



**OCENA WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH ORAZ
IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ ZE STRONY GOSPODARKI
DLA STANOWISKA *PRIMULA FARINOSA*
W BESKIDZIE SĄDECKIM**

Janusz Gołąb

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

***AN ASSESSMENT OF THE HYDROGEOLOGIC CONDITIONS
AND IDENTIFICATION OF ECONOMIC THREATS TO THE
PRIMULA FARINOSA POSITION IN SĄDECKI BESKID***

Streszczenie

Stanowisko *Primula farinosa* jest jedynym w Polsce obszarem, na którym ta roślina występuje. Położone jest w południowej części Beskidu Sądeckiego. Teren ten posiada status obszaru Natura 2000. W pracy badano wybrane właściwości fizyczne gruntów w obszarze występowania *Primuli*, oraz w terenie przyległym. Określano na tej podstawie możliwości, warunki i zakres wykonywania prac inżynierskich oraz prac związanych z pozyskaniem drewna w terenie przyległym do stanowiska. Stwierdzono obecność gruntów ilastych, o słabej zdolności filtracji (od 2,95÷5,60 m·doba⁻¹). Grunty wewnątrz stanowiska cechują się dość dużą zawartością części organicznych (do ok. 30%). Poza stanowiskiem zawartość części organicznych jest niewielka (do ok. 10%). Dla utrzymania stabilności warunków hydrologicznych stanowiska bardzo ważne jest zachowanie ciągłości pokrywy glebowej na jego obszarze, oraz na obszarze leżącym powyżej. Dlatego w tym terenie proponuje się rozważną gospodarkę leśną, zrywkę drewna z użyciem dodatkowych środków minimalizujących uszkodzenia wierzchniej warstwy gleby, rekultywację śladów po zrywce drewna, zaniechanie robót inżynierskich związanych z wykopami, oraz odpowiednie odwodnienie powierzchniowe dróg już istniejących.

Słowa kluczowe: Natura 2000, *Primula farinosa*, warunki hydrogeologiczne, drogi leśne, zrywka drewna, drenaż

Summary

Primula farinosa position is the only area in Poland where this plant occurs native. This area has status of Nature 2000. The work contains chosen physical properties of soil in the area of *Primula* appearing, and also at surrounding area. On this base possibilities, conditions and a scope of performing engineering works and works associated with acquiring wood in the precinct were determined for the station. Presence of clayey soils was identified, with pour ability of the filtration (from 2.95 ÷ 5.60 m-per twenty-four hours). Soil inside the station is marked by a quite large content of organic parts (to c 30%). Outside the station contents of organic parts isn't large (to c 10%). To preserve stability of the hydrological conditions of the station it is crucial to remain the continuity of soil cover layer at this area and at area situated above. Therefore in this area a prudent forest management is proposed, skidding of wood using additional resources minimizing damages of the soil cover layer, reclamation of tracks after skidding of wood, discontinuing engineering work associated with excavations, and proper surface draining of already existing roads.

Key words: *Natura 2000, Primula farinosa, hydrogeologic conditions, forest roads, skidding of wood, draining*

WSTĘP

Opisywane stanowisko *Primula farinosa* jest jedynym w Polsce obszarem, na którym ta roślina występuje. Położone jest w Beskidzie Sądeckim, na południowym skraju Pasma Radziejowej, w dolinie Białej Wody. Teren ten posiada status obszaru Natura 2000.

Wyjątkowość przedmiotowego obszaru, całego kompleksu warunków klimatycznych, gruntowych, glebowych, wodnych, fitosocjologicznych, skłania do analizy ich stanu, aby przyszłymi działaniami nie zniekształcić delikatnej równowagi tu wytworzonej. Świadomość uzyskana w trakcie prowadzonych badań naukowych powinna wręcz wyprzedzać ewentualne zagrożenia i nieprawidłowe działania, minimalizować ich niekorzystne efekty i eliminować groźne skutki. Stąd wielotorowe prace nad uzyskaniem wiedzy i narzędzi służących zachowaniu cennego układu przyrodniczego.

