

Wojciech Tołoczko  • Aleksander Szmidt 

Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Dynamiki Środowiska i Gleboznawstwa
E-mail: wojciech.toloczko@geo.uni.lodz.pl; aleksander.szmidt@geo.uni.lodz.pl

Rędziny rezerwatu „Węże” w Załęczańskim Parku Krajobrazowym

Rendzina soils of the “Węże” nature reserve in Załęcze Landscape Park

Zarys treści

W artykule przedstawiono charakterystykę i genezę form litologicznych Działoszyńskiego łuku Warty oraz wyniki badań gleboznawczych na górze Zelce. Celem niniejszej pracy było zbadanie różnorodności rędzin na terenie rezerwatu geologicznego „Węże” w Załęczańskim Parku Krajobrazowym. W profilach określono fizyczne i chemiczne właściwości gleb. W rezerwacie „Węże” na badanej powierzchni 0,2 km² występuje zróżnicowanie składu granulometrycznego rędzin – od piaskowej do gliniastej. W większości badane gleby zostały sklasyfikowane jako rędziny brunatne. Powierzchniowe poziomy to głównie piaski eoliczne, natomiast w głębszych warstwach zalega glina piaszczysto-ilasta o bardzo grubym szkielecie. Niewątpliwie jest ona wynikiem wietrzenia wapieni jurajskich położonych w głębszych częściach profilu glebowego, ale ma też pochodzenie glacialne. Zbadano również jednolite płytkie rędziny, które występują tylko na odsłoniętych skałach wapieni bez domieszek młodszych osadów peryglacialnych.

Słowa kluczowe Gleba na wapieniach, rędzina, rezerwat „Węże”, Załęczański Park Krajobrazowy.

Abstract

The article presents the characteristics and genesis of lithological forms of the Wartyn arch of the Warta River as well as the results of pedological studies on the Zelce hill. The aim of this study was to study the diversity of rendzina soils in the “Węże” geological reserve in Załęcze Landscape Park. Physical and chemical properties of soils were examined. In the “Węże” nature reserve, on the 0.2 km² surface studied, texture varies from sandy to clayey. Most of the studied soils have been classified as brown rendzina soils. Surface levels are mainly aeolian sands, whereas in deeper layers sandy loam clay with a very thick backbone lies in. Undoubtedly, it is the result of weathering Jurassic limestone located in the deeper parts of the soil profile, but it also has a glacial origin. Uniform shallow rendzina soils were also examined, which occur only on exposed limestone rocks without admixtures of younger periglacial sediments.

Keywords Soil on limestone, rendzina, “Węże” nature reserve, Załęcze Landscape Park.

1. Wprowadzenie

Polskie Towarzystwo Gleboznawcze (PTG) i zagraniczne towarzystwa wspólnie zainaugurowały międzynarodowy program „Gleba Roku”. W 2018 roku jako glebę roku wybrane rędzinę. Ta polska nazwa w gleboznawstwie światowym została spopularyzowana przez profesora Sławomira Miklaszewskiego w latach 20. XX wieku, na Międzynarodowych Zjazdach Gleboznawczych w Pradze (1922) i w Rzymie (1924) oraz na Międzynarodowych Kongresach Gleboznawczych w USA (1927) i w ZSRR (1930). Jak podaje Kabała (2018), w klasyfikacjach gleb różnych państw funkcjonuje do dziś jako „Rendzina”, „Rendoll” lub „Rendzic”.

W polskim gleboznawstwie, rędzinami nazywane są gleby wietrzeniowe wytworzone ze skał masywnych, bogatych w kalcyt, dolomit lub gips we wszystkich stadiach rozwojowych. Dość często posiadają domieszki materiałów glacialnych, peryglacialnych lub stokowych.

W Systematyce gleb Polski (2011), rędziny w randze rzędu lub typu tworzą cztery główne grupy rędzin (z podtypami):

1. Inicjalne – z minimalną grubością zwietrzliny i z inicjalnym wykształceniem poziomów genetycznych (podtyp – inicjalne skaliste oraz podtyp – rumoszone).

2. Właściwe – o dobrze ukształtowanym profilu, ale wykazujące brak poziomów diagnostycznych (podtyp – właściwe typowe oraz podtyp – właściwe butwinowe).
3. Brunatne – z wyraźnym poziomem cambic (podtyp – typowe oraz podtyp – czerwonoziemne).
4. Czarnoziemne – z obecnym poziomem mollic (podtyp – czarnoziemne typowe, podtyp – czarnoziemne z cechami brunatnienia oraz podtyp – czarnoziemne opadowo-glejowe).

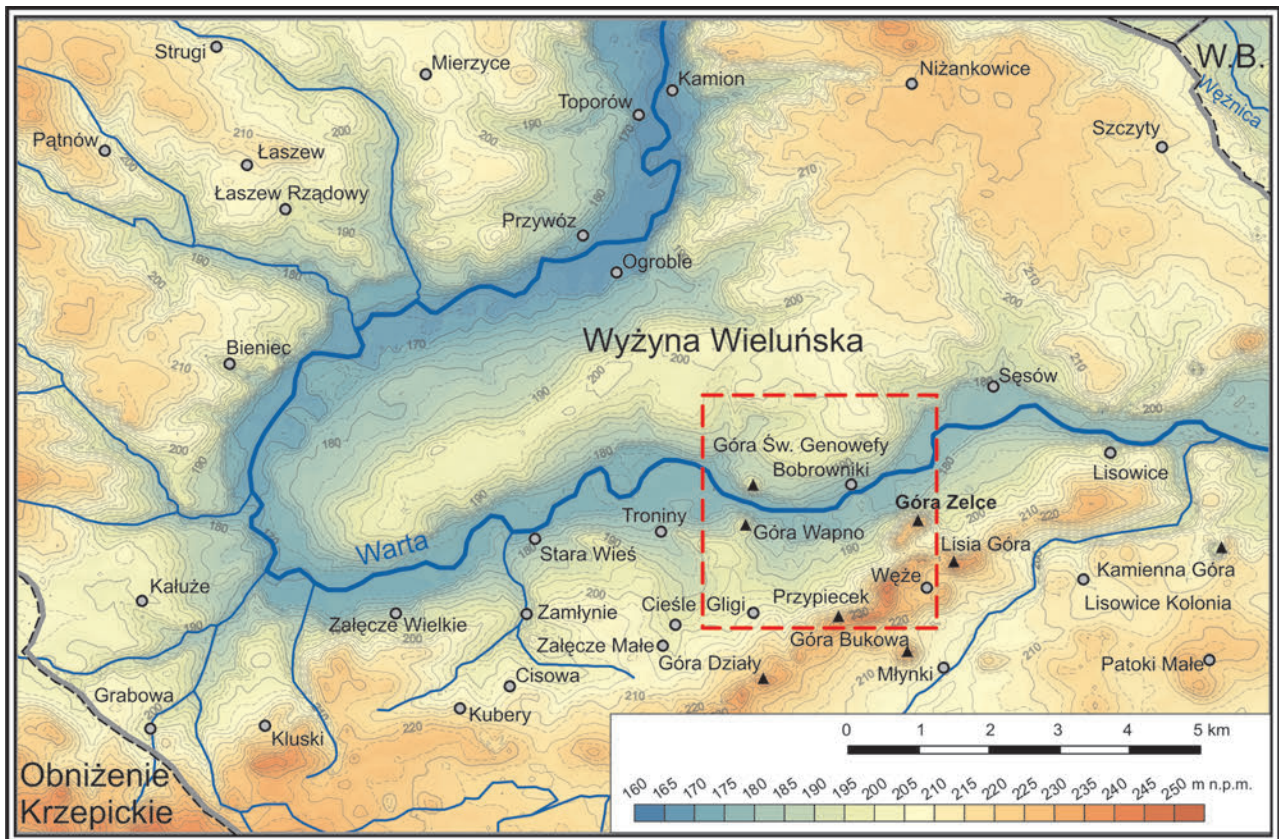
Rędziny charakteryzują się obojętnym lub zasadowym odczynem i wysokim wysyceniem zasadami w całym profilu. Większość „rędzin mieszanych” ma kwaśny odczyn w poziomie Ap. Jednak poszczególne podtypy rędzin znacznie różnią się wartością siedliskową i użytkową. W literaturze można doszukiwać się zależności od miąższości profilu (głębokości do litej skały lub silnie szkieletowego podłoża), szkieletowości, uziarnienia (domieszek glacialnych lub peryglacialnych) i zawartości węgla organicznego w poziomie próchnicznym.

