

WSTĘPNA OCENA NOWYCH TECHNOLOGII PRZECIWDZIAŁAŃ RUCHOM OSUWISKOWYM

Krzysztof Maślanka, Agnieszka Policht

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Akademia Rolnicza
Al. Mickiewicza 24-28, 30-059 Kraków
e-mail: rmmaslan@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono ocenę nowych technologii polegających na zastosowaniu geosyntetyków w zabezpieczeniach przeciwsuwiskowych na przykładzie obiektu „FALKOWA” w Nowym Sączu. Ocenę dokonano po dwuletnim okresie działania zabezpieczeń polegających głównie na odwadnianiu powierzchniowym systemem rowów i kanałów melioracyjnych oraz głębokim drenażu czaszy osuwiska. W systemie rowów odprowadzających wody opadowe oraz z drenażu zastosowano geowłókninę oraz geokratę komórkową. Natomiast w systemie drenażowym geowłókninę, jako osłonę filtracyjną rur drenażowych i warstwę separacyjną, oddzielającą grunt rodzimy od zasypki filtracyjnej. W okresie wiosennym 2004 roku przeprowadzono kilka wizji terenowych i oceniono stan techniczny systemów odwadniających oraz roślinności – traw których nasiona zostały wprowadzone w formie hydroobsiewu do geokraty komórkowej. Stwierdzono skuteczne działanie systemu drenażowego natomiast nieprawidłowe uformowanie koryt rowów o nachyleniu skarp 1:1 było powodem wypłukiwania gleby z geokraty i z tym związaną nieskuteczność wykonanego hydroobsiewu szczególnie przy wylotach drenażowych.

Słowa kluczowe: osuwisko, systemy odwadniające, geowłóknina, geokrata

WSTĘP

Osuwiska to efekty osuwania, przemieszczenia – na stoku w dół, dużych objętości mas ziemnych (zwietrzliny lub skały). Ruch ten przeważnie jest gwałtowny i występuje pod wpływem spływu dużych ilości wody. Ma on miejsce w czasie roztopów lub podczas ulewnych deszczów. Osuwisko może być wywołane także ruchem powolnym trwającym wiele lat, ale jego ruchy nasilają się również w okresach dopływów wody z roztopów lub deszczów letnich. O wystąpieniu osuwiska decydują: układy warstw, właściwości wodne podłoża i nachylenia stoku. Największa możliwość powstania osuwiska jest przy dużym nachyleniu

stoku, kiedy warstwy wierzchnie są przepuszczalne, a głębsze słabo przepuszczalne i pochylone zgodnie z nachyleniem stoku. Osuwiska dzieli się na stokowe i dolinowe. Dominują osuwiska stokowe i są najgroźniejszą formą ruchów masowych. Osuwiska dolinowe występują one ogółem rzadko, a ich przyczyną jest podcinanie zboczy przez erozję denną lub brzegową cieków. Również często osuwiska powstają przez przecięcie na stoku układu warstw ułatwiających przemieszczanie się mas ziemi, przy budowie szlaków komunikacyjnych (drogi, autostrady, tory kolejowe).

Z wymienionych względów obszary, na których występują osuwiska są przede wszystkim związane z dwoma czynnikami, jednym natury geologicznej oraz drugim związanym z klimatem [2]. Czynnikiem istotnym z punktu widzenia geologii jest obecność stoków o charakterystycznym spadku, uławiczeniu, osłabieniu lub nieciągłości struktur wewnętrznych. Oba wymienione czynniki występują w polskich Karpatach. Osuwiska karpackie obejmują zarówno utwory fliszowe, jak i pokrywę czwartorzędową.