Przedmiotem badań były wybrane właściwości fizyczne gruntów w obszarze występowania *Primula farinosa*, oraz w terenie przyległym.

Celem było określenie możliwości, warunków i zakresu wykonywania prac inżynierskich oraz prac związanych z pozyskaniem drewna w terenie przyległym do stanowiska *Primula farinosa*, będącym obszarem Natura 2000.

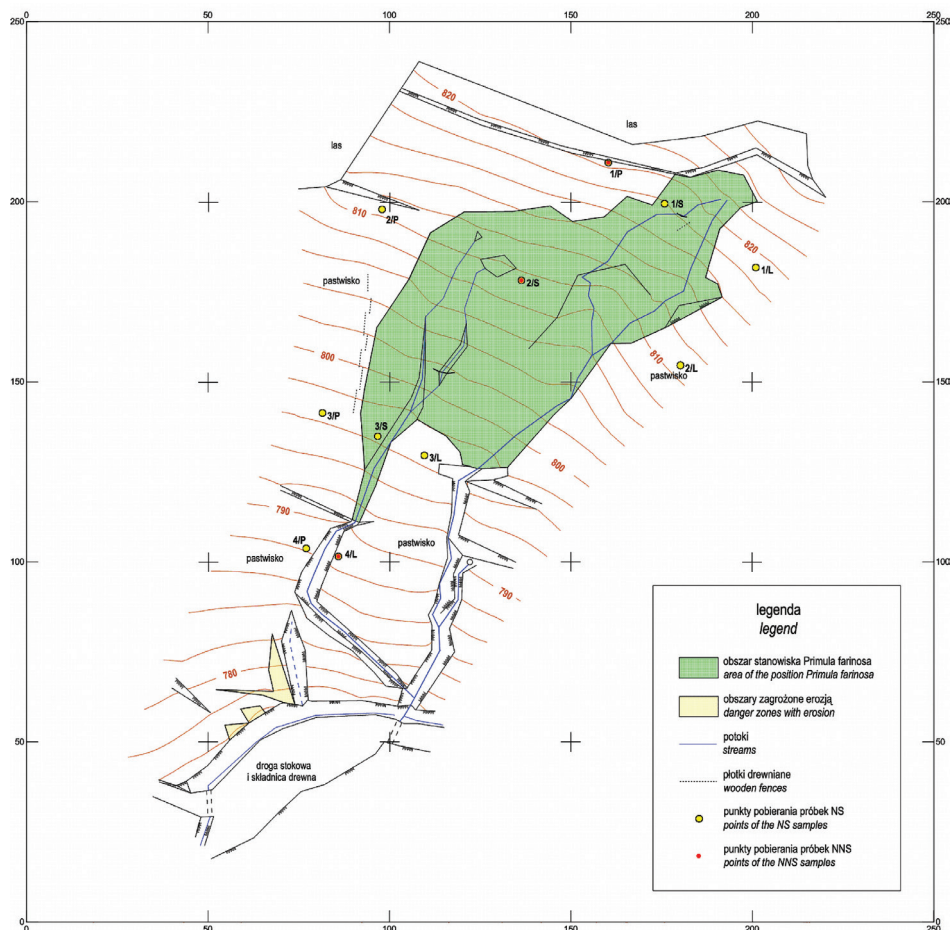
OPIS TERENU BADAŃ

Pod względem geologicznym Beskid Sądecki jest obszarem zbudowanym z silnie sfałdowanych skał fliszowych płaszczowiny magurskiej (piaskowce magurskie, zlepieńce, mułowce i łupki ilaste). Wapienne skały północnej strony koryta Białej Wody topograficznie leżą na terenie Beskidu Sądeckiego, jednak geologicznie i strukturalnie należą do Małych Pienin. Obecny zarys rzeźby terenu ukształtowany został w trzeciorzędzie i czwartorzędzie [Kondracki 1998].