2. Położenie obszaru badań

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego (1998) i zmodyfikowanej przez Solona i in. (2018), badany obszar (ryc. 1) znajduje się na terenie prowincji Wyżyny

Polskie (34) w podprowincji Wyżyna Śląsko-Krakowska (341) makroregionie Wyżyna Woźnicko-Wieluńska (341.2) mezoregionie Wyżyna Wieluńska (341.21). Bardzo charakterystyczny tuc, jaki kreśli rzeka Warta poniżej Działoszyna, jest widoczny na każdej mapie Polski. Przez około sześć kilometrów, dwa odcinki rzeki płyną tam równoległe do siebie, ale w przeciwnie strony. Rezerwat geologiczny „Węże”, obejmujący górę Zelce (228 m n.p.m.), leży w zlewni rzeki Warty, będącej największym prawym dopływem Odry i czwartą pod względem długości (808 km) rzeką w Polsce. Na badanym fragmencie Załęczańskiego

Parku Krajobrazowego (ZPK) występuje krótki (fot. 1), ale o dużych walorach krajobrazowych, odcinek Działoszynskiego Przełomu Warty (o łącznej długości ok. 25 km, ciągnący się od Wąsosza przez Działoszyn, Lisowice do Bobrownik). Na terenie ZPK, w malowniczy sposób Warta przeciska się przez otaczające skały (fot. 2), aby ostatecznie zawrócić na północ i północny-wschód i krótkim przełomem przedrzeć się na rozległe równiny Wielkopolski. W ZPK są trzy znaczące rezerваты przyrody: rezerwat geologiczny „Węże”, rezerwat ścisły „Bukowa Góra” oraz rezerwat leśny „Dąbrowa w Niżankowicach”.



Ryc. 1. Położenie obszaru badań (opr. własne na podstawie danych CODGiK udostępnianych bez opłat)

Fig. 1. Location of the research area (own study based on CODGiK data available free of charge)



Fot. 1. Dolina Warty w okolicach Bobrownik (fot. A. Szmidt, 2006)
Photo 1. The Warta valley near Bobrownik (photo by A. Szmidt, 2006)



Fot. 2. Widok z góry Zelce w kierunku doliny Warty (fot. A. Szmidt, 2006)

Photo 2. A view from the Zelce hill towards the Warta river valley (photo by A. Szmidt, 2006)

Geologiczne podłoże ZPK i rezerwatu „Węże” kształtowało się w okresie jury. W środkowej i górnej jurze (około 180–140 mln lat temu) najczęściej występowały tu zbiorniki morskie. Były to płytkie, ciepłe, szelfowe morza, w których żyły różne organizmy, np. głowonogi, jeżowce czy skorupiaki. Grube pokłady wapieni jurajskich powstały właśnie z ich skorup i szkieletów, opadających na dno morza, a około 140–130 mln lat temu zostały one wypiętrzone i do dziś górują wśród otaczających terenów. Po ustąpieniu morza w paleogenie i neogenie obszar ulegał głównie procesom erozji i denudacji. Kolejnym ważnym okresem morfogenetycznym był czwartorzęd. Teren ten był wielokrotnie pokryty przez lądolody plejstoceny, które pozostawiły po sobie osady w postaci glin morenowych czy piasków i żwirów. Podczas ostatniego zlodowacenia na tym terenie lądolód zatrzymał się na linii Działoszyn – Pajęczno – Sulmierzyce. Zarówno w trzeciorzędzie, jak i czwartorzędzie procesy wietrzenia doprowadziły na Wyżynie Wieluńskiej do powstania bogatej i zróżnicowanej rzeźby krasowej z licznymi jaskiniami, dolinami i lejami krasowymi (Krzemiński 1965, 1986).

Na terenach otaczających górę Zelce, świat roślinny wykazuje wyraźne związki z pasem Wyżyn Południowopolskich. Po dawnej Puszczy Radomszczańskiej (która porastała te tereny do pocz. XIX wieku) nie pozostał już praktycznie żaden ślad. Badany obszar leży w naturalnym zasięgu buka i jodły, w pobliżu południowej granicy zasięgu świerka. W drzewostanie terenów przyległych dominują obecnie bory mieszane. Unikatami na skalę ogólnopolską są olbrzymie lipy w Siemkowicach i Pajęcznie mające po około 600 lat. W rezerwacie „Węże” na bezleśnych naturalnych murawach naskalnych rośnie rojnik pospolity, kostrzewa błada, czosnek skalny, ciemiężyk białokwiatowy oraz wiele innych wapieniolubnych i kserotermicznych gatunków roślin, mchów i porostów. W załomach i szczelinach skał wapiennych rosną drobne paprocie wapieniolubne: zanokcica skalna, zanokcica murowa oraz paprotnica krucha. Obszar ten jest względnie dobrze zbadany, m.in. przez badaczy z łódzkiego ośrodka naukowego (Zadworny 1974, 1977; Szykiewicz 1977; Olaczek, Czyżewska 1986; Krzemiński 1986; Czyżewska, Olaczek 1992; Kluge 1994; Bezkowska i in. 1999; Krysiak, Majchrowska 2001; Papińska 2001a; Papińska, Tołoczko 2002; Krysiak, Papińska 2005).

3. Cel i metody badań

O wyborze rezerwatu „Węże” do przeprowadzenia badań gleboznawczych, zdecydowała jego budowa geologiczna stwierdzona podczas wcześniejszych prac terenowych na obszarze Załęczańskiego Parku Krajobrazowego (Laskowski i in. 2001; Papińska 2001b; Papińska, Tołoczko 2002).

Rędziny rezerwatu geologicznego Węże” w ZPK nie były jeszcze przedmiotem badań gleboznawczych i można uznać je za unikalne gleby w regionie łódzkim (Niewiadomski, Tołoczko 2014). Badania rędzin prowadzono ostatnio w Ojcowskim Parku Narodowym (Mazurek i in. 2018). Rędziny, a szczególnie budowa ich profilu glebowego, układ poziomów genetycznych, miąższość tych poziomów, ich uziarnienie, stosunki wodne, położenie w rzeźbie terenu badane były także w innych regionach Polski (Miechówka, Drewnik 2018; Lemkowska, Sowiński 2018).

Celem pracy było zbadanie na analizowanym obszarze różnorodności rędzin. W ramach prac terenowych wykonano kilka odkrywek glebowych dla udokumentowania właściwości fizycznych i chemicznych gleb obszaru badań.