Roczne opady w Karpatach osiągają wartość 800-1100 mm, mają niekiedy bardzo intensywny charakter, należą także do najwyższych w Polsce. Ostatnie lata powodziowe 1997 i 2001 oraz związane z nimi intensywne opady spowodowały, po okresie stagnacji od połowy lat 80. do 1997 r. gwałtowne nasilenie zjawisk osuwiskowych w licznych miejscach na terenie Karpat. Odnotowano poważne straty materialne związane ze zniszczeniem budynków i tras komunikacyjnych. Zaistniała sytuacja wymaga nowego podejścia i stosowania nowych technologii zabezpieczeń przeciwsuwiskowych polegających na aplikacji geosyntetyków, które zostały wprowadzane od wielu lat w krajach wysoko rozwiniętych i uzyskały pozytywne oceny [4]. Nowoczesne zabiegi przeciwsuwiskowe powinny być wykonane przed wystąpieniem tych katastrofalnych zjawisk i oczywiście jako przeciwdziałające kolejnym etapom oraz likwidacji niekorzystnych skutków ruchów osuwiskowych i rekultywacji terenu.

Celem pracy jest przedstawienie nowych technologii zabezpieczeń przeciw osuwiskowych i wstępna ocena ich działania na przykładzie jednego z największych osuwisk, które wystąpiło w Nowym Sączu, dzielnicy „Falkowa”.

MATERIAŁ I METODY

W 2001 roku zaliczonym pod względem meteorologicznym do lat mokrych (powodziowych) na terenie Podkarpacia uaktywniło się około 2000 osuwisk. Szczególnie w lipcu w Nowym Sączu sumy dekadowe opadów atmosferycznych były narastająco wysokie i wynosiły: I dekada – 40,2 mm, II dekada – 51,5 mm oraz III dekada – 225,3 mm. W dniach od 22.07. do 27.07. spadło aż 223,7 mm deszczu, stanowiąc 73% maksymalnej sumy opadów w miesiącu lipcu w okresie

1955-1995 r. Z tego względu nastąpiły ruchy osuwiskowe, a jedno z najbardziej uciążliwych w obrębie miasta Nowego Sącza, w dzielnicy „Falkowa” (osuwisko „FALKOWA”). Było to głębokie, do ponad 30 m osuwisko w utworach czwartorzędowych oraz utworach mioceńskich Kotliny Sądeckiej [5]. W roku 2001 z powodu wyżej wymienionych wysokich i intensywnych opadów atmosferycznych obciążone wodą utwory czwartorzędowe spłynęły grawitacyjnie powodując duże szkody materialne, przykładem jest zniszczona droga równoległa do osi osuwiska (rys. 1) i budynek gospodarczy (rys. 2). W związku z zaistniałą bardzo szkodliwą sytuacją przystąpiono do projektowania i realizacji zabezpieczeń przeciwosuwiskowych.



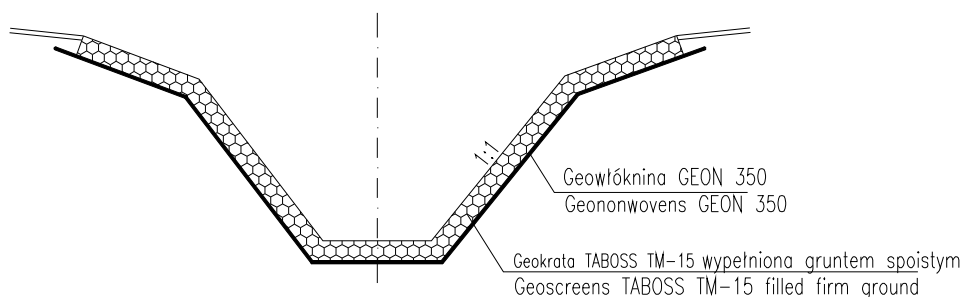
Rys. 1. Zniszczona droga równoległa do osi osuwiska „FALKOWA”

