

PERYGLACJALNA PRZESZŁOŚĆ I GEOEKOLOGICZNA TERAŹNIEJSZOŚĆ GLEB ŚREDNIOGÓRZA NIEMIECKIEGO¹

Arno Semmel

Semmel A., 2004: Peryglacjalna przeszłość i geoeologiczna terażniejszość gleb Średniogórza Niemieckiego (*Periglacial past and geoeological present of soils in German Lower Mountain Ranges*), Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego nr 5, s. 235-247, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

Zarys treści: Na obszarze Średniogórza Niemieckiego lite skały podłoża są zazwyczaj przykryte peryglacjalnymi seriami soliflukcyjnymi. Właściwości utworów pokrywowych wywierają decydujący wpływ na warunki geoeologiczne, w szczególności na gleby. Zjawisko to przedstawiono na przykładach z gór Taunus, Odenwald i Międzyrzecza Fuldy-Werry.

Słowa kluczowe: pokrywy soliflukcyjne, Taunus, Odenwald, Międzyrzecze Fuldy-Werry.

Arno Semmel, Theodor-Körner Str. 6, D65719 Hofheim, Deutschland

1. Autochtoniczność i allochtoniczność materiału glebowego oraz ich skutki geoeologiczne

Najważniejszym czynnikiem geoeologicznym jest gleba. „Znajomość pokrywy glebowej wnosi nieporównanie więcej informacji na temat związków przyczynowych w krajobrazie niż dane geologiczne...” (Neef 1978: 407). Podobne zdanie wyraża Leser, pisząc na przykład, iż gleba jest „substancją krajobrazową” (Leser 1997: 475). Sformułowania te wywołują wrażenie, że glebę rozpatruje się wyłącznie w jej stanie aktualnym, jako produkt współczesnych procesów. Należy jednak pamiętać, że zrozumienie stanu obecnego i ocena roli gleby w środowisku wymagają poznania jej genezy. „Istnienie jest w pełni zrozumiałe tylko jako stawanie się”, stwierdza Aleksander von Humboldt.

Już choćby z tego powodu dziwić mogą kontrowersje wokół genezy gleb środkowej części Europy. W kwestii tej istnieją dwa obozy naukowe. Pierwszy z nich głosi, że gleby powstały dzie-

ki wietrzeniu skał in situ, natomiast drugi, iż z reguły wytworzyły się z allochtonicznych pokryw peryglacjalnych. „Autochtoników” można zatem przeciwstawić „allochtonikom”. Przykładów współczesnego stanowiska „autochtonicznego” dostarcza „Przewodnik po glebach Niemiec”, wydany w 2001 roku przez Federalny Urząd ds. Środowiska. Stanowisko drugie („allochtoniczne”) reprezentują liczne prace naszego Jubilata (np. Kowalkowski 1995).

Peryglacjalne pokrywy soliflukcyjne wywarły decydujący wpływ na jakość substratu współczesnych gleb i nadały mu wiele właściwości, istotnych z geoeologicznego punktu widzenia. Są to na przykład: rozluźniony układ materiału mineralnego, mniejsza gęstość objętościowa, większa przewiewność i przepuszczalność, zwiększony udział ziaren pyłu i piasku. Pokrywy soliflukcyjne wpływają także na cechy chemiczne substratu, między innymi na zawartość metali ciężkich. W decydujący sposób oddziałują na gospodarkę wodną stoków, w tym na sływ powierzchniowy, filtrację wody, odpływ śródpokrywowy, odnawia-

¹ Tłumaczenie artykułu z języka niemieckiego za zgodą autora wykonała Katarzyna Ostaszewska

nie wód gruntowych oraz ich podsiąk kapilarny. Wskutek tego, pokrywy soliflukcyjne mają istotne znaczenie dla wielkości współczynników K w tzw. uniwersalnym równaniu erozji (por. Wischmeyer, Smith 1978). „Wszystkie procesy holoceny, na przykład rozwój profili glebowych i różnicowanie się siedlisk, wykazują dużą zależność od cech reliktyw peryglacialnych” (Ostaszewska 1987: 415).

Szczególne znaczenie pokryw peryglacialnych w kształtowaniu warunków siedliskowych związane jest z zawartością w nich pyłów eolicznych, poprawiających warunki troficzne i wodne gleb. Zjawisko to można obserwować nie tylko w krajobrazach średnich gór, ale także w terenach nizinnych, w których pokrywy peryglacialne były przedmiotem intensywnych prac Kowalkowskiego, prowadzonych także we współpracy z Koppem oraz Jaegerem (np. Kowalkowski 1966, 1989, Kopp, Kowalkowski 1990, Kowalkowski et al. 1992).

Wyniki przytoczonych powyżej badań wskazują na liczne podobieństwa w formowaniu substratu glebowego w peryglacialnych krajobrazach średnich gór i nizin. Z geoekologicznego punktu widzenia szczególnie ważna okazuje się tzw. peryglacialna „warstwa główna” (*Hauptlage*, AG Bodenkunde 1994), zwana uprzednio „serią pokrywową” (*Deckschutt*, Semmel 1964). W tej

powszechnie występującej, bogatej w pył serii, rozwija się większość korzeni roślin.

