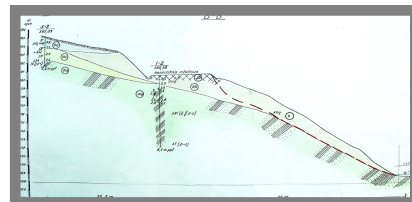
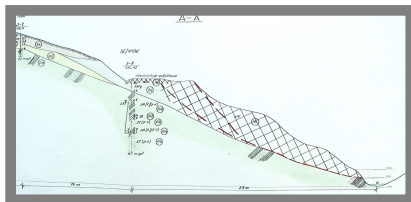
20 m

do 25 m, a różnica poziomu niwelety drogi i poziomu dna potoku (deniwelacja) wynosi od około 12 m do 12,50 m.

Według informacji Urzędu Gminy Czorsztyn, osunięcia i pęknięcia gruntów na tle osuwiskowym wystąpiły przy drodze gminnej Nadzamcze – Wronina w Czorsztynie w lipcu 2004 roku, po okresie nasilonych opadów deszczów. Na uwagę zasługuje podana w dokumentacji geologicznej, związanej z instalacją inklinometrów z grudnia 2004 r., informacja, że 30 listopada 2004 r. o godz. ok. 18.20 wystąpiło na terenie Podhala trzęsienie ziemi o sile ok. 3,60 w skali Richtera, a łagodniejsze wstrząsy wtórne występowały przez kilka następnych dni.

Dokumentacja geologiczno inżynierska

Dokumentacja geologiczno-inżynierska osuwiska nr I i osuwiska II została opracowana przez P.U.H. Geologiczno-Wiertnicze „GEODROM” i składa się z trzech części: opinii geologiczno-inżynierskiej z sierpnia 2004 r., dokumentacji geologicznej związanej z instalacją inklinometrów z grudnia 2004 r. i sprawozdania z pomiarów z maja 2005 r. Według opinii geologiczno-inżynierskiej z sierpnia 2004 roku obszar osuwiska obejmował nie tylko tereny na skarpie między drogą gminną i potokiem, ale także zbocze położone powyżej drogi gminnej. Dokumentacja geologiczna z grudnia 2004 r. zawiera dwa przekroje geologiczne w skali 1:100: przekrój pionowy A - A - przez osuwisko nr I (rys.2) i przekrój pionowy B - B inklinometrycznych - przez osuwisko nr II (rys. 3)



W miejscu wystąpienia osuwisk podłoże geologiczne to utwory fliszowe z piaskowców cienko i średnioławicowe oraz łupki jako warstwy złatniańskie, kluszkowskie lub szczawnickie wykształcone w facji warstw inoceramowych.

Czoła osuwisk stykają się z dnem potoku. Krawędzie oderwania osuwisk obejmują częściowo jezdnię drogi gminnej. Oba osuwiska mają szerokość po 20 m. W przekrojach geologicznych występują trzy warstwy geotechniczne o następujących parametrach geotechnicznych:

- stopień plastyczności I_L zawarty od 0,75 do 0,10, wilgotność naturalna W_n zawarta od 50 do 25,
- gęstość objętościowa zawarta od 1,70 t/ m³ do 2,05 t/ m³,
- kąt tarcia wewnętrznego zawarty od 40 do 13,50°, spójność c_u zawarta od 5 kPa do 15 kPa.

Operat wodno-prawny

Po przeanalizowaniu mapy do celów projektowych w skali 1:500 i przekrojów poprzecznych obejmujących koryto potoku i skarpy wraz z drogą gminną oraz dokumentacji geologicznej podjęto decyzję o budowie żelbetowej konstrukcji oporowej zlokalizowanej w korycie potoku. Z tego powodu zachodziła potrzeba opracowania operatu wodno-prawnego. Dla powierzchni zlewni $A = 0,41 \text{ km}^2$ wykonano obliczenia hydrologiczne różnymi metodami miarodajnej wielkiej wody o prawdopodobieństwie występowania $p = 1\%$, która wynosi $Q_{1\%} = 5,84 \text{ m}^3/\text{sek}$ i dobrano światło poziome konstrukcji oporowej $L = 2,30 \text{ m}$, średnia prędkość wody $v_k = 4,19 \text{ m/sek}$ - przy napełnieniu koryta 66 cm.