Badania laboratoryjne przeprowadzono w Zakładzie Dynamiki Środowiska i Gleboznawstwa. Oznaczenie składu granulometrycznego wykonano metodą areometryczno-sitową, zgodnie z klasyfikacją uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008 (Polskie Towarzystwo Gleboznawcze 2009). Odczyn w wodzie i w roztworze KCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ określono metodą potencjometryczną za pomocą elektrody szklanej zespolonej przy stosunku gleba/woda jak 10/25 (Kacprzak i in. 2010). Zawartość węgla organicznego oznaczono metodą Tiurina w temperaturze poniżej 140°C , a ilość próchnicy glebowej wyliczono mnożąc ilość węgla organicznego przez 1,724 (Ostrowska i in. 1991). Właściwości sorpcyjne gleb oznaczono metodą Kappena (Mirowski, Rytelowski 1989). Kwasowość hydrolytyczną Hh i sumę kationów o charakterze zasadowym S podano w $\text{cmol} (+) \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Pojemność wymienną kationów $\text{PWK} = \text{Hh} + \text{S}$ nie podano w tab. 2, ale uwzględniono wyliczając $V = [S/(\text{Hh} + \text{S})] \cdot 100\%$, czyli stopień wysycenia poszczególnych poziomów glebowych kationami zasadowymi w %.

4. Budowa geologiczna obszaru badań

Najbardziej charakterystycznymi skałami dla tego obszaru są wapienie płytowe i skaliste z jury górnej. Charakteryzują się one względnie dużą zawartością fauny morskiej, taką jak np. małże, jeżowce, gąbki czy amonity. Wapienie skaliste jako bardziej odporne na procesy wietrzenia, z reguły tworzą formy wypukłe w krajobrazie. Są to (ryc. 1) np. góra Zelce o wysokości 228 m n.p.m. (fot. 2, 3), góra Buki (238 m n.p.m.), góra Krzemionki (228 m n.p.m.), czy góra Draby (220 m n.p.m.). Odstąpienia wapieni można podziwiać również na krawędzi doliny Warty pod Lisowicami (fot. 4) oraz w licznych kamieniołomach (okolice Bobrownik w stronę Działoszyna). Ponadto, na obszarze tym w podłożu występują m.in. iły, mułowce i piaskowce z syderytami (jura środkowa) oraz osady wapienno-margliste (jura górna).

Ważnym etapem rozwoju geologicznego obszaru badań był koniec kredy, kiedy w wyniku procesów epejrogenicznych płyta jurajska została wyniesiona, pocięta systemem uskoku stając się obszarem lądowym.

W neogenie Wyżyna Wieluńska była miejscem ścierania się procesów lądowych, rzecznych i jeziornych. W zachodniej części dominowały procesy fluwialne, zaś we wschodniej procesy krasowe. Na północy obszar wyżyny graniczył z dużym zbiornikiem jeziornym (Krzemiński 1986). W oligocenie i miocenie tektonika potomna orogenezy alpejskiej spowodowała powstanie szeregu uskoku, na których liniach nastąpiło przesunięcie pionowe poszczególnych bloków skał. Dało to efekt istnienia szeregów obniżzeń, jak i wzniesień w postaci zrębów (Szykiewicz 1977). Duże spękanie skał oraz ciepły i wilgotny klimat były czynnikami sprzyjającymi intensywnemu przebiegowi procesów krasowych. Powstały wówczas duże formy widoczne na powierzchni np. w postaci obniżzeń (polja), ostańców (góra Zelce) oraz mniejsze formy krasowe, jak żebra i misy. W wyniku działalności wód infiltrujących w głąb skał powstał kras podziemny w postaci licznych lejów krasowych i jaskiń.



Fot. 3. Wierzchowina góry Zelce (fot. K. Józwiak, 2007)
Photo 3. The top of the Zelce hill (photo by K. Józwiak, 2007)



Fot. 4. Kamieniołom wapieni w Lisowicach (fot. A. Szmidt, 2006)
Photo 4. Limestone quarry in Lisowice (photo by A. Szmidt, 2006)

Obszar badań położony jest w obrębie Jury Krakowsko-Wieluńskiej, a największy wpływ na krajobraz wywarły procesy zachodzące w plejstocenie. Ze względu na dość niskie położenie nad poziomem morza, docierające dalej na południe lądolody z reguły w całości pokrywały powierzchnię przedplejstoceniową. Sama zaś powierzchnia przedplejstoceniowa w istotny sposób wpływała zarówno na przebieg glacjacji, jak i deglacjacji. Nacierające masy lodu wykorzystywały istniejące już doliny rzeczne, które wpływały na rozmieszczenie przestrzenne łobów. Wpływ ten był szczególnie istotny podczas zlodowaceń środkowopolskich, gdzie ważną rolę odgrywały doliny Pra-Prosyny, Pra-Warty, Pra-Widawki. W czasie zanikania mas lodowych wody lodowcowe prawdopodobnie wykorzystywały istniejące obniżenia genezy krasowej (Krzemiński 1986; Papińska 2001a).

Ostatnim zdarzeniem glacialnym, które objęło obszar badań było zlodowacenie warty. Oprócz glin zwałowych charakterystycznymi dla tego obszaru są osady glacialne związane z zanikiem arealnym lodowca. Przypuszcza się, że na elewacjach podłoża starszego utworzyły się przetainy, w których mogły się one akumulować. Stąd w obrazie geomorfologicznym otoczenia góry Zelce widoczne są terasy kemowe, wały kemowe oraz osady sandrowe (ryc. 2).

Okres zlodowacenia północnopolskiego związany jest z procesami akumulacji (powstawanie m.in. teras akumulacyjnych) oraz procesami erozji uaktywniającymi się po ustąpieniu bariery lodowej na północ od analizowanego obszaru.

W holocenie w dolinie rzecznej dominują procesy erozji, zaś poza doliną procesy erozji i denudacji. Powstaje wówczas sieć suchych dolin rozcinających wysoczyznę. Ze względu na dużą ilość osadów glacialnych w omawianym rejonie i kierunek przebiegu doliny istnieją dogodne warunki do zachodzenia procesów eolicznych. Wpływanie różnych osadów i procesów geomorfologicznych na istniejące odsłonięcia wapieni jurajskich przyczyniło się na intensyfikację przebiegu procesów glebotwórczych na górze Zelce.