Identyczność funkcji geoekologicznej, pełnionej przez peryglacialną pokrywę główną w krajobrazach gór i nizin, bywa niespodzianką dla badacza, pracującego najczęściej w terenach górskich. Z okazji jubileuszu niech wolno będzie przytoczyć garść osobistych doświadczeń. Byłem zaskoczony, napotykając bardzo podobne osady pokrywowe, wykształcone zarówno na młodych morenach okolic Lubeki (Semmel 1973: 119) i na przedpolach Alp (Semmel 1980: 103), jak i na dolnej terasie Menu pod Frankfurtem (Semmel 1970). W pokrywie głównej wszystkich wymienionych krajobrazów znajdują się popioły wulkanu Laacher See w górach Eifel (12 900 lat BP). Oznaczenia minerałów ciężkich we frakcji pyłu grubego (0,02-0,06 mm), przeprowadzone w uzupełnieniu wcześniejszych prac (Semmel 1980: 104), jednoznacznie wskazują, iż są to minerały tego właśnie wulkanu.

W tabeli 1 przedstawiono dane na temat uziarnienia i składu minerałów ciężkich gleby, pochodzącej z dawnego gospodarstwa rolnego mojego ojca, na południe od Żelechowa. Zarówno w zawartości minerałów ciężkich, jak i frakcji drobnego piasku, na głębokości 50 cm zaznacza się

Tabela 1. Skład ziarnowy i minerały ciężkie pokrywy głównej w krajobrazie młodoglacjalnym

Tab. 1. *Particle size distribution and heavy minerals of the upper layer in young glacial landscape*

PG - pokrywa główna; IIC - glina morenowa, PG – upper layer, IIC – morainic loam

	Skład ziarnowy, % wagowe <i>Grain size weighed %</i>						
	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-0,6	0,6-2 mm
PG	6,4	3,2	5,2	13,5	33,0	24,5	14,8
IIC	12,0	4,9	10,1	14,0	22,5	20,9	14,0

	Minerały ciężkie % ziaren we frakcji 0,02-0,06mm <i>Heavy minerals in fraction 0,02-0,06mm</i>								
	Augit	Brunatna hornblenda	Tytanit	Zielona hornblenda	Epidot	Granat	Rutyl	Turmalin	Cyrkon
PG	11	9	2	14	16	21	1	3	23
IIC	-	-	-	17	20	24	-	3	36

Profil znajduje się na płaskim grzbiecie morenowym, 1 km na południe od Żelechowa, 15 km na północ od Chojny
Profile on a flat morainic ridge, 1km south from Żelechów, 15km north from Chojna

wyraźna granica, określająca spąg peryglacialnej warstwy głównej. Obszar ten należy do „pagórko-watych krajobrazów młodoglacjalnych” (Liedtke 1975: Karte) i znajduje się na północ od zasięgu subfazy chojeńskiej (Issmer 1999: 85).

Osady odpowiadające warstwie głównej występują powszechnie na całym tym terenie, a także na obszarach położonych dalej na zachód. Brak ich jedynie w miejscach zniszczonych wskutek erozji. Należą do serii przekształceń peryglacialnych, oznaczanej jako „strefa delta” (Kowalkowski 1965 i 1970, Schwanecke 1970, Kopp, Kowalkowski 1990). Z analiz granulometrycznych, opublikowanych przez Issmer (1999, ryc.4) można wnioskować, że analogiczna seria pokrywowa wykształciła się także w „osadach lessowych” pełnego i późnego glacjału na południowy zachód od Chojny. W substracie glebowym występuje tam charakterystyczna nieciągłość litologiczna. Pod względem cech makroskopowych nie jest ona jednak tak wyraźna, jak w przypadku gleb górskich. W tych ostatnich, równoległa do powierzchni stoku orientacja odłamków skalnych świadczy o soliflukcyjnym przemieszczeniu materiału. Ta cecha pokryw soliflukcyjnych średnich gór pozwala je łatwo odróżnić, zwłaszcza w odsłonięciach, w których oprócz pokryw stokowych widoczne jest lite podłoże (fot. 1).

Poniżej zostaną przedstawione typowe sekwencje pokryw soliflukcyjnych, zalegających na skałach litych w Średniogórzu Niemieckim. Omówione będzie także ich znaczenie w kształtowaniu współczesnych cech geoekologicznych terenu. Zastosowane nazewnictwo pokryw odpowiada urzędowej Instrukcji do Kartowania Gleboznawczego (Bodenkundliche Kartieranleitung - AG Boden 1994, por. także Semmel 1964, 1968).

2. Pokrywy soliflukcyjne w górach Taunus

Na większości stoków Taunusu, podobnie jak innych pasm Reńskich Gór Łupkowych, zalega peryglacialna warstwa główna. Jest to pokrywa soliflukcyjna z domieszką pyłu, o miąższości od 40 do 70 cm. Fotografia 1 przedstawia przykład pokrywy zalegającej na dewońskim łupku ilastym. Ta sfałdowana podczas orogenezy warwscyjskiej skała jest w partii stropowej spękana na odłamki,

których osie podłużne są zorientowane poziomo, w poprzek stoku. Pojedyncze odłamki są nachylone w dół. Ich udział w zwietrzelinie rośnie wraz z zbliżaniem się do dzisiejszej powierzchni, a jednocześnie odłamki te odwracają się dłuższą osią w kierunku spadku. Około 50 cm pod powierzchnią ziemi prawie wszystkie są ułożone równoległe do linii spadku.

W obrębie omawianej serii rozwinął się poziom B gleby brunatnej (cambic). Jego intensywnie brunatne zabarwienie (10YR2/1) należy wiązać z oksydacją biotyty i innych zasobnych w żelazo minerałów pochodzących z popiołu wulkanu Laacher See. Silnie kwaśny (pH ok. 4) i ubogi w składniki pokarmowe, poziom ten odznacza się małą zwięzłością i stanowi główną strefę korzeniową roślin. W uprawie rolnej podlega intensywnemu nawożeniu, co w połączeniu z dużą przepuszczalnością podłoża prowadzi do nadmiernego stężenia azotanów w wodach powierzchniowych i gruntowych. Położenie stokowe sprzyja uruchomieniu procesów erozyjnych i odsłanianiu kamienistej zwietrzeliny łupków. Wskutek tego pogłębia się pierwotna suchość siedliska.

