

**Ewa Malinowska, Karolina Ceglińska**

Uniwersytet Warszawski  
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych  
Zakład Geoekologii  
e-mail: emal@uw.edu.pl

**PRZESTRZENNA ZMIENNOŚĆ WŁAŚCIWOŚCI GLEB  
W UKŁADACH KATENALNYCH W REJONIE MURZYNOWA**

**Spatial variability of soil properties in the slope catenas  
in the vicinity of Murzynowo (central Poland).**

**Abstract:** The article presents the results of soil study carried out within three catenas near Murzynowo. The catenas are a fragment of glacial upland slope built of sand and clay loam.

Physical and chemical properties of soils located in different parts of the slope were analyzed. The results indicate that there is a clear variability of soil physical properties depending on their position within the slope. Essential for the soil structure and soil-forming processes differentiation are the processes of erosion, that damage soil's surface layer and cause clay fraction's and humic substances' movement .

**Słowa kluczowe:** gleba, katena, erozja

**Key words:** soil, slope catena, erosion

**WPROWADZENIE**

Badania pokrywy glebowej prowadzone są w rejonie Murzynowa od ponad 30. lat (Porowska 1980, Malinowska 1982, 1993, 2005, Osińska 2003, Ceglińska 2007). Ich celem była z reguły analiza fizycznych i chemicznych właściwości poszczególnych poziomów genetycznych, identyfikacja poziomu zanieczyszczenia (Malinowska 1995) czy określenie potencjału rolniczego. W ostatnich latach podjęto także prace służące opracowaniu pedologicznych wskaźników funkcjonowania krajobrazu oraz modelowaniu związków pokrywy glebowej z pozostałymi składowymi krajobrazu (Malinowska 2005).

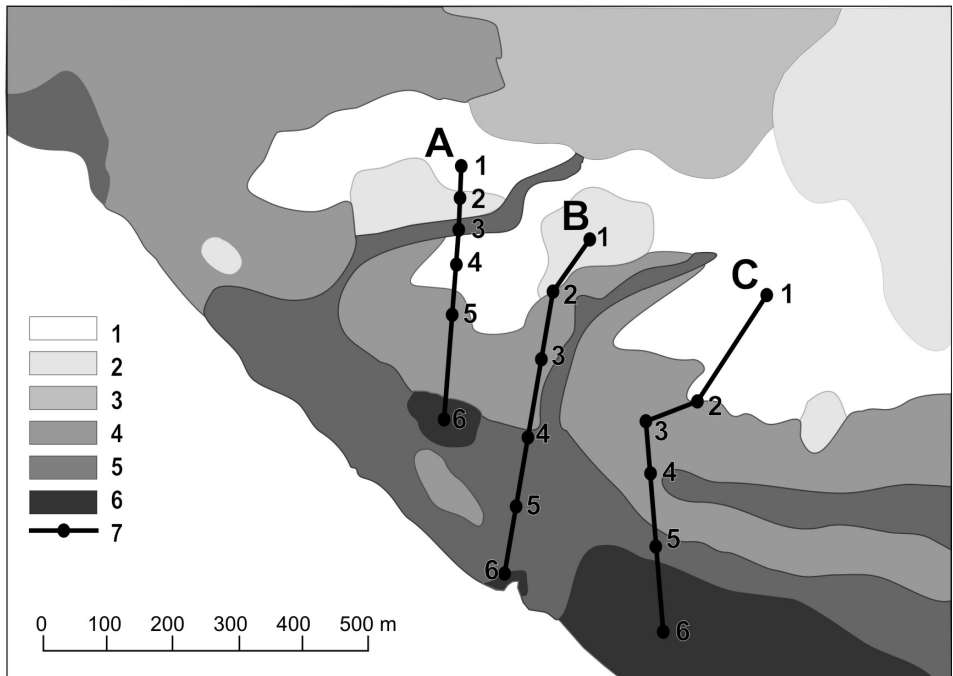
Analizując wyniki prowadzonych badań oraz obszerny materiał kartograficzny (w tym szkice rozmieszczenia typów gleb – Ryc. 1) zauważyć można specyficzny przestrzenny rozkład badanych typów gleb i ich właściwości. W terenie występują bowiem przestrzennie powtarzalne sekwencje gleb, których heterogeniczność zależy przede wszystkim od rzeźby terenu, w tym przede wszystkim od wysokości względnej, nachylenia zboczy, typu gospodarki wodnej i in.