Stanowisko jest położone na zachodnim stoku jednego z lokalnych wzniesień o wystawie SSW (azymut linii spadku 210°), na wysokości średniej ok. 808 m n.p.m. (rys. 1). Klimat tego terenu można scharakteryzować następująco [Kondracki, 1998]: średnia temperatura roczna dla Pienin podawana jest w zakresie $+6,3^\circ\text{C}$ (w dolinach) do $+4^\circ\text{C}$ (w wyższych położeniach), stoki południowe i południowo-zachodnie są silnie nasłonecznione i z tego powodu ich średnie temperatury lokują się bliżej górnej granicy podawanego zakresu. Normalny opad roczny jest niski, ze względu na położenie Pienin w cieniu opadowym Tatr (według formuły opartej na współrzędnych geograficznych miejsca i jego wysokości n.p.m.: 1050 mm [Suliński 1999]),. Maksymalne opady notowane są w lipcu (17%), najmniejsze w styczniu (poniżej 3%). Udział opadów letnich w tych terenach określany jest na 40%. Taki rozkład opadów powoduje występowanie wiosennych susz. Śnieg zalega średnio od połowy listopada do początku kwietnia, lub w wyższych położeniach do końca kwietnia.

Warunki gruntowo-wodne tego obszaru ukształtowane są prawdopodobnie w wyniku tego, że w przeszłości nastąpiło tu osunięcie się gruntu na części stoku, co spowodowało odsłonięcie w górnej części stoku warstw wodonośnych i utworzenie źródlika, oraz jednocześnie zafałdowanie głębiej położonych warstw gruntu o słabszej zdolności filtracyjnej położonych na stoku poniżej źródlika. W następstwie doszło do silnego nawodnienia tego obszaru i rozwoju torfowiska niskiego. Te warunki gruntowe w połączeniu z czynnikami klimatycznymi i prawdopodobnie z cechami jakościowymi wody, stworzyły kompleks

odpowiedni do bytowania *Primuli*. Obecnie stanowisko zasiedlone jest przez ok. 250 osobników i jest objęte badaniami oraz stałym nadzorem pracowników Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Krakowie.



Rysunek 1. Szkic badanego obszaru na podstawie własnego pomiaru geodezyjnego.

Figure 1. Sketch of studied area based on the own geodetic measurement.

Roślinność spotykana na stoku jest typowa dla miejscowych pastwisk, natomiast źródła fachowe [Styczyński, 2011] zwracają uwagę na swoisty zestaw roślin towarzyszących pierwiosnce na jej innych, znanych stanowiskach. Są to: tłustosz pospolity (*Pinguicula vulgaris* L.), kruszczyk błotny (*Epipactis palustris* (L.) Crantz) i gółka długoostrogowa (*Gymnadenia conopsea*).

Areał badanego stanowiska [Perzanowska, Kaźmierczakowa, 2012] to 6 do 10 arów, który może być rozumiany, jako powierzchnia rzeczywiście zasiedlona przez osobniki pierwiosnki. Mierząc jednak po obrysie roślinności porastającej młakę (wyraźnie innej niż ta na pozostałej części hali) podobne warunki siedliska kształtują się na obszarze ok. 47 arów.

METODYKA POBIERANIA PRÓBEK DO BADAŃ

Dla określenia podstawowych właściwości wodnych gruntów budujących profile glebowe na terenie stanowiska *Primuli* i w jego otoczeniu, pobrano odpowiednie próbki gruntów według schematu przedstawionego poniżej i przeprowadzono odpowiednie ich badania.