Pomijając pokrywę roślinną, przerośnięcie korzeniami i zbrunatnienie, profil widoczny na fotografii 1 jest niemal w takim samym stanie, w jakim znajdował się pod koniec ostatniego zlodowacenia. Brak w nim śladów holocenijskiego przemieszczania peryglacialnej pokrywy stokowej. Staje się więc jasne, że bez peryglacialnego procesu wietrzenia mrozowego i soliflukcji holocenijski proces glebotwórczy nie zdołałby wytworzyć analogicznej warstwy pokrywowej. O wiele bardziej prawdopodobne byłoby powstanie w tym miejscu płytkiej gleby skalistej. W jeszcze większym stopniu odnosi się to do dewońskich kwarcytów, które bez peryglacialnej serii głównej miałyby bardzo cienką pokrywę glebową, złożoną z oligotroficznych rankerów i gleb bielcowych.

Geoekologiczne znaczenie peryglacialnej warstwy głównej uwidacznia się również na obszarach zbudowanych ze skał okruchowych. Fotografia 2 przedstawia profil gleby brunatnej, wykształconej z pokrywy głównej zalegającej na oligocenijskich żwirach w Taunusie Przednim. Na soliflukcyjną genezę pokrywy wskazuje równoległe do stoku ułożenie ziaren żwiru. W osadzie pierwotnym ziarna zalegają poziomo.

Różnice składu mechanicznego między pokrywą główną a żwirem podłoża są nieznaczne, lecz znamienne. Nieco większa zawartość pyłu w warstwie pokrywowej (ok. 6%, tab. 2) jest związana z domieszką materiału eolicznego. Domieszka ta uwidacznia się także w zawartości minerałów ciężkich. W oligoceńskich żwirach występują jedynie minerały pochodzenia lokalnego i minerały odporne na wietrzenie (cyrkon, turmalin i rutil). Natomiast w warstwie pokrywowej towarzyszą im minerały osadzone drogą powietrzną (tab. 2), z reguły mniej odporne na wietrzenie. Jeśli różnice składu obu osadów miałyby wynikać z pedogenezy in situ, rozmieszczenie minerałów ciężkich musiałyby być odwrotne. Potwierdzeniem obecności lessu jest także wyższa zawartość pierwiastków alkalicznych i ziem alkalicznych w warstwie głównej (tab. 2). Sprawia ona, że intensywne ukorzenie roślin sięga tylko do granicy tej warstwy. Wpływ domieszki lessowej zaznacza się również w podwyższonej zawartości metali ciężkich, przede wszystkim cynku (tab. 2). Warto także zauważyć, iż nieco większy udział ziaren pyłu i iłu w pokrywie głównej poprawia stosunki wodne tego suchego siedliska.

Na stoku poniżej opisanego profilu, między pokrywą główną a oligoceńskimi żwirami zalega starsza seria soliflukcyjna, złożona wyłącznie z przemieszczonych żwirów i określana jako „warstwa dolna” (*Basislage*). Jeszcze niżej, pomiędzy warstwą główną a dolną, znajduje się seria o barwie brunatnej, bardzo zasobna w less (fot. 3), nazywana „warstwą środkową” (*Mittellage*). Duża zawartość lessu oddziałuje korzystnie na właściwości wodne i troficzność tej pokrywy, co potwierdzają także wyniki badań laboratoryjnych (tab. 2).

W obrębie pokrywy środkowej rozwija się zazwyczaj gleby poziome wzbogacania typu argic (Bt), toteż profil taki zalicza się do gleb płowych (luvisol). Gleby tego typu tworzą najżyźniejsze siedliska leśne i rolnicze Średniogórza Niemieckiego. Wskutek dużej zawartości pyłu, na terenach rolniczych łatwo podlegają one erozji wodnej. Ich słaba przepuszczalność utrudnia odnawianie wód gruntowych, lecz jednocześnie chroni je przed zanieczyszczeniem. W położeniach równinnych odprowadzanie wody opadowej może być tak słabe, że dochodzi do rozwoju gleb opadowoglejowych i stagnoglejowych. Ich powstaniu szczególnie sprzyjają lokalizacje, w których pokrywa środkowa zawiera

materiał pochodzący z ilastych zwietrzelin trzeciorzędowych („gleby serwatkowe”).

Naturalną roślinnością pokrywy głównej są mezotroficzne lasy bukowo-dębowe z kosmatką (*Luzulo-Fagion*). Pokrywa środkowa tworzy siedlisko dla żyznych buczyn z perlówką (*Melico-Fagetum*). Na nadmiernie uwilgotnionych glebach opadowoglejowych powszechnie występują mezo- i eutroficzne lasy dębowo-bukowe.

3. Pokrywy peryglacjalne w górach Odenwald

Układy pokryw stokowych analogiczne do występujących w Taunusie spotyka się także w górach Odenwald. Zostaną one omówione na przykładzie krystalicznej części Odenwaldu, której rozpoznanie jest lepsze niż części zbudowanej ze skał osadowych pstrego piaskowca.