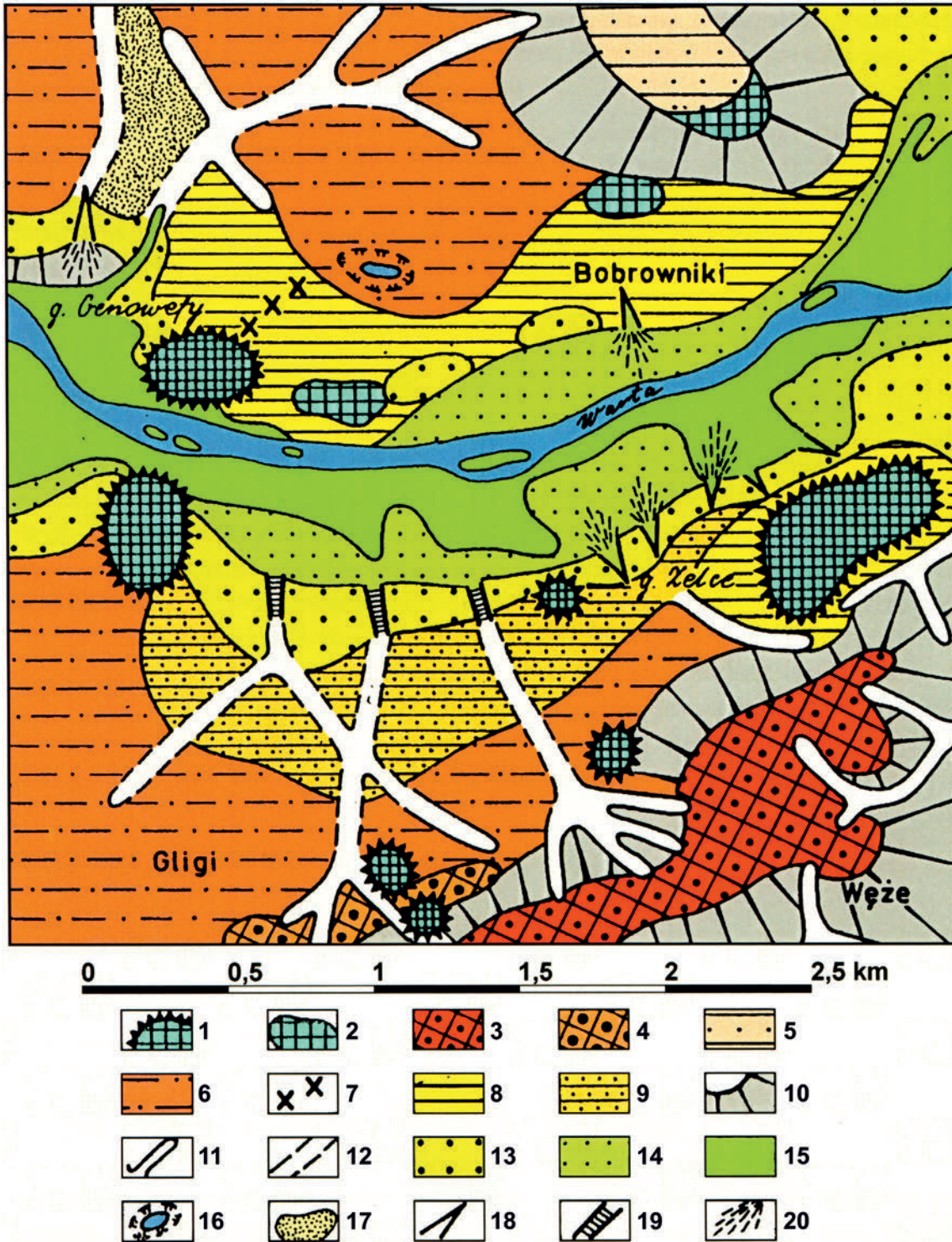
5. Gleby góry Zelce

Obszar badań i jego bezpośrednie otoczenie posiada bardzo urozmaiconą rzeźbę, która wpływa na warunki wzrostu roślin. Na stokach o wystawie południowej wegetacja zaczyna się wcześniej, jednakże gleby są tam bardziej narażone na przesuszenie i cechują się występowaniem większej amplitudy temperatur dobowych w porównaniu ze stokami północnymi. Występują tam gleby bardzo niskiej jakości: nazbyt suche i jałowe (fot. 5).



Fot. 5. Profil gleby w okolicy góry Zelce (fot. K. Józwiak, 2007)
Photo 5. Soil profile near the Zelce hill (photo by K. Józwiak, 2007)

W szerszym otoczeniu badanego obszaru występują **gleby płowe, rdzawe i brunatne kwaśne** utworzone przeważnie z piasków luźnych i słabogliniastych podścielonych piaskami gliniastymi, ubogich w fosfor, potas i magnez. Są stale lub okresowo suche a zawartość próchnicy glebowej waha się od 11 do 29 g·kg⁻¹ gleby. Użytkowane na nich grunty orne zostały zaklasyfikowane od IVb do VI klas bonitacyjnych i do żytnych 5, 6, 7 kompleksów przydatności rolniczej. Występują one w otoczeniu góry Zelce i Załęczańskim Parku Krajobrazowym (Laskowski i in. 2001).



Ryc. 2. Mapa geomorfologiczna doliny Warty. Zachodni fragment przełomu rzeki w okolicach Działoszyna (opracowany przez T. Krzemińskiego 1965, zmieniony przez E. Papińską 2001b): 1 – ostańce górnójurajskie, 2 – odsłonięte fragmenty podłoża wapieni górnójurajskich, 3 – wał kemowy, 4 – terasa kemowa, 5 – powierzchnia poziomu glacifluwalnego, 6 – powierzchnia poziomu sandrowego (IV), 7 – skupienia głazów narzutowych, 8 – powierzchnia denudacyjna o silnie zaznaczonej erozji, 9 – powierzchnia denudacyjna o przewadze osadów akumulacyjnych, 10 – stoki, 11 – niecki denudacyjne, 12 – doliny nieckowate, 13 – terasa wysoka (III), 14 – terasa średnia (II), 15 – terasa denna (I), 16 – zagłębienie bezodpływowe, 17 – powierzchnie zwydmione, 18 – debrza, 19 – parowy, 20 – stożki napływowe

Fig. 2. Geomorphological map of the Warta valley. A western fragment of the river gorge near Działoszyn (according to T. Krzemiński 1965, modified by E. Papińska 2001b): 1 – Upper Jurassic mogotes, 2 – exposed fragments of the upper Jurassic limestone bedrock, 3 – kame ridge, 4 – kame terrace, 5 – glacifluvial level surface, 6 – sandur surface level (IV), 7 – erratic aggregations, 8 – denudation surface with strong marked erosion, 9 – denudation surface with the majority of accumulative sediments, 10 – slopes, 11 – denudation basins, 12 – dry valleys, 13 – high terraces (III), 14 – medium terraces (II), 15 – floodplain (I), 16 – kettle-hole, 17 – coversands with dunes, 18 – dells, 19 – gullies, 20 – alluvial fans

Z górą Zelce sąsiadują również **gleby mułowo-torfowe** zbudowane z naprzemianległych warstw torfu i namułów piaszczystych lub gliniastych. Są to gleby okresowo lub stale podmokłe, zlokalizowane punktowo nad brzegiem Warty i wykorzystywane pod użytki zielone. W zależności od stopnia uwilgotnienia zaliczono je do 2z lub 3z kompleksu użytków zielonych. W dolinie rzeki występują także grunty narażone na zalewy powodziowe – są to **mady rzeczne**, w większości pod użytkami zielonymi, klasyfikowane również jako kompleksy 2z i 3z użytków zielonych.

Jednak najważniejszymi glebami występującymi w centrum terenu badań są **rędziny** związane z wapiennym podłożem jurajskim. Rędziny brunatne – jak wskazuje ich nazwa – charakteryzują się tym, że pod poziomem próchnicznym zalega wyraźnie rozwinięty szarobrunatny, brunatny lub rdzawobrunatny poziom brunatnienia. Jego miąższość to 15–40 cm, ale bardzo często jest on o jeszcze większej miąższości. Powstaje w wyniku wietrzenia i transformacji biogenicznych, spełniającym kryteria diagnostycznego poziomu cambic (Brożek, Zwydak 2003; Lasota i in. 2016). Wydaje się, że właśnie rędziny brunatne są najbardziej rozpowszechnione w Polsce zarówno w przestrzeni rolniczej, jak i pod lasami. Rędziny brunatne są również prawdopodobnie najbardziej zróżnicowane pod względem pochodzenia, morfologii i właściwości fizykochemicznych (Kabała 2018; Mazurek i in. 2018).

Zgodnie z podziałem przedstawionym dla rędzin przez Smreczak i in. (2018) uwzględniającym uziarnienie poziomu próchnicznego są to rędziny lekkie, wykazujące w górnych poziomach skład granulometryczny piasków luźnych i słabogliniastych. Należy podkreślić, że rędziny w zależności od głębokości profilu glebowego (do twardej skały lub skrajnie kamienistego regolitu), od kamienistości i od składu granulometrycznego – zaliczane są do klas bonitacyjnych IIIa, IVa i IVb gruntów orných w obszarach nizinnych i wyżynnych. W górach klasyfikowane są od IVb do VI klasy bonitacyjnej. Najważniejszymi czynnikami ograniczającymi ich przydatność rolniczą jest ich kamienistość i podatność na sezonowe susze (Smreczak i in. 2018).