Żelbetowa konstrukcja oporowa

Podstawowym elementem projektowanej stabilizacji osuwiska jest żelbetowa konstrukcja oporowa o długości 56,70 m, która w przekroju poprzecznym ma kształt litery „U” (rys. 4) i jest posadowiona na dnie potoku płynącego około 12 m – 12,05 m poniżej niwelety drogi gminnej.



Rys. 4. Rysunek segmentu II konstrukcji

oporowej wraz z przekrojami poprzecznymi

Konstrukcja oporowa składa się z pięciu segmentów rozdzielonych pionowymi dylatacjami. Cztery segmenty od górnej wody mają długości po 10 m, a ostatni piąty segment od dolnej wody ma długość 16,70 m.

W rzucie poziomym cztery segmenty konstrukcji oporowej od górnej wody są w linii prostej. Ostatni piąty segment o długości 16,70 m jest częściowo w łuku poziomym o promieniu $R = 24,00$ m o długości 10,48 m, a końcowy odcinek segmentu od strony wylotu jest w linii prostej o długości 6,22 m.

Konstrukcja oporowa jest w spadku 5,91%, w dostosowaniu do istniejącego spadku potoku. Ponadto zaprojektowano ubezpieczenie dna potoku narzutem z kamienia łamanego o grubości warstwy 30 cm od strony wlotu na długości 3,38 m i od strony wylotu na długości 14,64 m, gdzie jest przejazd w bród drogi leśnej. Zakończenie ubezpieczenia dna potoku od strony wylotu zaprojektowano gurtem betonowym o wysokości 1,30 m.

W przekroju poprzecznym konstrukcja oporowa w kształcie litery „U” składa się z żebrowanej płyty żelbetowej fundamentowej o szerokości 4,30 m i grubości 30 cm, która połączona jest z poprzecznicami żelbetowymi w kształcie litery „T” w rozstawie osiowym co 2,50 m. Konstrukcja oporowa jest monolityczna i przestrzenna, odporna na duże obciążenia czynne czterometrowej ściany od parcia ziemi z suwających się osuwisk oraz na odpór gruntu obciążający trzymetrową ścianę na lewym brzegu potoku. Poprzecznice mają wysokość 90 cm – w środku rozpiętości, a przy ścianach 100 cm. Zmniejszenie wysokości poprzecznic w środku o 10 cm na długości 70 cm stanowi małe koryto na ciągłe płynięcie małej bieżącej wody potoku. Szerokość półki górnej poprzecznic wynosi 100 cm, a jej grubość 20 cm – w środku rozpiętości i 30 cm przy ścianach. Na poziomie wyższym o 2 m od posadowienia konstrukcji oporowej prawa ściana czterometrowa ma wspornik

żelbetowy o długości 1,60 m o grubości 50 cm w przekroju styku ze ścianą i 30 cm na końcu. Pierwszy i ostatni segment konstrukcji oporowej zakończone są wiszącymi skrzydłami żelbetowymi w celu uzyskania przekrojów trapezowych potoku.

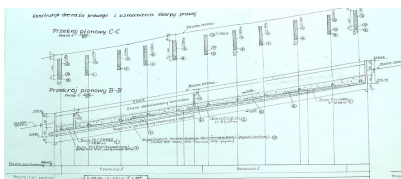
Kotwy gruntowe

W celu zapewnienia stateczności konstrukcji oporowej na obrót i zabezpieczenie jej przed przesuwem w płaszczyźnie poziomej oraz w celu wyrównania naprężeń dociskających płyty fundamentowej na grunt - zaprojektowano i wykonano kotwy gruntowe typu TITAN 40/16. Na całej długości konstrukcji oporowej o długości 56,70 m zaprojektowano 35 sztuk kotew gruntowych typu TITAN 40/16 o długości żerdzi 12 m. Dla wymaganej nośności obliczeniowej 360 kN kotwy TITAN 40/16 obliczono długość żerdzi dla łupków zwietrzałych przyjmując nośność buławy o średnicy koronki 70 mm 42,31 kPa na 1 m żerdzi. Kotwy gruntowe typu TITAN 40/16 zakotwione są pod kątem 25° w ścianie o wysokości 4 m od strony parcia czynnego gruntu.

Dane techniczne elementów kotew gruntowych TITAN powinny spełniać wymagania techniczne podane w aprobacie technicznej Nr AT/2002-04-1333 Instytutu Badawczego Dróg i Mostów.