Należąc do tego samego systemu waryscyjskiego co Taunus, Odenwald wykazuje silniejszy stopień metamorfizacji skał. Występują tutaj zarówno skały silnie zmetamorfizowane, jak i krystaliczne. Te ostatnie jako typowy przejaw zwietrzenia wykazują tzw. „skruszałość” (*Vergrusung*), która w charakterystyczny sposób oddziałuje na przebieg procesu soliflukcji. Rozluźnienie pierwotnych struktur mineralnych prowadzi do wstęgowego przemieszczania materiału (fot. 4). Dlatego też warstwa dolna często wykazuje drobne warstwowanie. W wielu miejscach w strefie tak zwanych „haków stokowych” warstwa ta przechodzi bezpośrednio w pokrywę główną, która także tutaj posiada domieszkę lessu. Z reguły zawiera również dużą ilość odłamków skalnych, pochodzących z żył skał zasadowych lub kwaśnych (lamprofirów lub aplitów i pegmatytów). Podobnie jak żyły kwarcowe, te skały nie podlegają procesowi skruszania.

W obrębie skalistych wierzchołków i wychodni skał podatnych na dezintegrację (np. granitu lub diorytu), pokrywa główna spoczywa bezpośrednio na litym podłożu. W takich miejscach wyraźnie uwidoczni się wpływ chemizmu skały na cechy tej pokrywy. I tak na przykład, wartość pH_{KCl} dominujących na całym terenie gleb brunatnych zmienia się od około 3,5 na granitach do około 4 na diorytach. Typowymi cechami pokrywy głównej w krystalicznej części Odenwaldu są ponadto

Tabela 2. Właściwości pokryw stokowych z Taunusu
 PG - pokrywa główna; PS - pokrywa środkowa; PD - pokrywa dolna

Tab. 2. Labor results of Taunus profiles

PG – upper layer PS – intermediate layer; PD – basal layer

Uziarnienie (%wagowe)

Grain size (in weight %)

	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-0,6	0,6-2 mm
PG	8,9	6,2	9,2	23,8	15,7	26,4	7,8
PD	3,1	5,9	8,9	17,5	18,9	40,0	6,0
PG	12,0	7,6	13,3	27,2	13,3	19,3	9,0
PS	28,3	9,9	15,7	34,3	10,1	6,3	5,7
PD	4,8	2,9	6,5	11,4	24,4	40,9	9,1

Skład chemiczny (%wagowe, analiza metodą fluorescencji rentgenowskiej)

Chemical composition (weighed %, Röntgenfluoreszenz-Analysis)

	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	pH (w CaCl ₂)
PG	0,21	0,11	0,26	0,93	3,5
PD	0,03	0,04	0,21	0,41	3,3
PG	0,34	0,15	0,12	0,10	3,7
PS	0,57	0,25	0,19	0,21	3,7
PD	0,09	0,03	0,09	0,07	3,6

Minerały ciężkie (%ziaren we frakcji 0,06-0,2 mm)

Heavy minerals (Grain % from the fraction 0,06-0,02mm)

	Augit	Brunatna hornblenda	Tytanit	Zielona hornblenda	Epidot	Granat	Rutyl	Turmalin	Cyrkon
PG	11	41	23	3	3	1	-	4	14
PD	-	-	-	-	-	-	10	18	72
PG	14	39	9	4	2	3	-	9	20
PS	6	9	2	9	25	8	-	11	30
PD	-	-	-	-	-	-	13	29	56

Metale ciężkie (ppm)

Heavy metals (ppm)

	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd	Zn
PG	10	5	6	5	-	22
PD	6	9	7	8	-	11
PG	11	5	5	3	-	23
PS	14	11	12	11	-	39
PD	6	9	7	6	-	11

stała miąższość (około 50 cm) i podwyższona zawartość frakcji pyłu.

Domieszkę lessową wyróżnia obecność minerałów ciężkich, które w skałach krystalicznych występują sporadycznie lub wcale. Jak wskazują dane z tabeli 3, w pozbawionej lessu warstwie dolnej dominuje epidot, podczas gdy w warstwie głównej, a szczególnie w zasobnej w less warstwie środkowej, notuje się przewagę hornblendy zielonej. Dla warstwy głównej charakterystyczne są ponadto minerały wulkaniczne Laacher See (augit, hornblenda brunatna i tytanit). Podwyższona zawartość frakcji pyłu w tej pokrywie nie zawsze musi być związana z obecnością lessu. Bargon (1960: 237 f.) opisuje pochodzącą z Odenwaldu zwietrzelinę pylastą skał krystalicznych wolną od domieszki lessu, której powstanie wiąże z wietrzeniem in situ w warunkach klimatu gorącego.

Na stokach poniżej wychodni skalnych, pod wzbogaconą w less warstwą główną zalegają osady serii dolnej. Nie zawierają one lessu, natomiast duży udział ma w nich zwietrzały materiał skalny. Wskutek tego seria dolna charakteryzuje się stosunkowo dużą zawartością zasad. Ta sama cecha obserwowana jest w serii głównej, do której w procesach soliflukcyjnych został domieszany materiał z warstwy dolnej. Zawartość zasad w osadach warstwy głównej zawsze pozostaje jednak niższa niż w dolnej. Jest to sytuacja odwrotna niż w przypadku profili z Taunusu, w których podłoże

oraz pokrywę dolną z reguły buduje materiał ubogi w zasady. Wpływ zasobnego podłoża na cechy warstwy głównej znajduje odzwierciedlenie także w typach gleb. Nawet w najwyższych i najwilgotniejszych położeniach w Odenwaldzie nie występują gleby bielcowe. Próchnica glebowa należy do typu mull-moder. Inaczej niż w Taunusie, w Odenwaldzie brak siedlisk oligotroficznych.