Pobrano dwa rodzaje próbek: NS – próbki o naruszonej strukturze, oraz NNS – próbki o nienaruszonej strukturze. Na podstawie próbek NS oznaczono skład granulometryczny, wilgotność aktualną i zawartość części organicznych. Miejsca, z których pobrano próbki wyznaczono tak, aby scharakteryzowane zostały profile glebowe leżące wewnątrz opisywanego stanowiska oraz poza jego granicami. Schemat rozłożenia miejsc poboru próbek opiera się na trzech przekrojach podłużnych (wzdłuż spadku), z których jeden jest usytuowany po prawej stronie granicy stanowiska, drugi po lewej, a trzeci wewnątrz stanowiska. Noszą one oznaczenia: P (prawy), S (środkowy) i L (lewy). Drugim elementem siatki wyznaczenia miejsc poboru próbek są przekroje poprzeczne do spadku terenu, usytuowane: pierwszy w górnej części stanowiska (oznaczenie: 1), drugi w środkowej (2), trzeci w dolnej (3), a czwarty, leżący poniżej stanowiska (4 – między stanowiskiem, a skarpą drogi stokowej). W wyznaczonych w ten sposób miejscach zdejmowano darń i pobierano próbki gleby z głębokości 0 cm oraz świdrem glebowym z głębokości 30 cm i 60 cm. Głębokości profili były różne, co stwierdzono poprzez wbijanie w glebę stalowego pręta długości 125 cm. Zmierzono również poziom zwierciadła wody gruntowej w stosunku do poziomu terenu, jeśli takie pojawiło się w otworze podczas pobierania próbek gruntu. Numerację pobranych próbek oraz niektóre pomiary zamieszczono w poniższej tabeli (tab. 1.).

Próbki NNS posłużyły do badania filtracji. Pobrano 3 próbki z miejsc: 1/P, 2/S i 4/L opisanych w powyższym schemacie, wszystkie z głębokości 10 cm. Próbki pobrano bezpośrednio do specjalnych pierścieni wciskanych w glebę. Pierścienie te, wraz z próbkami, umieszczano następnie w laboratorium w apa-

racie ZWK-2 i mierzono szybkość ruchu wody w próbkach gleby. Końcowym efektem tych badań są wartości współczynnika filtracji k .

Tabela 1. Schemat pobrania próbek NS.

Table 1. Outline of taking samples about the disturbed structure.

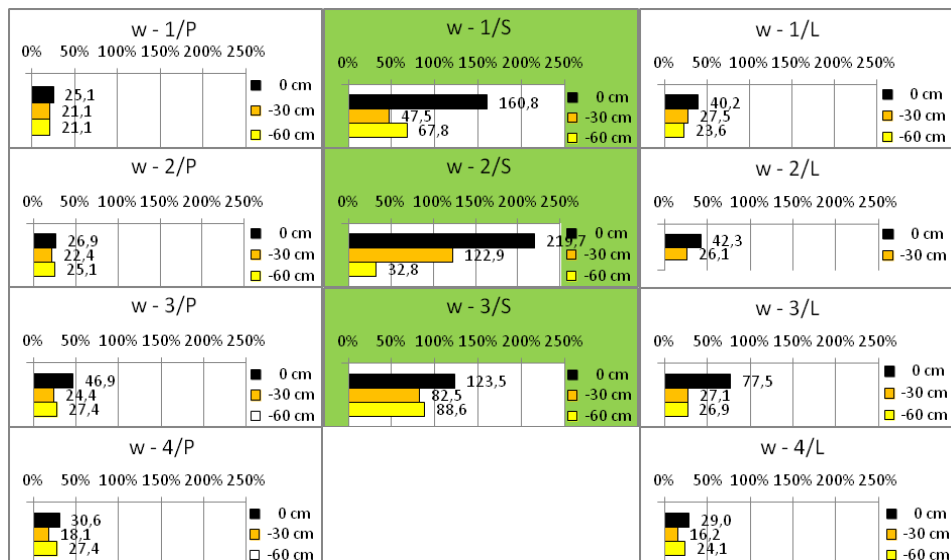
próbka sample	głębokość profilu depth of the profile [cm]	poziom zwierciadła wody w stosunku do terenu level of the water table towards the area [cm]	próbka sample	głębokość profilu depth of the profile [cm]	poziom zwierciadła wody w stosunku do terenu level of the water table towards the area [cm]	próbka sample	głębokość profilu depth of the profile [cm]	poziom zwierciadła wody w stosunku do terenu level of the water table towards the area [cm]
1/P/0 1/P/30 1/P/60	85	-	1/S/0 1/S/30 1/S/60	93	24	1/L/0 1/L/30 1/L/60	65	-
2/P/0 2/P/30 2/P/60	80	-	2/S/0 2/S/30 2/S/60	125 (+)	-	2/L/0 2/L/30	45	-
3/P/0 3/P/30 3/P/60	60	-	3/S/0 3/S/30 3/S/60	95	45	3/L/0 3/L/30 3/L/60	90	60
4/P/0 4/P/30 4/P/60	65	-				4/L/0 4/L/30 4/L/60	90	-

źródło: opracowanie własne, data pobrania próbek: 18 VII 2012r.