6. Wyniki

Typowy układ poziomów rędzin brunatnych (SgP 2011) użytków rolnych jest następujący: Ap-Bwca-BCca (-Rca), a w lasach: Ol-A-Bwca-BC-Cca (-Rca). W badaniach stwierdzono, że poziom próchniczny A nie wykazywał cech porolnych, ale tylko miejscami zaznaczał się wpływ poziomu Ol. Poziomy wierzchnie wydzielono jako poziomy próchniczny A bez dokładniejszej interpretacji, ponieważ tworzyły one mozaikę zespołów zielnych, pod młodymi pojedynczymi drzewami lub poziomów próchnicznych zalegających bezpośrednio na skałach jurajskich (<https://www.youtube.com/watch?v=qaCWKaikAco>).

Murawa kserotermiczna badanej wierzchołki ma kształt zbliżony do prostokąta 150 m x 300 metrów, ale cały rezerwat jest większy i zajmuje ok. 0,2 km². Rędziny powstały tam z regolitu formowanego *in situ*. Mają piaszczystą lub piaszczysto-gliniastą teksturę i wysoką zawartość wapiennych fragmentów skalnych w głębszych częściach profilu, która wzrasta wraz z głębokością. Stwierdzono, że część rędzin badanych na górze Zelce posiada dużą domieszkę osadów polodowcowych. Niektóre

gleby powstały w wyniku spłukiwania osadów u schyłku glacjału. Nałożone na siebie różne pokrywy zachowały się tu na całej pofałdowanej powierzchni terenu. Poziom próchniczny A buduje niekiedy także piasek eoliczny. W holocenie denudacja uległa wyraźnemu zahamowaniu, a dominującą rolę w morfogenezie odgrywać zaczęły procesy geochemiczne.

Wytypowano do badań 13 stanowisk. Większość gleb należała do kategorii rędzin płytkich (właściwych 1, 3, 6, 10, 11, 12 i 13 lub brunatnych 2 i 4). Tylko cztery profile gleb miały miąższość ponad 70 cm i dwie z nich zaklasyfikowano do rędzin brunatnych (5 i 7), a dwie zaliczono do gleb deluwialnych (8 i 9).

Charakterystycznymi cechami profili glebowych była niska zawartość frakcji szkieletowej w poziomach A (oprócz stanowiska 3). Tylko na stanowiskach 3, 7 i 12 udział szkieletu w profilu był wysoki i stopniowo zmniejszał się w kierunku poziomów wierzchnich (tab. 1). Stanowiska 1, 3, 6, 13 wносиły powiększenie puli analizowanych poziomów próchnicznych. Granice między poziomami były niewyraźne. Dlatego nie podano miąższości poziomów, a jedynie głębokości, z których pobrano próbki glebowe do analiz. To bardzo utrudniło określenie miąższości poszczególnych poziomów i sprawdzenie, czy poziomy glebowe spełniają kryteria klasyfikacyjne. Na stanowiskach, gdzie pobrano tylko jedną próbkę z poziomu A, nie oznacza, że w każdym przypadku poziom próchniczny zalegał bezpośrednio na skałach wapiennych. Dodatkowe próbki z poziomu próchnicznego A miały dokładniej przedstawić właściwości fizyczne i chemiczne poziomów próchnicznych A rezerwatu geologicznego „Węże”. W większości gleby na wierzchołku góry Zelce są okresowo za suche, ponieważ tam gdzie pod płytkim profilem gleby występuje spękany wapień, to działa on jak silny drenaż. Na przesuszenie gleb ma wpływ również zasilanie wodami opadowymi, a na pofalowanym terenie wysokości względne i uziarnienie, które dokumentuje tabela 1. Układ poziomów glebowych, głębokość pobrania próbki glebowej i orientacyjną miąższość gleby zawarto w tabelach 1 i 2.

W rezerwacie „Węże” skład granulometryczny gleb jest zróżnicowany, od piaskowego po gliniasty. Kamienistość zmienia się nieregularnie lub gwałtownie. Tylko na stanowiskach 3, 6 i 12 węglany występują w całym profilu glebowym, a na większości nie występują w wierzchnich poziomach gleby. Odczyn powierzchniowych poziomów rędzin jest tu najczęściej obojętny lub lekko kwaśny i tylko na kilku stanowiskach jest zasadowy w całym profilu. Nie może to być skutkiem jedynie odwapnienia pedogenicznego, ale jest także efektem domieszki materiału peryglacialnego. Na większości stanowisk zaobserwowano zróżnicowanie uziarnienia i nieciągłości litologiczne, np. piaski na glinach wietrzeniowych. Uwidacznia to wpływ polodowcowych osadów gliniastych i piasków eolicznych na zmienność przebiegu procesów glebotwórczych na górze Zelce.

Na stanowisku 5 pobrano dwie próbki z poziomu próchnicznego A (0–5 cm i 5–10 cm), ponieważ już podczas prac terenowych zauważono różnicę w zawartości materii organicznej, co potwierdzono wykonując analizy w laboratorium. Ich odczyn w wodzie był jednak identyczny i wynosił pH = 6,5, a różniły się tylko zawartością próchnicy glebowej, odpowiednio 44,5 g · kg⁻¹ i 19,1 g · kg⁻¹ (tab. 2).

Tabela 1. Skład granulometryczny rędzin rezerwatu „Węże”**Table 1.** The granulometric composition of the rendzinas of the “Węże” nature reserve

Nr stanowiska	Głębokość pobrania próbki	Poziomy glebowe SgP (2011)	Części szkieletowe > 2 mm	Części ziemiste < 2 mm	Frakcja piaszkowa 2,0–0,05 mm	Frakcja pyłowa 0,05–0,002 mm	Frakcja ilowa < 0,002 mm	Grupa granulometryczna wg PTG (2008)	Szkieletowość gleby
	cm		%	%	%	%	%		
1	0–17	A	6	94	79	15	6	pg	słabo sz.
2	1–15	A	3	97	86	12	2	ps	b. słabo sz.
	30–45	2Bw	5	95	67	17	16	gp	b. słabo sz.
3	0–15	A	72	28	91	7	2	ps	b. silnie sz.
4	0–10	A1	3	97	90	9	1	ps	b. słabo sz.
	10–20	A2	3	97	78	16	6	pg	b. słabo sz.
	20–30	2Bw	10	90	77	14	9	gp	słabo sz.
	30–40	2Cca	82	18	74	17	9	gp	b. silnie sz.
5	0–5	A1	3	97	87	11	2	ps	b. słabo sz.
	5–10	A2	4	96	86	12	2	ps	b. słabo sz.
	20–30	Bw	5	95	82	18	0	pg	b. słabo sz.
	30–40	Bw2	5	95	84	11	5	pg	b. słabo sz.
	50–60	2BC	8	92	61	9	30	gpi	słabo sz.
	80–90	2Cca	69	31	54	13	33	gpi	b. silnie sz.
6	0–10	A	14	86	83	15	2	pg	słabo sz.
7	0–10	A	3	97	88	11	1	ps	b. słabo sz.
	12–18	2Bw	47	53	79	8	13	gp	silnie sz.
	25–35	2Bw2	60	40	60	12	28	gpi	silnie sz.
	50–60	2Cca	68	32	51	21	28	gi	b. silnie sz.
8	0–10	A1	2	98	97	3	0	pl	b. słabo sz.
	20–30	A2	1	99	99	1	0	pl	b. słabo sz.
	55–65	C	1	99	98	0	2	pl	b. słabo sz.
9	0–10	A1	0	100	96	3	1	pl	bezs.
	15–25	A2	0	100	95	5	0	pl	bezs.
	30–40	A3	0	100	92	8	0	pl	bezs.
	50–60	C	2	98	88	8	4	ps	b. słabo sz.
	70–80	2Cca	72	28	72	12	16	gpi	b. silnie sz.
10	0–10	A1	4	96	90	9	1	ps	b. słabo sz.
	10–20	A2	7	93	88	10	2	ps	słabo sz.
11	0–10	A	4	96	90	9	1	ps	b. słabo sz.
	15–21	AC	7	93	84	12	4	pg	słabo sz.
	30–40	2Cca	25	75	67	17	16	gp	średnio sz.
12	0–10	A	8	92	85	13	2	pg	słabo sz.
	30–40	2Cca	39	61	68	23	9	gp	silnie sz.
13	0–10	A	3	97	85	10	5	pg	b. słabo sz.