Fig. 1. Damaged tarred road parallel to the axis of the “FALKOWA” landslide

W oparciu o wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz wyniki badań modelowych [6] w pierwszym etapie wykonano odwodnienie powierzchniowe systemem rowów i kanałów odpływowych oraz głęboki drenaż osuwiska z zastosowaniem geosyntetyków. Równoległe prowadzono prace związane z zabezpieczeniem przeciwoerozyjnym górnej części osuwiska (plateau) oraz zniwelowanie czoła osuwiska poprzez uformowanie stoku o nachyleniu 10-12%. W umocnieniach rowów i kanałów zastosowano geowłókninę i geokratę. Wodoprzepuszczalna geowłóknina chroni skarpy rowu przed sufozją, wypłukiwaniem drobnych cząstek gleby i ziarn gruntu co w efekcie doprowadza do deformacji koryt rowów. Natomiast geokrata komórkowa TABOSS [6] ułożona na podkładzie z geowłókniny mocowana szpilkami metalowymi, wypełniona gruntem rodzimym lekko zagęszczonym i wykonanym hydroobsiewem powinna skutecznie i trwale umacniać rowy odpływowe (rys. 3).



Rys. 2. Nisza osuwiska „FALKOWA” bezpośrednio po jego uaktywnieniu
Fig. 2. Landslide headwall directly after its activation

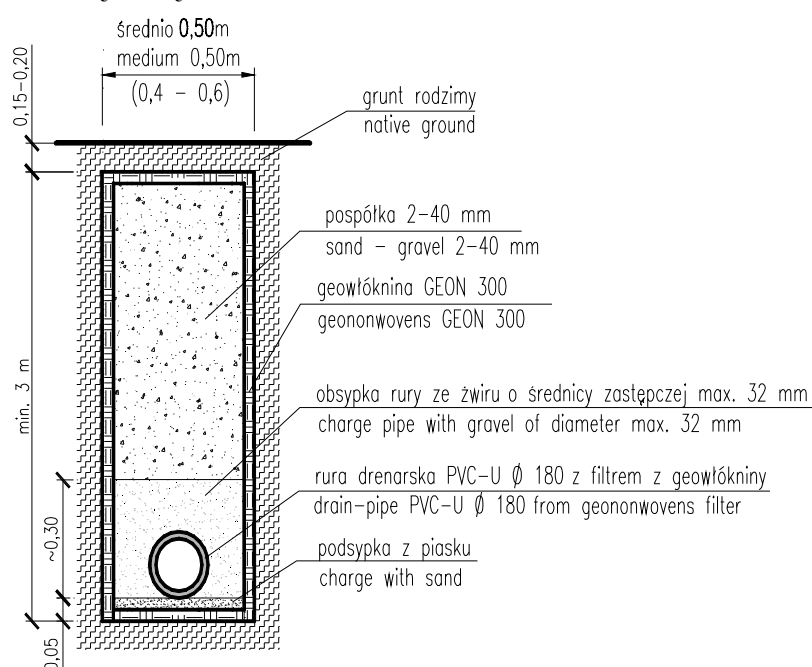


Rys. 3. Przekrój poprzeczny rowu melioracyjnego przy osuwisku „FALKOWA”
Fig. 3. Cross-section of a drainage ditch from the landslide of “FALKOWA”

W celu obniżenia poziomu wód gruntowych wykonano drenaż na głębokości minimum 3,0 m od powierzchni terenu niszy osuwiska. Zastosowano elastyczny dren rurowy, karbowany, perforowany z PVC ϕ 180 mm z filtrem z geowłókniny. Rurę drenażową z osłoną filtracyjną z geowłókniny ułożono na podsypce z piasku o grubości 0,05 m i zasypano żwirem o średnicy zastępczej max. 32 mm, wyso-

kości 0,3 m oraz wysoką zasypką filtracyjną, pospółką ϕ 2-40 mm w warstwie separacyjno – filtracyjnej z geowłókniny (rys. 4).