WYNIKI BADAŃ GRUNTU

Na podstawie pobranych próbek określono rodzaj gruntu w poziomach glebowych, wilgotność aktualną, zawartość części organicznych i współczynnik filtracji gruntu.

Wilgotność aktualną oznaczono metodą suszarkowo-wagową według metodyki opisanej w Normie PN-ISO 11465:1999. Jest to tzw. wilgotność wagowa. Wyniki tego oznaczenia przedstawiono na rysunku 2.



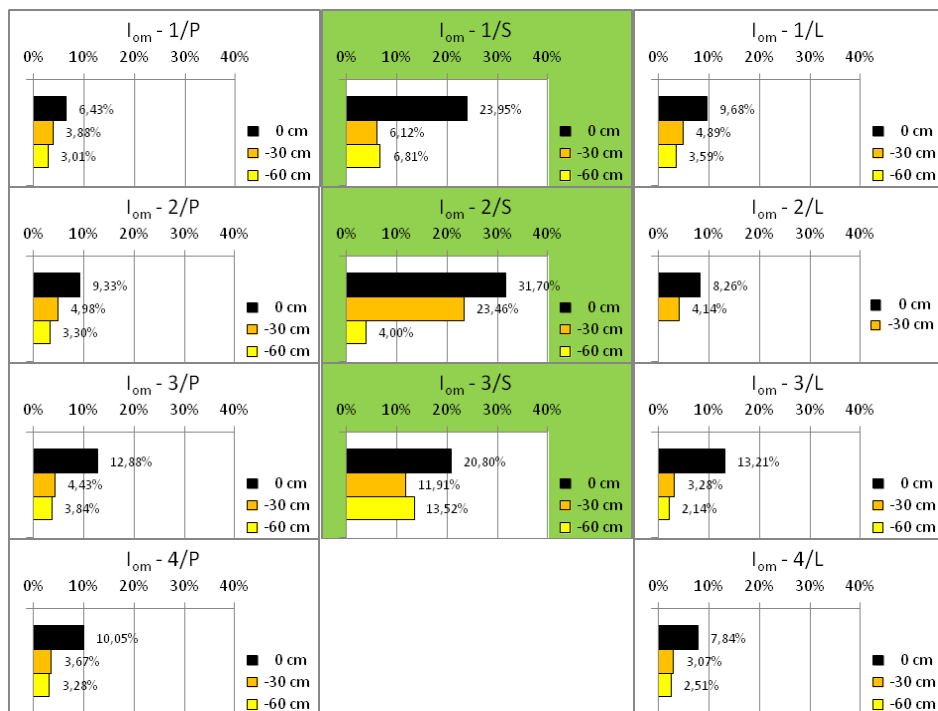
Rysunek 2. Wilgotność aktualna badanych próbek.

Figure 2. Current humidity of tested samples.

W pobranych próbkach gleby oznaczono zawartość części organicznych metodą spalania materii organicznej w wysokiej temperaturze (wg wymogów Normy PN-86/B-02480). Wyniki oznaczenia przedstawiono na rysunku 3.

Skład granulometryczny zbadano metodą sitowo-sedymentacyjną. Po przesianiu próbki przez zestaw sit 10 mm, 5 mm, 2 mm, 1 mm, przesiew poddawano procedurze rozdzielania drobnych frakcji w roztworze, podanej przez Bouyoucosa (w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego) [Korabiewski 2011]. Wykonano to w próbkach o małej zawartości części organicznych. Wyniki oznaczenia zawartości frakcji piaskowej, pyłowej i ilowej zamieszczono w tabeli 2.