W dolnych częściach stoku, a także w nieckowatych dolinkach i w innych położeniach akumulacyjnych, pomiędzy warstwą główną a dolną spotyka się bogatą w less warstwą środkową. Odnacza się ona większym udziałem frakcji pylastej, zwłaszcza pyłu grubego (0,06-0,02 mm), niż warstwa dolna (tab.3). Obecność lessu uwidacznia się także w wysokim udziale hornblendy wśród minerałów ciężkich. Wyraźne różnice obserwuje się również między warstwą środkową a główną. W tej ostatniej notuje się więcej piasku drobnego (0,06 do 0,2 mm). Widoczna jest tu prawidłowość, opisana już przez Schönhalsa (1957). Peryglacialną warstwą główną często charakteryzuje nie tylko maksimum zawartości pyłu, ale także piasku drobnego. Fakt ten bywa interpretowany jako świadectwo procesów eolicznych, zachodzących podczas młodszego dryasu (roziewanie piasku). Nie sposób jednak zaprzeczyć, że pokrywa główna wykazuje więcej cech wspólnych z serią dolną niż pokrywa środkowa. Dotyczy to zarówno składu mechanicznego, jak i rodzaju minerałów ciężkich.

Tabela 3. Właściwości pokryw stokowych z Odenwaldu
Tab. 3. Properties of slope layers of Odenwald profiles

Uziarnienie (% wagowe)
Grain size (in weight %)

	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-0,6	0,6-2 mm
PG	9,6	7,6	17,9	29,3	17,7	5,9	11,7
PS	26,3	3,5	13,9	37,4	8,3	3,1	7,5
PD	8,4	1,8	4,1	6,1	10,7	21,2	47,8

Minerały ciężkie
Heavy minerals

	Augit	Brunatna hornblenda	Tytanit	Zielona hornblenda	Epidot	Granat	Rutyl	Turmalin	Cyrkon
PG	2	1	1	85	7	3	1	1	1
PS	-	-	-	94	6	-	-	+	+
PD	+	-	-	54	36	4	-	-	6

Jako siedliska leśne, opisane profile klasyfikuje się do grupy mezo- i eutroficznych (Asthalter 1969: 53). Ich naturalna szata roślinna obejmuje zbiorowiska od suchych lasów bukowo-mieszanych z kosmatką (*Luzulo-Fagion*) po świeże lasy bukowo-mieszane z marzanką wonną (*Galio odorati-Fagion*). Pierwsze z tych zbiorowisk jest charakterystyczne dla układu „pokrywa główna na dolnej”, zaś drugie dla siedlisk wykształconych na zasobnej w less pokrywie środkowej.

Na obszarach rolniczych gleby wytworzone z pokrywy głównej zalegającej na warstwie dolnej lub na zwietrzelinie łatwo podlegają erozji. Szczególnie narażone są na nią pozbawione kamieni osady pokrywy głównej. Obecnie niewiele jest terenów rolnych, na których pokrywa ta zajmowałaby większe powierzchnie. Na pozostałym obszarze orkę umożliwia zgliniona zwietrzelina skał krystalicznych.

Przyczyną podwyższonej podatności gleb na erozję jest nie tylko skład i budowa pokrywy głównej, ale także właściwości zwietrzałego podłoża. W porównaniu ze skałą litą jest ono bardzo porowate i chłonie dużo wody. Po przekroczeniu pojemności wodnej rozpoczyna się gwałtowny spływ powierzchniowy. Towarzyszy mu proces intensywnego splukiwania materiału, który wskutek nasycenia wodą utracił spoiwość. Procesami tymi tłumaczy się powstanie drobnopagórkowatej rzeźby, typowej dla krystalicznej części Odenwaldu i dodatkowo wzmacniającej procesy erozji. Z powodu rozcięcia przez głębokie wąwozy wiele stoków już w przeszłości wyłączono z użytkowania rolniczego.

Jeszcze do niedawna wody gruntowe występujące w zwietrzelinie skał krystalicznych wykorzystywano jako wody pitne. Były one jednak i nadal są silnie zanieczyszczone azotanami, pochodzącymi z intensywnego nawożenia zerodowanych siedlisk. W siedliskach tych brak, zdolnego zatrzymać azotany substratu, który wraz z soliflukcyjną warstwą główną, został zniszczony przez erozję.

4. Pokrywy soliflukcyjne Międzyrzecza Fuldy-Werry

Górzyste Międzyrzecze Fuldy-Werry na pograniczu Hesji i Turyngii jest zbudowane ze skał dolnego triasu, reprezentowanych przez piaskow-

ce oraz serie z dużym udziałem pyłowców i iłowców. W obrębie stoków soliflukcja peryglacialna doprowadziła do zatarcia różnic między podłożem grubo- i drobnoziarnistym. Powierzchnię budują wielowarstwowe układy pokryw zboczowych, z których wytworzyły się współczesne gleby. Najbardziej rozpowszechnione są gleby brunatne, których solum, o miąższości około 50 cm, odpowiada peryglacialnej warstwie głównej (fot. 5). Poniżej zalega czerwonawo zabarwiona pokrywa dolna, o cięższym składzie mechanicznym. Materiał tej pokrywy pochodzi przeważnie ze skał serii drobnoziarnistej. Jedyne w bezpośrednim sąsiedztwie progów piaskowcowych, zarówno poniżej, jak powyżej nich, pokrywa dolna wykazuje silniejsze spiaszczenie niż główna (fot. 6). Znaczne rozprzestrzenienie ilastego wariantu pokrywy dolnej wiąże się z dużą podatnością na procesy soliflukcji zwietrzelin o cięższym składzie mechanicznym.

Pokrywa główna analizowanego terenu zawiera domieszkę popiołów wulkanu Laacher See, którą dokumentują: augit, hornblenda brunatna, tytanit, a także podwyższona zawartość potasu i toru (tab. 4).