Wykonanie drenażu podłużnego i poprzecznego

Niezależnie od budowy konstrukcji oporowej istnieje potrzeba wykonania drenażu podłużnego i poprzecznego w celu odprowadzenia wód wgłębnych ze zbocza położonego pomiędzy potokiem i drogą gminną (drenaż prawy), gdzie występuje osuwisko nr I i osuwisko nr II. Również dla odprowadzenia wody wgłębnej wypływającej z lewego zbocza - stoku potoku - zaprojektowano drenaż podłużny wzdłuż lewej ściany. Konstrukcja drenażu lewego i prawego to odpowiedni układ rur pełnych i perforowanych PCV.



Drenaż prawy składa się z dwóch części: z drenażu podłużnego wykonanego na wsporniku żelbetowym ściany czterometrowej i z drenażu poprzecznego – prostopadłego do drenażu podłużnego. Drenaż podłużny to rura pełna PCV o zmiennej średnicy od 100 mm (na początku drenażu) do 250 mm (na końcu drenażu), do której podłączone są rury PCV perforowane ułożone równolegle do rury pełnej. Drenaże poprzeczne to rury PCV pełne i perforowane o średnicy 100 mm ułożone na zboczu prostopadle do drenażu podłużnego i podłączone do rury pełnej podłużnej na wsporniku ściany prawej.

Rury PCV drenażu poprzecznego ułożone są pod koszami gabionowymi o przekroju 100*50 cm lub obok koszy. Rury PCV drenażu poprzecznego składają się częściowo z pełnych i z rur perforowanych. Rury PCV drenażu poprzecznego muszą być

ułożone wyżej od rury PCV pełnej drenażu podłużnego, do której są podłączone. Zadaniem poprzecznych rur PCV perforowanych jest zbierać wodę gruntową i wprowadzać ją do rur pełnych PCV poprzecznych, te z kolei do rury pełnej podłużnej PCV, która ma wyprowadzić wodę poza konstrukcję oporową. Drenaż podłużny ma być przykryty gruntem stabilizowanym cementem. Drenaż lewy tylko podłużny ułożony jest przy ścianie lewej przez całą długość konstrukcji oporowej, który składa się z rury pełnej PCV o różnych średnicach i z rur PCV perforowanych położonych wyżej od rury pełnej podłużnej i podłączone do rury pełnej.

Wykonanie i montaż koszy gabionowych

W celu zapewnienia stateczności skarpy prawej na powierzchniach osuwisk, położonej między potokiem a drogą gminną, zaprojektowano na powierzchni osuwiska I i osuwiska II - układ i położenie 11 sztuk koszy gabionowych o przekroju 100*50 o różnych długościach od 6 m do 10 m. Wszystkie kosze gabionowe opierają się o czterometrową ścianę konstrukcji oporowej powyżej wspornika żelbetowego przez warstwę gruntu stabilizowanego cementem, wykonanym nad wspornikiem ściany prawej.

Metoda obliczenia parcia ziemi na ściany konstrukcji oporowej

Obliczenie wielkości parcia ziemi obciążającej ściany konstrukcji oporowej jest podstawowym parametrem gwarantującym jej trwałość i stateczność, które wykonano wg wzoru podanego dalszej części artykułu.

Opiniowanie i zatwierdzenie projektu budowlano-wykonawczego

Projekt budowlano-wykonawczy likwidacji usuwiska nr I i osuwiska nr II przy drodze gminnej Nadzamcze – Wronina w Czorsztynie poddany został procedurze opiniowania i uzgadniania przed zatwierdzeniem i uzyskaniem pozwolenia na budowę przez:

- Państwowy Instytut Geologiczny, opinia z 4 lipca 2004 r.- Wojewódzki Zespół Nadzorujący Realizację Projektu „Ostona Przeciwośuwiskowa”, powołany przez Wojewodę Małopolskiego Zarządzeniem nr 19/04 z 11 lutego 2004 r., opinia z 31 października 2006 r.,
- Inspektorat w Nowym Targu Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie, uzgodnienie z 29 września 2006 r., znak Ult-5060/129-2/2162/2006,
- Wydział Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych Starostwa Powiatowego w Nowym Targu rozprawa wodno-prawna 21 listopada 2006 r., decyzja Starosty Nowotarskiego udzielająca pozwolenia wodno-prawnego z 28 grudnia 2006 r., znak OŚ-6224/32.206 - Decyzja nr 119/07 Starosty Nowotarskiego z 28 lutego 2007 r. zatwierdzająca i udzielająca pozwolenia likwidację usuwiska nr I i osuwiska nr II przy drodze gminnej Nadzamcze – Wronina w Czorsztynie.