Skarpę niszy osuwiska zabezpieczono systemem składającym się z kotwi o długości 3-6 m (rys. 5) i pokryciem jej powierzchni betonem natryskowym zbrojonym siatką stalową z drutu o średnicy 4-6 mm. Kotwy stanowią pręty ze stali żebrowanej 18 G2, które charakteryzują się podwyższoną odpornością na korozję o średnicy 22 mm, osadzone w otworach o średnicy 40-60 mm. Połączenie prętów z otaczającym ośrodkiem dokonano poprzez ich wbijanie w zaprawę cementową, którą włączano do otworów.



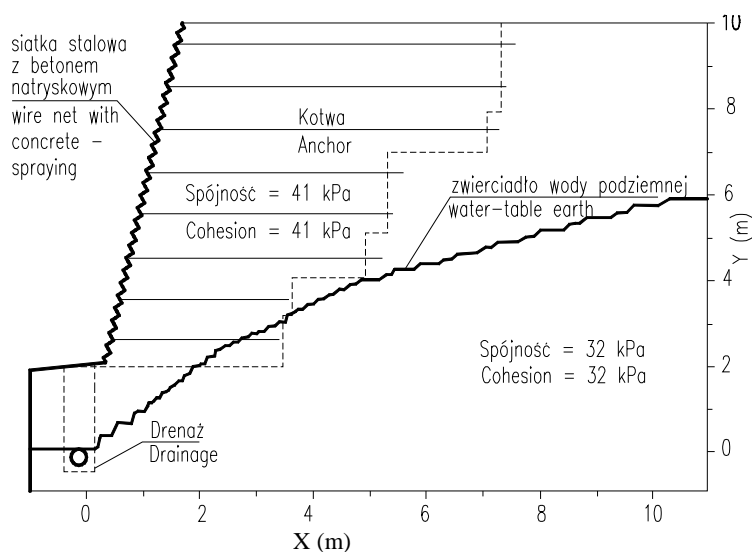
Rys. 4. Drenaż u podnóża osuwiska „FALKOWA”

Fig. 4. Drainage at the foot of the „FALKOWA” landslide

Oprócz budowy systemu odwadniania zbocza i zabezpieczenia skarpy osuwiska uszczelniono wszystkie pęknięcia, aby woda penetrująca przez nie do wnętrza masywu nie osłabiała gruntu i powodowała podnoszenie zwierciadła wody podziemnej.

W okresie wiosennym 2004 roku przeprowadzono kilka wizji terenowych i oceniono stan techniczny systemów odwadniających oraz roślinności – traw, których nasiona zostały wprowadzone w formie hydroobsiewu do geokraty komórkowej. Zapoznano się z wynikami pomiarów położenia zwierciadła wód podziemnych prowadzonych w 6. piezometrach, z których 3. wskazują poziom zwier-

ciadła wody w pierwszej warstwie wodonośnej (do głębokości 10 m), a pozostałe 3. poziom w drugiej warstwie wodonośnej (do głębokości 25 m). oceniono również zabezpieczenie skarpy niszy osuwiska. Sprawdzone dobór geowłóknin jako osłon filtracyjnych rur drenażowych oraz warstw separacyjno-filtracyjnych wg kryteriów hydraulicznych opracowanych przez Heertena [1] i pozytywnie ocenionych, w badanych zastosowaniach, w urządzeniach melioracyjnych [3].