Do badań filtracji pobrano 1 próbkę z wnętrza stanowiska i 2 próbki spoza jego granic. Są one ułożone mniej więcej w jednej linii wzdłuż spadku. Przy znanym przekroju poprzecznym próbki gleby, stałym czasie przepływu, stałej temperaturze wody i stałym spadku hydraulicznym, prędkość przepływu wody przez próbkę można wyrazić wartością współczynnika filtracji k , która skorelowana jest dodatkowo z prędkością przepływu. Badanie wykonano w standardowym urządzeniu ZWK-2, służącym do pomiarów tego typu [Wiłun, 2008]. Zależność jest opisana prawem Darcy'ego.



Rysunek 3. Zawartość części organicznych w badanych próbkach.

Figure 3. Content of organic parts in tested samples.

Wyniki oznaczenia wielkości współczynnika filtracji (wartości średnie z kilkunastu pomiarów) zawiera tabela 3. Według klasyfikacji podawanej przez Stypułę [1977] są to grunty słabo przepuszczalne.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Ogólnie, największymi zagrożeniami dla trwałości stanowiska *Primula farinosa*, są zmiany ilościowe i jakościowe wody, zmiany struktury gleb, zmiany właściwości wodnych gleb, nagłe i trwałe zmiany w ukształtowaniu terenu.

Grunty ilaste pokrywające opisywany teren stwarzają ograniczone warunki filtracji wody w profilu. Pozytywną zmianę w tym względzie wprowadza miejscami duża zawartość części organicznych. Jest ona obserwowana wewnątrz stanowiska *Primuli* dając podstawę do określenia tych gleb jako organicznych. Poza obszarem stanowiska zawartość części organicznych jest niewielka i zaznacza

się głównie w górnych warstwach profilu. Takie ułożenie warstw gleby skutkuje tym, że ruch wody glebowej w pionie jest utrudniony, a dość duży spadek terenu (średni ok. 23%) wymusza odpływanie wody wewnątrz najpłycej położonych warstw. Naruszenie tych warstw np. przez zrywkę drewna, ruch pojazdów po terenie, czy prace inżynierskie, spowoduje skanalizowanie odpływu wody (również tej już zretencjonowanej) i odprowadzenie jej koleinami, czy wykopami poza obszar alimentowania źródła. Następstwem tego będzie zmniejszenie ilości dostępnej wody i zmiana warunków siedliskowych stanowiska *Primuli*.

Tabela 2. Wyniki oznaczenia składu granulometrycznego.
Table 2. Results of determining of granulometric composition.

próbka <i>sample</i>	zawartość frakcji <i>content of fraction</i> [%]			rodzaj gruntu <i>type of ground</i>
	piaskowa <i>sand</i>	pyłowa <i>dust</i>	iłowa <i>clay</i>	
	(2,0 – 0,05 mm)	(0,05 – 0,002 mm)	(<0,002 mm)	
1/P/30	23,7	30,3	46,0	ił zwykły
1/P/60	27,3	27,4	45,3	ił zwykły
1/S/60	33,2	24,6	42,2	ił zwykły
1/L/30	18,6	27,5	53,9	ił zwykły
1/L/60	21,5	30,3	48,2	ił zwykły
2/P/30	34,1	25,9	40,0	głina ilasta
2/P/60	27,3	21,8	50,9	ił zwykły
2/S/60	18,2	30,3	51,5	ił zwykły
2/L/30	12,0	24,2	63,8	ił ciężki
3/P/30	17,6	25,4	57,0	ił zwykły
3/P/60	14,7	26,5	58,8	ił zwykły
3/S/60	33,3	36,7	30,0	głina ilasta
3/L/30	22,7	30,1	47,2	ił zwykły
3/L/60	28,6	29,8	41,6	ił zwykły
4/P/30	23,7	31,1	45,2	ił zwykły
4/P/60	10,1	22,0	67,9	ił ciężki
4/L/30	29,1	26,0	44,9	ił zwykły
4/L/60	29,5	27,8	42,7	ił zwykły

źródło: opracowanie własne

Tabela 3. Wartości współczynnika filtracji w badanych próbkach.**Table 3.** Values of the filtration coefficient in tested samples.

próbka <i>sample</i>	współczynnik <i>k</i> <i>coefficient k</i>	
	[m·s ⁻¹]	[m·doba ⁻¹]
1/P	0,0000341	2,95
2/S	0,0000648	5,60
4/L	0,0000407	3,52

źródło: opracowanie własne; data pobrania próbek 7 IX 2012r.