Podobnie, jak w poprzednio omówionych regionach, w profilach w lokalizacjach akumulacyjnych pomiędzy warstwą główną a dolną znajduje się seria środkowa. Jej cechy wykazują wyraźny związek z warstwą dolną, z której pochodzi materiał uniesiony w procesach soliflukcji i krioturacji. Jeśli pokrywa dolna jest piaszczysta, w pokrywie środkowej rośnie udział frakcji piasku (tab. 4). Gdy jest ilasta, w serii nadległej wzrasta zawartość ilu. W obu przypadkach w profilach współczesnych gleb pokrywa środkowa tworzy poziom wzbogacania - Bt (argic), a przy bardzo ciężkim składzie mechanicznym - marmurkowato oglejony poziom stagnolejowy.

Gleby wytworzone z ilastej pokrywy środkowej są zasobne w składniki pokarmowe i mimo niekorzystnych stosunków wodnych od dawno zagospodarowane rolniczo. Natomiast gleby rozwinięte z pokrywy piaszczystej zazwyczaj są zajęte przez lasy. Obecnie dominują wśród nich monokultury sosnowe, rozpowszechnione także w siedliskach z pokrywą główną na piaszczystej pokrywie dolnej. Potencjalną roślinnością naturalną tych oligotroficznych stanowisk jest kwaśna buczyna (*Luzulo-Fagetum*, wariant z *Vaccinium*), w której warstwę drzew budują buki i dęby, w runie zaś wy-

Tabela 4. Właściwości pokryw stokowych z Międzyrzecza Fuldy-Werry
 Tab. 4. Properties of slope covers in the profiles at the Fulda-Werra-Region

Uziarnienie (% wagowe)
 Grain size (in weight %)

	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-0,6	0,6-2 mm
PG	9,3	6,1	12,2	16,3	34,3	19,5	1,3
PDp	10,2	4,0	6,0	6,6	35,4	35,9	1,9
PDi	21,7	4,4	7,8	6,4	32,7	25,1	1,1

PDp - pokrywa dolna piaszczysta; PDi - pokrywa dolna ilasta
 PDp - basal layer sandy; PDi - basal layer loamy

Minerały ciężkie (% ziaren we frakcji 0,06-0,02 mm)
 Heavy metals (Grain % of the fraction 0,06-0,02 mm)

	Augit	Brunatna hornblenda	Tytanit	Topaz	Rutyl	Turmalin	Cyrkon
PG	14	49	3	2	1	19	12
PDp	-	-	-	-	3	87	10
PDi	-	-	-	1	1	79	19

Skład chemiczny (% wagowy, analiza metodą fluorescencji rentgenowskiej)
 Chemical composition (weighed %, Roentgen fluoreszenz analysis)

	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	pH (w KCl)
PG	1,45	0,15	0,3	0,19	1,85	0,3	3,9
PDp	0,28	-	0,1	0,03	0,58	0,2	3,8
PDi	1,88	0,03	0,2	0,18	1,18	1,01	4,3

Metale ciężkie (ppm)
 Heavy metals (ppm)

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sr	Th	Zn
PG	-	74	3	13	22	65	13	17
PDp	0,1	12	1	2	7	22	4	6
PDi	-	73	1	8	16	54	8	9

stępuje kosmatka oraz borówki. Gleby wykształcone z pokrywy głównej podesłanej ilastą pokrywą dolną są najczęściej wykorzystane pod uprawę świerka. Potencjalną roślinnością naturalną są tutaj kwaśne buczyny (*Luzulo-Fagetum*, subasocjacja z dużym udziałem paproci). Pod uprawę świerka wykorzystuje się także silnie uwilgotnione i stonkowo żyzne siedliska, wykształcone na ilastej pokrywie środkowej. W tym jednak przypadku trzeba się liczyć ze zjawiskiem zgnilizny twardej, pojawiającej się w drzewostanach w wieku rębnym. Problemem jest także duża podatność drzewostanów na szkody wiatrowe. Potencjalną

roślinnością naturalną tego siedliska są lasy bukowe-mieszane z marzanką wonną (*Galio odorati-Fagion*) - Asthalter 1966: 74 f.

Średniogórskie krajobrazy pstręgo piaskowca stwarzają szczególnie dobrą okazję do obserwacji zjawiska maskowania różnic podłoża przez peryglacialne serie soliflukcyjne. Pozwalają także na prześledzenie wpływu skał podłoża na jakość i genezę osadów pokrywowych. Wyniki badań obu zjawisk mają duże znaczenie dla praktyki ocen geologicznych. Wskazują na ograniczoną przydatność map geologicznych w roli źródeł informacji na temat jakości siedlisk Średniogórza (Semmel 2003).

Na koniec warto wspomnieć, że w krajobrazach pstrygo piaskowca częściej niż w innych spotyka się miejscami jeszcze jedną warstwę pokrywową. Składa się ona z gruboziarnistego materiału o kwaśnym odczynie i wykazuje cechy gleby bielcowej. Zalega na pokrywie głównej i jest określana jako warstwa górna (*Oberlage*). Jej peryglacialna geneza często jest niepewna.

5. Streszczenie

Katyny z Taunusu, Odenwaldu i Międzyrzecza Fuldy-Werry wskazują na związki sekwencji peryglacialnych pokryw soliflukcyjnych z rzeźbą terenu. Prawidłowość ta jest charakterystyczna dla całego obszaru Średniogórza Niemieckiego. Zgodnie z Instrukcją Kartowania Gleboznawczego (AG Boden 1994) poszczególne pokrywy stokowe określane są jako: dolna, środkowa i główna. Pokrywy te w istotny sposób wpływają na współczesne warunki geoekologiczne, przede wszystkim na przestrzenne zróżnicowanie gleb. Podłoże geologiczne wpływa wprawdzie na skład mechaniczny i mineralogiczny poszczególnych pokryw, a tym samym na stosunki geoekologiczne terenu. O jakości współczesnych siedlisk zadecydowały jednak w pierwszym rzędzie plejstoceńskie procesy soliflukcji oraz krioturbacyjnego mieszania materiału lokalnego i allochtonicznego.