Objaśnienia: pl – piasek luźny, ps – piasek słabogliniasty, pg – piasek gliniasty, gp – glina piaszczysta, gpi – glina piaszczysto-ilasta, gi – glina ilasta, bezsz. – bezszkieletowe, b. słabo sz. – bardzo słabo szkieletowe, słabo sz. – słabo szkieletowe, średnio sz. – średnio szkieletowe, silnie sz. – silnie szkieletowe, b. silnie sz. – bardzo silnie szkieletowe (wg klasyfikacji uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008)

Źródło: opr. własne/Source: own compilation.

Niemal w każdym profilu wartości pH wzrastały wraz z głębokością, a wyjątkiem były poziomy wierzchnie w profilach 7 i 9. Najczęściej odczyn zmieniał się pionowo w profilach, od lekko kwaśnych do zasadowych. Wartości pH w poziomach próchnicznych A mieściły się w zakresie od 5,4 do 7,7 w H₂O i od 4,9 do 6,8 w roztworze 1M KCl. Z kolei najniższe nieilite poziomy charakteryzowały się wartością odczynu od 6,8 do 7,9 w H₂O i od 5,8 do 7,1 w 1M roztworze KCl.

Zawartość CaCO₃ w każdym profilu zmieniała się skokowo wraz z głębokością (tab. 2). Najwyższa oznaczona zawartość CaCO₃ wyniosła 31,93% i występowała w nieilitej części profilu na stanowisku 7. Zauważono, że tylko na stanowisku 12 występowała niska zawartość CaCO₃ w poziomie próchnicznym A, a pozostałe poziomy próchniczne nie zawierały węglanów. Zawartość Corg poziomu próchnicznego A w badanych profilach glebowych wahała się od 5,2 g · kg⁻¹ do 66,9 g · kg⁻¹ gleby. Wysycenie poziomów próchnicznych A kationami o charakterze zasadowym wahało się od 61,5% do 98,7%.

Tabela 2. Właściwości chemiczne rędzin rezerwatu „Węże”**Table 2.** Chemical properties of the rendzinas of the "Węże" nature reserve

Nr stanowiska	Głębokość pobrania próbki	Poziomy glebowe SgP (2011)	Odczyn pH		Węglan wapnia CaCO ₃ %	Węgiel organiczny Corg g·kg ⁻¹	Próchnica glebowa g·kg ⁻¹	Hh cmol(+)-kg ⁻¹ gleby	S	V %
			w H ₂ O	w KCl						
1	0–17	A	5,4	4,9	–	18,5	31,9	3,50	5,6	61,5
2	1–15	A	6,4	5,8	–	22,1	38,1	5,25	12,3	70,1
	30–45	2Bw	7,3	6,5	0,17	–	–	1,00	43,0	97,7
3	0–15	A	7,1	6,8	1,60	66,9	115,3	0,50	39,0	98,7
4	0–10	A1	6,7	5,4	–	19,2	33,1	2,60	4,8	64,9
	10–20	A2	7,0	5,9	0,00	8,3	14,3	1,55	11,2	87,8
	20–30	2Bw	7,3	6,4	0,34	–	–	1,00	46,0	97,9
	30–40	2Cca	7,5	6,7	9,91	–	–	0,50	48,5	99,0
5	0–5	A1	6,5	5,4	–	25,8	44,5	2,25	4,1	64,6
	5–10	A2	6,5	5,5	–	11,1	19,1	2,25	4,4	66,2
	20–30	Bw	6,9	5,3	–	–	–	1,75	6,9	79,8
	30–40	Bw2	6,9	5,0	–	–	–	1,75	7,6	81,3
	50–60	2BC	7,1	6,7	0,59	–	–	0,75	44,5	98,3
	80–90	2Cca	7,8	6,7	1,18	–	–	0,25	46,8	99,5
6	0–10	A	7,2	6,8	0,17	19,7	34,0	1,00	38,8	97,5
7	0–10	A	7,0	5,6	0,00	10,4	17,9	2,00	6,0	75,0
	12–18	2Bw	6,6	6,0	–	–	–	1,50	12,1	89,0
	25–35	2Bw2	7,7	6,6	5,46	–	–	1,00	48,5	98,0
	50–60	2Cca	7,5	7,0	31,93	–	–	0,50	49,0	99,0
8	0–10	A1	6,1	4,9	–	14,8	25,5	2,80	6,8	70,8
	20–30	A2	6,3	5,0	–	2,8	4,8	2,00	7,2	78,3
	55–65	C	6,8	5,8	–	–	–	1,25	7,1	85,0
9	0–10	A1	6,1	5,1	–	13,3	22,9	2,75	7,4	72,9
	15–25	A2	5,7	4,7	–	2,6	4,5	2,25	3,4	60,2
	30–40	A3	6,6	5,1	–	3,4	5,9	2,00	3,4	63,0
	50–60	C	6,4	5,5	–	–	–	1,50	3,9	72,2
	70–80	2Cca	7,6	7,1	2,10	–	–	0,50	47,9	99,0
10	0–10	A1	6,4	5,3	–	13,5	23,3	1,75	5,6	76,2
	10–20	A2	7,0	5,9	0,00	6,7	11,6	2,25	7,6	77,2
11	0–10	A	6,2	5,3	–	5,2	9,0	2,75	5,8	67,8
	15–21	AC	7,1	5,8	0,00	1,0	1,7	1,25	4,8	79,3
	30–40	2Cca	7,6	6,7	13,95	–	–	0,50	47,5	99,0
12	0–10	A	7,7	6,7	0,59	16,3	28,1	1,75	32,6	94,9
	30–40	2Cca	7,9	6,9	0,84	–	–	1,25	24,8	95,2
13	0–10	A	6,2	5,6	–	19,8	34,1	2,65	5,8	68,6

Źródło: opr. własne/Source: own compilation.

7. Podsumowanie

Forma rzeźby którą odnajdujemy w rezerwacie „Węże” to wychodnie skał mezozoicznych. Występuje tam murawa kserotermiczna z jałowcem (*Juniperus*) zarastająca sosną pospolitą (*Pinus sylvestris*) i brzozą brodawkowatą (*Betula pendula*).

Z publikacji Laskowskiego i in. (2001) wynika, że znaleźć tam można liczne gatunki murawowe, takie jak: driakiew żółtawa (*Scabiosa ochroleuca*), krwiściąg mniejszy (*Sanguisorba minor*), poziomka twardawa (*Fragaria viridis*) i ciemiężyk białokwiatowy (*Vincetoxicum hirsutaria*). Na niewielkich wychodniach wapiennych występuje rozchodnik sześciokątny (*Sedum sexangulare*), zanokcica murawa (*Asplenium ruta-muraria*), rojnik pospolity (*Jovibarba soboliferum*) i ciemiężyk białokwiatowy (*Vincetoxicum hirsutaria*).