Nadzór nad budową konstrukcji oporowej

Pełny zakres robót budowlanych dotyczących likwidacji usuwiska nr I i osuwiska nr II przy drodze gminnej Nadzamcze – Wronina w Czorsztynie został wykonany w 2008 r. zgodnie z zatwierdzonym projektem budowlano-wykonawczym. W czasie budowy konstrukcji oporowej był wykonywany nadzór inwestorski przez inspektora nadzoru i sprawowany był częściowo nadzór autorski. W ramach nadzoru autorskiego zostały

skontrolowane częściowo przez autora projektu niżej wymienione elementy budowy:

- przełożenie potoku na lewą stronę poza konstrukcję oporową przez ułożenie rury PCV o średnicy 50 cm i zasypanie jej ziemią; skierowanie wody bieżącej z koryta potoku do założonej rury PCV wykonano przez wybudowanie na folii gradzy kamiennieo-gruntowej o wysokości ponad 1 m,
- dokonano oceny wytyczenia położenia w korycie potoku całości konstrukcji oporowej w rzucie poziomym i pionowym,
- udział w próbnym obciążeniu kotew gruntowych typu TITAN; uzyskano pozytywne wyniki,
- dokonano oceny podłoża gruntowego wszystkich segmentów konstrukcji oporowej. W czasie kontroli podłoża gruntowego stwierdzono występowanie lokalnych nawodnionych gruntów na szerokości ławy fundamentowej na skutek wypływania wody, które zalecono usunąć i wypełnić je betonem. Zalecono usunąć wypływającą wodę z podłoża gruntowego na szerokości płyty fundamentowej przez wybranie malutkich rowków o przekroju trapezowym głębokości do 50 mm i szerokości również do 50 mm w układzie naczyń połączonych oraz ułożyć rurki perforowane PCV o średnicy do 50 mm, które podłączono do pełnej rury PCV o średnicy 100 mm ułożonej obok konstrukcji oporowej i wyprowadzono je poza obiekt,
- dokonano oceny wykonanego zbrojenia płyty dolnej fundamentowej i zbrojenia części dolnej ścian segmentów V i IV, zbrojenie wykonano zgodnie projektem; zalecono zwrócić szczególną uwagę na grubość otuliny betonem prętów stalowych zbrojenia konstrukcji oporowej,
- zalecono założyć dodatkowo strzemiona w celu wzmocnienia na ścinanie betonu w ścianie konstrukcji oporowej od sił normalnych w kotwach gruntowych typu TITAN,
- dokonano oceny terenów na powierzchniach odkrytych skarp osuwiska nr I i osuwiska nr II, gdzie zauważono różnej wielkości wycieki wody z gruntu i dostosowano położenia zaprojektowanych poprzecznych gabionów oraz drenażu poprzecznego do miejsc wypływającej z gruntu wody. Uzgodniono zasypanie prawej ściany konstrukcji oporowej powyżej wspornika żelbetowego otoczkami zagęszczonymi, zamiast stabilizacji gruntu.

Komisyjny odbiór całości robót budowlanych konstrukcji oporowej wykonanej zgodnie z projektem budowlano-wykonawczym odbył się 21 listopada 2008 r. Ocena stabilizacji osuwiska nr I i osuwiska nr II będzie możliwa po kilku latach eksploatacji.

Ochrona środowiska

Żelbetowa konstrukcja oporowa w korycie potoku jest unikatowa w zastosowaniu w stabilizacji osuwiska i odbudowie korony drogi gminnej. Lokalizacja żelbetowej konstrukcji oporowej w korycie potoku zablokowała jego erozję denną. Wykonanie drenażu podłużnego i poprzecznego z budową na wysokiej skarpie gabionów kamiennych nie zmienia istniejącej szaty roślinnej.

W korycie żelbetowej konstrukcji oporowej przestrzenie między żebrami żelbetowymi można wykorzystać przez ekologów do zagospodarowania przez odpowiednie gatunki ryb, żab itp. oraz roślin.

Stanisław Furman

Doświadczenia z likwidacji osuwisk – cz. II

Utworzono: czwartek, 03, grudzień 2009 09:13

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)