6. Literatura

- A.G. Bodenkunde 1994:** *Bodenkundliche Kartieranleitung*, 4. Aufl.: 392 S. Hannover.
- Asthalter K., 1966:** *Waldbaulicher Überblick.*, Erl. Bodenkarte von Hessen 1: 25 000, Bl. 5225 Eiterfeld, Wiesbaden: 74-75.
- Asthalter K., 1969:** *Standortkundlicher-waldbaulicher Überblick.*, Erl. Bodenkarte von Hessen 1: 25 000, Bl. 6217 Zwingenberg, Wiesbaden: 51-57.
- Bargon E., 1960:** *Über die Entwicklung von Lockerberaunerden aus Solifluktionsmaterial im vorderen Odenwald.*, Z. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkde., 90, Weinheim: 229-243.
- Issmer K., 1999:** *Plenivistulian and Late Vistulian loess deposits in northwestern Poland.*, GeoArchaeoRhein, 3, Muenster: 83-96.

- Kowalkowski A., 1966:** *Problems of the genesis of soils formed of loess-like sediments of Dalkowskie Hills.*, Roczn. WSR w Poznaniu, 31: 117-147.
- Kowalkowski A., 1989:** *Genese der Braunerden und Schwarzerden nach Untersuchungen in der Mongolischen VR und in der VR Polen.*, Petermanns geogr. Mitt., 133 Gotha: 7-22.
- Kowalkowski A., 1995:** *Lithological-pedogenic discontinuity on the slopes of Łygóry-Mountains.*, Quaestiones Geogr., 17//18, Kraków: 25-39.
- Kowalkowski A., Kopp D., Jäger K.-D., 1992:** *Co-Ordination of the classification of soils in the lowland areas of Poland and of the former German Democratic Republic.*, Quaestiones Geogr. spec. Iss. 3, Kraków: 115-124.
- Kopp D., 1965:** *Die periglaziäre Deckzone (Geschlebedecksand) im Nordostdeutschen Tiefland und ihre bodenkundliche Bedeutung.*, Ber. geol.Ges. DDR, 10, Berlin: 739-771.
- Kopp D., Kowalkowski A., 1990:** *Cryogenic and pedogenic Perstruction in tertiary and quaternary deposits, as exemplified in the outcrop of Sternebeck.*, Quartern. Stud. in Poland, 9, Warszawa.: 51-71
- Leser H., 1997:** *Landschaftsökologie. 4.Aufl.*, Uni-Taschenbücher, Stuttgart, 521.
- Liedtke H., 1975:** *Die nordischen Vereisungen in Mitteleuropa.*, Forsch. dt. Landeskde., 204, Bonn-Bad Godesberg: 160 S.
- Neef E., 1978:** *Einige Bemerkungen über die Beziehungen zwischen Physischer Geographie und Bodenkunde.*, Beitr. Quartär und Landschaftsforsch. Hirt, Wien: 403-411.
- Ostaszewska K., 1987:** *Zur Typologie der rezenten geochemischen und elementaren Landschaften im Taunus, Taunusvorland und in der Untermainebene.*, Geol.Jb. Hessen, 115, Wiesbaden: 405-421.
- Schönhals E., 1957:** *Spätglaziale aeolische Ablagerungen in einigen Mittelgebirgen Hessens.*, Eiszeitalter und Gegenwart, 8, Oehringen: 5-17.
- Schwanecke W., 1970:** *Die periglaziären Umlagerungszonen im Hügelland und Mittelgebirge der DDR und ihre bodenkundliche Bedeutung.*, Dt. Ak. Landwirtschaftswiss., Tagungsber., 102, Berlin: 83-107.
- Semmel A., 1964:** *Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen.*, Notizbl. hess. L. Amt Bodenforsch., 92, Wiesbaden: 275-285
- Semmel A., 1968:** *Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen.*, Frankfurter geogr. Hefte, 45: 133.
- Semmel A., 1970:** *Bodenkarte von Hessen 1: 25 000.*, Blatt 5916 Hochheim a.M., Wiesbaden.
- Semmel A., 1973:** *Periglaziale Umlagerungszonen auf Moränen und Schotterterrassen der letzten Eiszeit*

im deutschen Alpenvorland., Z. Geomorph., N.F.,
Suppl. Bd. 17, Berlin/Stuttgart: 118-132.

Semmel A., 1980: *Periglaziale Deckschichten auf
weichselzeitlichen Sedimenten in Polen.*, Eiszeitalter
und Gegenwart, 30, Hannover: 101-108.

Semmel A., 2003: *Oberflächennaher Untergrund auf
geowissenschaftlichen Karten der Mittelgebirge
- ein überaus verbesserungsbedürftiger Zustand.*,
Dt.geol.Ges., 154, Stuttgart: 111-119.

Umweltbundesamt (Hrsg.) 2001: *Reiseführer zu den
Böden Deutschlands.*, Berlin 164 S Wischmeyer W.,
Smith D.D., 1978: Predicting rainfall erosion loess -
a guide to conservation planning., U.S. Dept. Agric.
Handbook, 537, Washington D.C.

PERIGLACIAL PAST AND GEOECOLOGICAL PRESENT OF SOILS IN GERMAN LOWER MOUNTAIN RANGES

Summary

Katenas from Taunus, Odenwald and Fulda-Werra Region reflect the relation of the periglacial sequence of solifluction covers with the terrain relief. This regularity is characteristic for the whole area of the Central German Uplands. In compliance with the Manual for the Soil Cartography (AG Boden 1994) the individual slope covers are qualified as: basal, middle and main. These covers have an essential influence on contemporary geoecological conditions. First and foremost, they influence spatial differentiation of soils. The geological substrat influences the mechanical and mineralogical composition of each covers and in the same time the geoecological relations within the terrain. The quality of present habitats was shaped by the Pleistocene solifluction processes along with cryoturbation mixing of the local and allochtonic material.