Stanowisko leży poza bezpośrednią strefą produkcji leśnej, jednak jest narażone na skutki prac, które odbywają się w lesie. Tuż nad górnymi źródłami zasilającymi stanowisko rośnie las o składzie gatunkowym nie odpowiadającym siedlisku, dlatego jego stan zdrowotny nie jest zadowalający. Obserwowane jest pojedyncze i grupowe wypadanie świerka. Zintensyfikowane prace ścinkowo-zrywkowe i uprzążające w części lasu leżącej nad stanowiskiem na pewno doprowadzą w wielu miejscach do naruszenia pokrywy gleby, przez co może dojść do zmiany układów hydrologicznych wewnątrzglebowych, od których zależy ilość i jakość dopływającej do stanowiska wody.

Poważnym zagrożeniem byłoby ewentualne wykonywanie wykopów służących właściwemu, pionowemu ukształtowaniu korpusów dróg, jeśli takie prace wykonywano by w obszarze zasilania stanowiska. Z pewnością takie działania, sensowne i właściwe ze względów budownictwa drogowego w innych terenach, spowodowałoby szybkie zdrenowanie terenu źródłiskowego.

Istniejąca skarpa drogi stokowej usytuowanej poniżej stanowiska, jakkolwiek posiadająca duże rozmiary, ma znacznie ograniczony wpływ na stosunki hydrologiczne stanowiska *Primuli*. Wynika to z tego, że jest ona odsunięta w poziomie od stanowiska o około 50 – 70 m, co w połączeniu z ilastymi gruntami, charakteryzującymi się ograniczoną filtracją, nie stwarza warunków silnego drenażu. W płaszczyźnie tej skarpy nie zaobserwowano skoncentrowanych wysięków wody.

Do innych zagrożeń należy zaliczyć ewentualne zorganizowanie na terenie hali stałego miejsca wypasu dużego stada owiec, oraz coraz częściej obserwowane przejazdy quadów i motocykli terenowych wprost przez stanowisko.

Wymienione wyżej czynniki w realny sposób mogą zmienić chemizm gleby i wody, oraz naruszyć istniejącą ilościową równowagę hydrologiczną, co zniszczy warunki bytowania *Primuli*.

Aby zminimalizować wpływ gospodarki leśnej na przedmiotowy teren należy, jeśli tylko istnieje taka możliwość, zrywać drewno z terenów sąsiednich szlakami, które omijają teren źródliskowy i teren leżący powyżej niego. Teren powyżej źródła, z którego jest ono zasilane, proponuje się uznać za swoistą „strefę ochronną”. Jej umowne granice mogłyby sięgać około 50 m na boki (lub do topograficznych granic zlewni), oraz około 300 m w górę stoku.

Konieczna jest rekultywacja wszystkich śladów po zrywce w postaci wyrównania powierzchni gleby i jej zagęszczenia do naturalnego stanu (w celu zmniejszenia podatności na erozję wodną).

Nie spowodują trwałych szkód i zmian w stosunkach hydrologicznych ostrożnie prowadzone leśne prace hodowlane i użytkowanie ekstensywne, z wykorzystaniem tradycyjnej zrywki konnej. Proponuje się dodatkowo stosować zrywkę za cieńszy koniec, ewentualnie z użyciem stosowanych niegdyś czepców, tarcz ślizgowych i dwukółek. Właściwym działaniem będzie podział dużych sztuk przy pniu (na 2 lub 3 części – nie chodzi tu o wyrabianie drewna stosowego) i tym samym zrywka mniejszych i lżejszych fragmentów strzał. Zaleca się okrywanie szlaków zrywkowych w newralicznym obszarze „dywanem” z gałęzi pochodzących z okrzesywania pozyskanego drewna – praktyka leśna wykazuje dużo mniejsze uszkodzenia gleby na tak okrytych szlakach.