Według Systematyki gleb Polski (2011), na stanowiskach 1, 3, 6, 10, 11, 12 i 13 badano gleby, które sklasyfikowano jako rząd: gleby słabo ukształtowane (S), typ: rędziny właściwe (SR), podtyp: rędziny właściwe typowe (SRt).

Ich profile zlokalizowano na całej powierzchni wierzchołki (220–225 m n.p.m.). Na wapiennym podłożu zalega zwietrzelnina wapieni o składzie granulometrycznym silnie szkieletowej gliny piaszczystej lub piaszczysto-ilastej wietrzniowej. Zdaniem Licznar i in. (1997), kolor zwietrzelniny (fot. 5) jest związany z wietrzeniem wapieni na *terra fusca* lub *terra rossa*. Zwietrzelnina przykryta jest utworami glacialnymi o uziarnieniu piasków słabogliniastych i piasków gliniastych, w których wykształcił się poziom próchniczny A. Warunki wilgotnościowe tych gleb to okresowo za suche.

Według Systematyki gleb Polski (2011), spośród badanych gleb cztery profile (2, 4, 5 i 7) sklasyfikowano jako rząd: gleby brunatnoziemne (B), typ: rędziny brunatne (BR), podtypy: rędziny brunatne typowe (BRt).

W ich profilach (224–225 m n.p.m.), na wapiennym podłożu zalega zwietrzelina wapieni o składzie granulometrycznym silnie szkieletowej gliny piaszczystej lub piaszczysto-ilastej wietrzeniowej. Zwietrzelina przykryta jest utworami glacialnymi o uziarnieniu piasków słabogliniastych i gliniastych lub gliną piaszczystą, w których wykształcił się poziom diagnostyczny *cambic*. W kontekście prac terenowych można stwierdzić, że kolor poziomów *cambic* jest dyskusyjny i był jaśniejszy niż w leśnych glebach brunatnych. Na poziomie Bw zalegał poziom próchniczny A o uziarnieniu piasku słabogliniastego. Warunki wilgotnościowe miejsc lokalizacji tych gleb to okresowo za suche.

Morfologia badanych rędzin brunatnych jest stosunkowo jednorodna. Miejscami poziom próchniczny A występował pod bardzo płytkim (1 cm) poziomem organicznym Ol, którego nie analizowano. W poziomach A oznaczono dużą zawartość materii organicznej, co świadczy o wysokiej aktywności biologicznej badanych gleb.

Na stanowiskach 8 i 9 badane profile glebowe były trudne do sklasyfikowania. Najtrafniejsze ich określenie to gleby deluwialne właściwe na wapieniach. Według Systematyki gleb Polski (2011), nie można ich sklasyfikować, dlatego też w nowo opracowywanej szóstej SgP powinno się ją uwzględnić i określić przynależne miejsce. Taka gleba mogłaby nazywać się: deluwialna akumulacyjna lub przy niższym odczynie poziomów wierzchnich – deluwialna akumulacyjna eutroficzna. Mogą one występować zwłaszcza na obszarach pagórkowatych i falistych.

Ich profile (216–218 m n.p.m.) zlokalizowane są: w najniższym miejscu wierzchowy (8) oraz w górnej części stoku góry Zelce (9). Gleby mają skład granulometryczny piasków luźnych i słabogliniastych, zalegających do głębokości 70 cm p.p.t. na bardzo silnie szkieletowej glinie piaszczysto-ilastej. W miejscu badań poziom próchniczny A posiada miąższość ok. 40 cm, wysycenie kationami zasadowymi powyżej 60% i średnią zawartość materii organicznej. Poziomy próchniczne mają niestety tylko luźną strukturę i zbyt jasną barwę, co już uniemożliwia zaliczenie ich do typu *mollic*. Badane gleby (8 i 9) mają takie cechy, że według aktualnej SgP (2011) nie można ich zaklasyfikować. Warunki wilgotnościowe tej gleby to okresowo za wilgotne.

Pod względem struktury litologicznej, obszar rezerwatu geologicznego „Węże” w ZPK charakteryzuje się głównie występowaniem wapieni jurajskich, które stanowią skałę macierzystą tworzących się gleb. Na wapienie zazwyczaj nakładają się pokrywy regolitu wapieni z gliną piaszczysto-ilastą oraz powierzchniowo piasków: luźnych, słabogliniastych i gliniastych (tab. 1). W rezerwacie „Węże” głębokość poziomów i uziarnienie są najważniejszymi czynnikami determinującymi typ gleby (tab. 1 i 2). Istnieją jednak trudności w rozróżnieniu regolitu z czystego wapienia od regolitu wapiennego objętego istotną domieszką osadów peryglacialnych i eolicznych, gdyż występowały tu dogodne warunki do mieszania tych materiałów.

Heterogeniczny charakter badanych gleb wykazano w większości badanych profili. Jeżeli uznamy, że typowa zwietrzelina wapieni jurajskich ma uziarnienie gliny piaszczysto-ilastej (czyli gliny bogatej w il), to każde uziarnienie piaskowe (pl lub ps) w poziomach powierzchniowych wskazuje na heterogeniczność materiału w profilu. Z uwagi na powyższe, większość badanych gleb (profile 2, 3, 4, 5, 7, 10 i 11) powinny być zaliczane do tzw. rędzin mieszanych ze względu na obecność domieszek albo warstw materiału peryglacialnego.

Według Systematyki gleb Polski (1989), rędziny mieszane powstają na materiale macierzystym składającym się ze skał węglanowych lub gipsowych, z domieszką osadów lodowcowych lub/i eolicznych, np. piasek, glina i less. Dlatego termin rędziny mieszane można było używać do odróżnienia od jednolitych (czystych) rędzin właściwych, czyli bez domieszek. Termin rędziny mieszane jednak nie występuje w Systematyce gleb Polski (2011) i jest używany przez autorów artykułu jako dookreślenie poza klasyfikacją.

Charakterystyczną cechą badanych gleb był mały udział frakcji szkieletowych (>2 mm) w powierzchniowych poziomach mineralnych, gdzie wahał się od 0% do 8%, jedynie w profilu 6 osiągał 14%, a w najgłębiej analizowanych poziomach udział ten wynosił nawet 68–82% (tab. 1). Nie stwierdzono wyraźnych zależności, aby pojawiającemu się udziałowi fragmentów wapienia w poziomie próchnicznym A profilu glebowego, towarzyszyły wyższe wartości pH, Corg oraz wyższa zawartość CaCO₃ (tab. 1 i 2). Analizując literaturę można by sądzić, że wiąże się to z relatywnie niskimi wartościami pH i małą, a niekiedy zerową ilością pierwotnego węgla wapnia, ale także ze względu na wpływ roślinności zielnej i leśnej (Zasoński 1992; Ciarkowska 2000). Jednak w rezerwacie „Węże” na kwaśny odczyn większości poziomów próchnicznych decydujący wpływ mają warstwy materiału, który węglanów nigdy nie zawierały. Ewentualne mrozowe domieszczenie niezwiędniętych odłamków twardego wapienia jurajskiego, nie daje węglanów w analizowanych częściach ziemistych gleby.

Dodatkowo możemy założyć, że w bardziej stabilnych stadiach rozwoju w plejstocenie mogła nastąpić pedogeneza, a jej efekt został zniszczony w wyniku późniejszych procesów denudacyjnych (Krajcarz, Madeyska 2013). Stąd można stwierdzić, że materiał tworzący gleby rezerwatu „Węże” jest efektem skomplikowanych i złożonych procesów geomorfologicznych i współczesnych procesów pedogenicznych.