Fot. 1. Stokowa pokrywa główna zalegająca na paleozoicznym łupku w górach Taunus. Objasnienia w tekście oraz pod fot. 2

Photo 1 Upper slope layer in top of Devonian slates (Taunus Moutain) Explanation in text and under photo 2

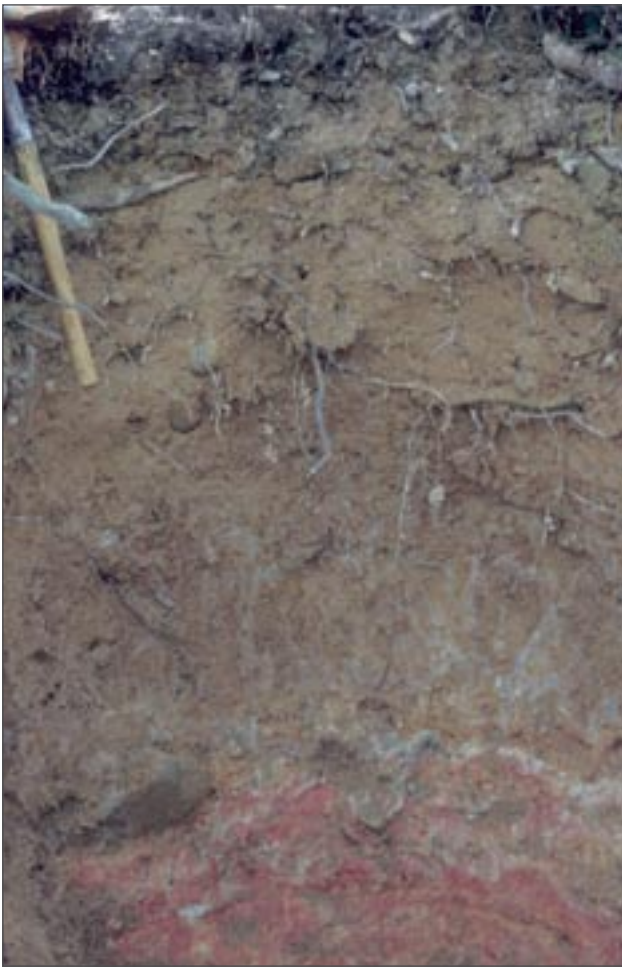


Fot. 2. Stokowa pokrywa główna zalegająca na trzeciorzędowych żwirach w górach Taunus

Poniżej styliska szpadla (50 cm) widoczna granica pokrywy głównej (o orientacji ziaren równoległej do stoku) oraz osadu żwirowego o jasnej barwie



*Photo 2. Upper slope layer in top of Tertiary gravel (Taunus Moutain)
A border of the upper layer (grains parallel to a slope) and gravel deposit of a pale colour are located below the spade handle (50 cm)*



Fot. 3. Stokowa pokrywa główna zalegająca na pokrywie środkowej i dolnej - Taunus. Pod jasnobrunatną, kamienistą pokrywą główną na głębokości odpowiadającej stylisku szpadła znajduje się strop brunatnej, zawierającej mało odłamków skalnych, zasobnej w less pokrywy środkowej z oznakami oglejenia opadowego. Poniżej zalega nie zawierająca lessu pokrywa dolna, z soliflukcyjnych, czerwonych piasków gliniastych trzeciorzędu (wyniki analiz przedstawione w tab. 2 dla układu PG/PS/PD nie odnoszą się do tego profilu).



*Photo 3. Upper slope layer in top of intermediate layer and basal layer (Taunus Mountain)
A roof of brown upper layer with scarce rock wastes and reach loess is located under a light-brown rocky main cover (at the depth of the spade handle). Below, a basal layer without loess is located. It is built of red-clay sands relocated by solifluctional movements. The results of the analyses are presented in the Table 2 (system: PG/PS/PD) and they do not relate to the presented profile.*



Fot. 4. Warstwowana pokrywa stokowa dolna – Odenwald;
Po obu stronach pionowego korzenia brunatnawe ciągi aplitu, odgięte w kierunku spadku (haki stokowe), przykryte drobnowarstwowanym, soliflukcyjnym gruzem granitowym.

*Photo 4. Stratified basal slope layer from crystalline material (Odenwald)
In the middle of the picture at both sides of the vertical root, red stripes of aplite directed along the slope are visible. Above, fine-layered granite wastes relocated by solifluctional movements are present.*



Fot. 5. Jasnobrunatna, zawierająca less stokowa pokrywa główna o miąższości około 50 cm spoczywa na czerwono-brunatnej, nie zawierającej lessu pokrywie dolnej ilastej (Międzyrzecze Fuldy-Werry)

Photo 5. Upper slope layer (brownish) containing loess (about 50cm) and basal slope layer (reddish) loamy without loess at Bunter areas (Fulda-Werra interrriver area)

Fot. 6. Zbrunatniała, zawierająca less pokrywa główna z przemieszczonym blokiem piaskowca na jasnej, nie zawierającej lessu pokrywie dolnej piaszczystej oraz czerwono-brązowej pokrywie dolnej ilastej (Międzyrzecze Fuldy-Werry).

Photo 6. Browned upper layer cover containing loess with sandstone on subdivided basal layer (Fulda-Werra interrriver area) Light coloured sandy and reddishbrown loamy