Takie działania nie powinny spowodować dużej zmiany w efekcie ekonomicznym gospodarstwa leśnego w tym fragmencie, a będą kluczowe jeśli chodzi o zachowanie tego cennego siedliska i istniejącego tam zbiorowiska roślinnego.

Należy zrezygnować z budowy dróg i wykonywania robót ziemnych w opisanej powyżej „strefie ochronnej” stanowiska. Poza tą strefą (w obszarze zlewni) niweleta drogi powinna przebiegać jak najbliżej płaszczyzny terenu, lub w nasypie. Wykluczone jest także stosowanie rowów w celu odwodnienia korpusów dróg. Odwodnienie powierzchniowe dróg należy realizować poprzez właściwe wykonanie korpusu w przekroju poprzecznym (spadek poprzeczny jezdni), właściwe ułożenie wodospustów i stałą kontrolę stanu nawierzchni drogi (brak kolein) i drożności elementów odwadniających.

WNIOSKI

Właściwości fizyczne gruntów i gleb obserwowane na stanowisku *Primuli*, oraz w obszarze przyległym, w powiązaniu z ukształtowaniem terenu i prawdopodobnym wewnętrznym ułożeniem warstw gruntu, stwarzają dogodne warunki do utrzymania się i rozwoju cennego, jedyne na terenie Polski, układu przyrodniczego.

Ze względu na potrzeby *Primuli* co do ilości i jakości dostępnej w glebie wody, należy szczególnie zadbać o zachowanie *status quo* stosunków wodnych stanowiska tej rośliny i obszaru położonego w strefie jego alimentacji.

Prace zrywkowe w „strefie ochronnej” stanowiska należy prowadzić ze szczególną ostrożnością, z użyciem dodatkowych środków minimalizujących uszkodzenia wierzchniej warstwy gleby, oraz z rekultywacją terenu po zakończeniu tych prac.

Obszar źródlika i jego zasilania powinien być wyłączony z wszelkich działań inżynierskich ze względu na drenaż związany z pracami tego typu.

Istniejące drogi powinny być odpowiednio wyprofilowane, pozbawione kolein, zaopatrzone w często konserwowane wodospusty. Należy zadbać o wprowadzenie pod powierzchnię gleby wody wypływającej z wodospustów.

BIBLIOGRAFIA

- Kondracki, J. (1998). *Geografia regionalna Polski*. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN.
- Korabiewski, B. (2011). *Analiza laboratoryjna elementów środowiska przyrodniczego*. Uniwersytet Wrocławski.
- Norma PN-ISO 11465:1999 – Jakość gleby – – Oznaczanie zawartości suchej masy gleby i wody w glebie w przeliczeniu na suchą masę gleby – – Metoda wagowa.
- Norma PN-86/B-02480 – Grunty budowlane – – Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- Perzanowska, J., Kaźmierczakowa, R. (2012). *Monitoring gatunków i siedlisk przyrodniczych ze szczególnym uwzględnieniem specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000. Wyniki Monitoringu. Pierwiosnek omączony Primula farinosa*.
- Styczyński, M. (2011). *Czynna i konserwatorska ochrona pierwiosnki omączonej Primula farinosa na jedynym w Polsce stanowisku w Beskidzie Sądeckim na obszarze Natura 2000. (red.)*. Stary Sącz.
- Stypuła, K. (1977). *Mechanika gruntów z gruntoznawstwem drogowym*. Skrypt do ćwiczeń z Inżynierii Leśnej.

- Suliński, J. (1999). Wzór empiryczny opisujący zmienność obszarową normalnego rocznego opadu atmosferycznego na terenie Polski. *Acta Agr. et Silv., ser. Silv.* 37: 79-97.
- Wiłun, Z. (2008). *Zarys geotechniki*. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.

Pracę wykonano na zlecenie Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Krakowie.

dr inż. Janusz Gołąb
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Katedra Inżynierii Leśnej
Al. 29-listopada 46, 31-425 Kraków
e-mail: rlgolab@cyf-kr.edu.pl