8. Literatura

- Bezkowska, G., Kamiński, J., Kobjojek, S., Majchrowska, A., Wiluś, R., Zajączkowska, M., 1999. Dolina Warty – przyroda i człowiek, [w:] Nauki geograficzne a edukacja społeczna. Materiały XLVIII Zjazdu PTG, Łódź, 9–11.09.1999 r.
- Brożek, S., Zwydak, M., 2003. Atlas gleb leśnych Polski. CILP. Warszawa, 1–466.
- Ciarkowska, K., 2000. Charakterystyka gipsowych rędzin brunatnych. Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual 51 (1/2), 101–111.
- Czyżewska, K., Olaczek, R. (red.), 1992. Załęczański Park Krajobrazowy. Przewodnik. Wydawnictwo ARW, PROART, Sieradz.
- Jóźwiak, K., 2007. Fizycznogeograficzna charakterystyka okolic wsi Węże w Załęczańskim Parku Krajobrazowym – jaskinie rezerwatu Węże. Licencjat, Katedra Geografii Fizycznej WNG, Uniwersytet Łódzki, 1–40.

- Kabała, C., 2018. Rendzina (rędzina) – Soil of the Year 2018 in Poland. Introduction to origin, classification and land use of rendzinas. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 69 (2), 63–74.
- Kacprzak, A., Drewnik, M., Wasak, K., 2010. Zastosowanie różnych standardów pomiaru pH dla określenia klas odczynu wybranych gleb Doliny Górnego Sanu. *Roczniki Bieszczadzkie* 18, 217–227.
- Kluge, M.M., 1994. Roślinność Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, [w:] Bęk, K., Broda, M., Morcinek, G. (red.), 4. Sympozjum Jurajskie: „Człowiek i Środowisko Naturalne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej”. Zarząd Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych woj. katowickiego, Dąbrowa Górnicza, 1–184.
- Kondracki, J., 2011. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1–468.
- Krajcarz, M.T., Madeyska, T., 2013. New profile of Ciemna Cave sediments (Polish Jura) – problem of correlation with former investigations, [w:] Filippi, M., Bosák, P. (red.), Proceedings of the 16th International Congress of Speleology, July 21–28.2013, Brno, 1. Czech Speleological Society, Praha, 146–149.
- Krysiak, S., Majchrowska, A., 2001. Funkcje turystyczno-rekreacyjne parków krajobrazowych, [w:] Bezowska, G. (red.), Przewodnik sesji terenowych konferencji „Park krajobrazowy – i co dalej?”. Załęcze Wielkie, UŁ, Zakład Gleboznawstwa i Geoekologii, 32–47.
- Krysiak, S., Papińska, E., 2005. Konflikty człowiek – środowisko w Załęczańskim Parku Krajobrazowym, [w:] Hibszer, A., Partyka, J. (red.), Między ochroną przyrody a gospodarką – bliżej ochrony. Konflikty człowiek – przyroda na obszarach prawnie chronionych w Polsce. Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki, Ojcowski Park Narodowy, Sosnowiec – Ojców, 180–189.
- Krzemiński, T., 1965. Przełom doliny Warty przez Wyżynę Wieluńską. *Acta Geographica Lodziensia* 21, Nakładem Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, 1–95.
- Krzemiński, T., 1986. Paleogeograficzne tło rozwoju doliny Załęczańskiego Łuku Warty (Wyżyna Wieluńska). *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Sozologica* 2, 149–178.
- Laskowski, S., Papińska, E., Tołoczko, W., 2001. Różnorodność przyrodnicza Załęczańskiego Parku Krajobrazowego na przykładzie wybranych stanowisk. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 9, 99–112.
- Lasota, J., Błońska, E., Pacanowski, P., 2018. Forest sites and forest types on rendzinas in Poland. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 69 (2), 121–129.
- Lemkowska, B., Sowiński, P., 2018. Limnic Rendzinas in the Mazurian Lakeland (NE Poland). *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 69 (2), 109–120.
- Licznar, S.E., Drozd, J., Licznar, M., 1997. Badanie zwietrzelin reliktowych wapieni jurajskich przy zastosowaniu metod submikromorfologicznych. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 48 (1–2), 71–77.
- Mazurek, R., Kowalska, J.B., Zdrożny, P., Gąsiorek, M., Kozak, H., 2018. Rendzinas diversity of the Ojców National Park as an effect of lithological factors. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 69 (2), 130–141.
- Miechówka, A., Drewnik, M., 2018. Rendzina soils in the Tatra Mountains, central Europe: a review. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 69 (2), 88–100.
- Mirowski, Z., Rytelowski, J., 1989. Gleboznawstwo z podstawami geomorfologii, mineralogii i petrografii, Cz. 2: Właściwości fizyczne i chemiczne gleb. Wydawnictwo ART, Olsztyn, 1–202.
- Niewiadomski, A., Tołoczko, W., 2014. Characteristics of soil cover in Poland with special attention paid to the Łódź region, [w:] Marszał, T., Kobjek, E. (red.), Natural environment of Poland and its protection. Łódź University Press, 75–99.
- Olaczek, R., Czyżewska, K., 1986. Załęczański Park Krajobrazowy, charakterystyka wartości, ich ochrona i wykorzystanie. *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Sozologica* 2, 7–68.
- Ostrowska, A., Gawliński, S., Szczubiałka, Z., 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, 1–333.
- Papińska, E., 2001a. Załęczański Park Krajobrazowy, [w:] Bezowska, G. (red.), Przewodnik sesji terenowych konferencji „Park krajobrazowy – i co dalej?”. Załęcze Wielkie, UŁ, Zakład Gleboznawstwa i Geoekologii, 6–15.
- Papińska, E., 2001b. Walory poznawcze południowej części Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, [w:] Bezowska, G. (red.), Przewodnik sesji terenowych konferencji „Park krajobrazowy – i co dalej?”. Załęcze Wielkie, UŁ, Zakład Gleboznawstwa i Geoekologii, 16–31.
- Papińska, E., Tołoczko, W., 2002. Walory abiotyczne Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, [w:] Kurowski, J.K., Witosławski, P. (red.), Funkcjonowanie parków krajobrazowych w Polsce. Wydawnictwo UŁ, Łódź, 189–193.
- Polskie Towarzystwo Gleboznawcze (PTG), 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 60 (2), 5–16.
- Smreczak, B., Jadczyński, J., Kabała, C., 2018. Przydatność rolnicza rędzin w Polsce. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 69 (2), 142–151.
- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Myga-Piątek, U., Nita, J., Papińska, E., Rodzik, J., Strzyż, M., Terpiłowski, S., Ziąja, W., 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica* 91 (2), 143–170 (Supplementary file).
- Systematyka gleb Polski (SgP), 1989. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 50 (3/4), 1–151.
- Systematyka gleb Polski (SgP), 2011. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 62 (3), 1–193.
- Szynkiewicz, A., 1971. Rozmieszczenie jaskiń na Górze Zelce koło Działoszyna. *Speleologia* 6 (1–2), 49–57.
- Szynkiewicz, A., 1977. Rezerwat przyrodniczo-geologiczny „Węże” na Górze Zelce koło Działoszyna nad Wartą. *Acta Universitatis Lodziensis – Nauki matematyczno-przyrodnicze, seria II*, 5, 123–142.
- Zadworny, Z., 1974. Łuk Warty z rezerwatem Węże. *Przyroda Polska* 3, 28–29.
- Zadworny, Z., 1977. Zjawiska krasowe Łuku Warty. *Wszechświat* 9, 229–231.
- Zasoński, S., 1992. Warstwy krośnieńskie jako skała macierzysta pararendzin fliszowych (na przykładzie gleb Wzgórz Rymanowskich). *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 43 (3/4), 77–90.