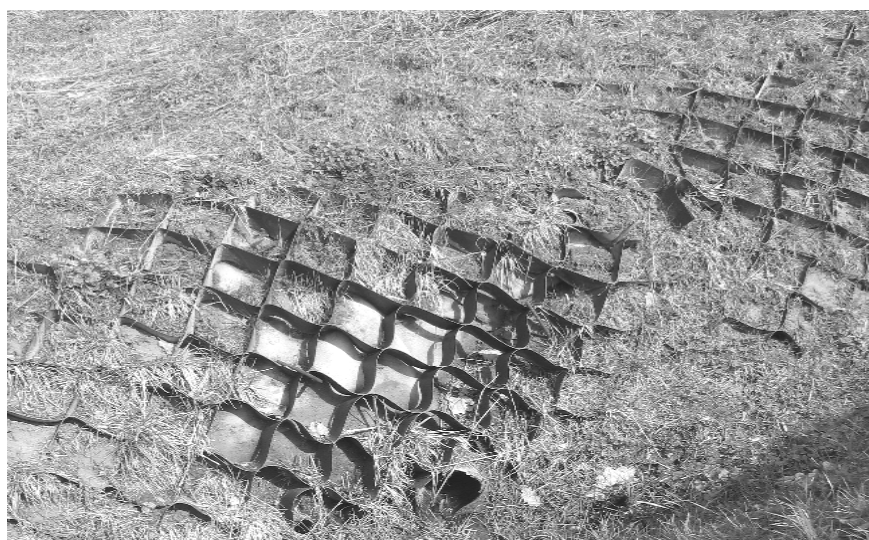
Rys. 5. Schemat zabezpieczenia skarpy urwiska w niszy osuwiska „FALKOWA”

Fig. 5. Diagram of scarp preservation of the bluff in the landslide headwall of “FALKOWA”

WYNIKI I DYSKUSJA

W trakcie pierwszej wizji terenowej w dniu 6.04.2004r. wykonano ocenę stanu technicznego systemu rowów i kanałów melioracyjnych umocnionych geowłókniną i geokratą komórkową z hydroobsiewem. Stwierdzono, że na kilku odcinkach nastąpiło wypłukanie gleby z geokraty, a szczególnie przy wylotach drenażowych (rys. 6), które jest uzasadnione dużym odpływem wody i przepływem przez wysoką zasypkę filtracyjną. Odkrycie geokraty jest niekorzystne ponieważ mogło nastąpić jej uszkodzenie szczególnie przez promieniowanie ultrafioletowe i wysokie stany i duże prędkości przepływu wody w rowach i kanałach. Na stabilnych odcinkach rowów i kanałów wyrosła trawa, której nasiona zostały zastosowane w hydroobsiewie i niewielkie ilości chwastów oraz koniczyny białej. Trawy których rozpoznanie wykonano w kolejnej wizji terenowej zadarniają skarpy, są w następującym składzie: życica trwała (*Lolium*

perenne), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*), kłosówka wełnista (*Holcus lanatus*), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*), rajgras wyniosły (*Arrhenatherum el.*). Z chwastów występuje perz właściwy (*Agropyron repens*), podbiał pospolity (*Tussilago farfara*), szczaw kędzierzawy (*Rumex crispus*), szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa*), szczaw tępolistny (*Rumex obtusifolius*) oraz koniczyna biała (*Trifolium repens*).



Rys. 6. Stan umocnienia geokrąta rowu melioracyjnego przy wylocie drenażowym
Fig. 6. The condition of geoscreen reinforcement of drainage ditch at drainage outlet

Poziom zwierciadła wody gruntowej występował powyżej głębokości wykonanego drenażu tylko w okresie roztopów śniegu, natomiast w okresie wiosennym 2004 r. nie podwyższył się i nie było odpływu z drenażu.

Zabezpieczenie skarpy niszy osuwiska jest pod względem hydrotechnicznym zabezpieczeniem skutecznie działającym i powinno być trwale funkcjonującym.

Zastosowana geowłóknina została prawidłowo dobrana pod względem filtracji wody, której współczynnik wodoprzepuszczalności jest ponad 10. krotnie większy od gruntu chronionego. Porowatość geowłókniny spełnia dwa następujące warunki tzw. kryterium kolmatacji Heertena [1]:

$0_0 < 2,5d_{50}$ i $0_0 < d_{90}$ (0_0 – średnica zastępcza porów geowłókniny, d_{50} i d_{90} – średnica ziarn gruntu, która wraz z mniejszymi na wykresie uziarnienia wynosi odpowiednio 50:90%).

WNIOSKI

1. Przeprowadzona wstępna ocena nowych technologii zabezpieczeń przeciwo-suwickowych generalnie potwierdziła skuteczność i trwałość działania wykonanych zabiegów za wyjątkiem uszkodzeń umocnień rowów i kanałów melioracyjnych z powodu dużego nachylenia ich skarp 1:1 i wypłukiwania gleby z geokraty przed jej zadarnianiem.

2. Stwierdzono, że wykonany głęboki drenaż osuwiska ograniczający napływ wód podziemnych z zastosowaną geowłókniną, która spełnia rolę filtra w formie bezpośredniej osłony na rurociągach, zabezpiecza przed zamulaniem ziarnami gruntu rodzimego lub pochodzącego z materiału filtracyjnego, które mogłyby przenikać wraz z wodą do drenu przez otwory filtracyjne.

3. Geowłóknina zastosowana jako warstwa separacyjno-filtracyjna założona na ściankach i dnie wykopu pod rurociąg drenażowy, oddziela grunt rodzimy od wysokiej zasypki filtracyjnej drenu chroniąc obsypkę i zasypkę przed wnoszeniem drobnych ziaren gruntu wraz z wodą, które zdecydowanie zwiększają wydajność hydrauliczną drenu.

4. Zabezpieczenie skarpy niszy osuwiska systemem składającym się z kotwi i pokryciem jej powierzchni betonem natryskowym (torkretem) zbrojonym siatką stalową połączoną z kotwami jest skuteczne i powinno być trwałe. Warstwa torkretu tworzy ciągłą pokrywą na powierzchni, zabezpieczając ją przed wietrzeniem i erozją utrudniając dostęp wody do masywu.

PIŚMIENNICTWO

1. **Heerten G.:** Filtereigenschaften von Geotextilien für Erd und Wasserbau. Wasser und Boden, 8, 348-353, 1983.
2. **Klimaszewski M.:** Geomorfologia, PWN, 1978.
3. **Maślanka K.:** Ocena geowłóknin zastosowanych w drenażach rolniczych i umocnieniach kanałów melioracyjnych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy, 210, 1996.
4. **Maślanka K.:** Geosyntetyki w ochronie przeciwoerozyjnej – zagadnienia projektowe. V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Szkoła metod projektowania obiektów inżynierskich z zastosowaniem geosyntetyków”, 65-78, 1999.
5. Państwowy Instytut Geologiczny: Wyniki badań geologicznych osuwiska „FALKOWA” w Nowym Sączu, maszynopis, 2001.
6. POL-GEO Sp. z o.o. Zabezpieczenie osuwiska „FALKOWA”. Projekt budowlano-wykonawczy, 2001.

PRELIMINARY ESTIMATION OF NEW TECHNOLOGIES
FOR THE PREVENTION OF LANDSLIDE MOVEMENTS

Krzysztof Maślanka, Agnieszka Policht

Department of Land Reclamation and Environmental Development, University of Agriculture
Al. Mickiewicza 24-28, 30-059 Kraków
e-mail: rmmaslan@cyf-kr.edu.pl

Abstract. The paper presents an estimation of new technologies consisting in the utilization of geononwovens for preventing landslide movements on the example of the Falkowa object at Nowy Sącz. The estimation was made after two years from the application of protective measures, consisting primarily in surface drainage by a system of dikes and canals and also deep drainage of the landslide cap. In the dikes system, geononwovens and geoscreens were applied. In the drainage system, geononwovens were used as a filtration screen for the drainage pipes and also a separation layer between the natural soil and the filtration charge. In the spring of 2004, several on-site inspections were made in order to estimate the technical condition of the drainage systems and the status of the vegetation – grasses whose seeds were introduced into the geoscreens by hydrosowing. It was found that the drainage system functioned very well, but the formation of dike channels was to be inadequate at 1:1 bank inclination, which caused soil washout from the geoscreens with the resultant low efficiency of the grass hydrosowing, especially at drains outlets.

Key words: landslide, drainage systems, geononwovens, geoscreens