Północną część badanego terenu zajmuje rozległa równina, będąca strefą brzeżną sandru Skrwy o spadkach dochodzących do 2% i deniwelacjach nie przekraczających 5 m, położona na wysokości 90–105 m n.p.m. Zbudowana jest ze żwirów, piasków luźnych, słabogliniastych i pylastych, wodnolodowcowych, podesłanych gliną, których miąższość wynosi ponad 2 m i maleje stopniowo ku południowemu wschodowi. Występowanie na powierzchni utworów gliniastych jest wynikiem denudacji pokrywy piaszczystej w miejscach wyniesionych i odgrzebaniem starszego podłoża. Na tym terenie dominują zdecydowanie gleby rdzawe i płowe. Południową część badanego terenu zajmuje natomiast rozległy stok o deniwelacji dochodzącej do 40 m i spadkach przekraczających 10%, w obrębie którego odsłaniają się starsze utwory gliniaste zlodowacenia Warty, a niekiedy także ily plioceńskie. Tu dominują gleby brunatne typowe i wyługowane, noszące niekiedy cechy erodowania poziomów powierzchniowych. Natomiast część podstokowa jest miejscem akumulacji miąższych, kilkumetrowych pokryw deluwalnych, zbudowanych głównie z materiału mineralno-organicznego zniesionego z górnej części stoku. Są one podesłane bogatym w węglan wapnia materiałem piaszczysto-pylastym, zalegającym na glinie zwałowej. Tu z kolei rozwinęły się zasobne w próchnicę czarne ziemie właściwe i zdegradowane.

Istnienie przedstawionej powyżej, specyficznej, współlistniejącej ze zmianami rzeźby toposekwencji gleb sprawia, że odpowiednią metodą do szczegółowych badań pokrywy glebowej na omawianym terenie wydaje się być metoda kateny. Pojęcie kateny wywodzi się z gleboznawstwa, a jako pierwszy użył go w 1935 roku Milne (Ostaszewska 2002) do określenia typowego następstwa gleb, występujących na homogenicznym pod względem klimatu i budowy geologicznej stoku. Podobne koncepcje można spotkać także w późniejszej literaturze gleboznawczej (Połynow 1956, Opp 1983, 1985, Wieder et al. 1985: Kowalkowski, 2000 i in., Degórski 1990).

Procesami warunkującymi specyficzne następstwo typów gleb w obrębie kateny są procesy eluwialno-iluwialno-koluwalne, których intensywność zależy od warunków drenażu (Komisarek 2000), w tym przede wszystkim (Sołtyk 1995):

- dopływu i odpływu energii w przygruntowej warstwie atmosfery,
- dopływu i odpływu wody na powierzchni i wewnątrz gleby,
- dopływu i odpływu materii klastycznej.



**Ryc. 1.** Rozmieszczenie głównych typów gleb w rejonie Murzynowa

1 – rdzawe, 2 – płowe, 3 – brunatne wyługowane, 4 – brunatne typowe, 5 – czarne ziemie zdegradowane, 6 – czarne ziemie właściwe, 7 – linie przekrojów badawczych

**Fig. 1.** Location of the main types of soils around Murzynowo

1 – rusty soil, 2 – luvisols, 3 – endoeutric cambisols, 4 – eutric cambisols, 6 – degraded black earth, 6 – black earth, 7 – profile line

Powyższe czynniki wpływają na intensywność procesów wietrzenia oraz wynoszenie, transport i akumulację produktów wietrzenia wzdłuż stoków, a zdeterminowane ich wpływem procesy zanikają na płaskich wysoczyznach, spłaszczeniach stokowych i w dnach dolin.

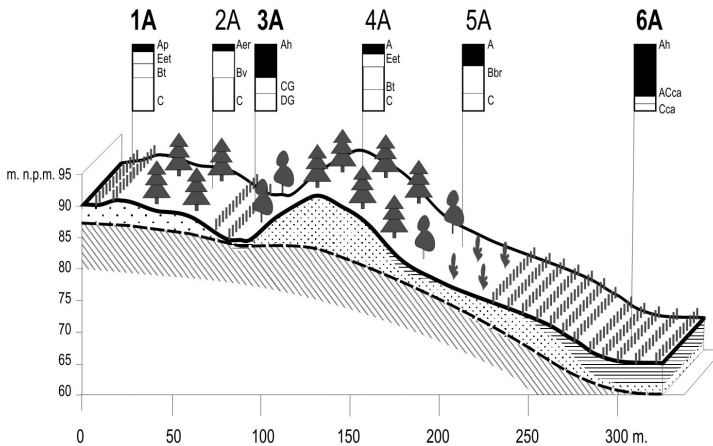
Należy zaznaczyć, że procesy katenalne nie ograniczają się tylko do transformacji pokrywy glebowej wzdłuż stoku, ale dotyczą całokształtu procesów funkcjonowania geosystemów i wielu rodzajów sprzężeń jednostek krajobrazowych (Ostaszewska 2002). Stąd w polskiej terminologii z zakresu ekologii krajobrazu pojawia się termin „kateny geoekologicznej” wykraczającej poza pedosferę i rozumianej jako prawidłowe następstwo ekotopów (facji) wzdłuż linii przekroju rzeźby (Richling 1992), w przypadku którego układ jednostek w katenie jest wyrazem jej funkcjonowania. W niniejszej pracy ten aspekt nie będzie jednak bezpośrednio poruszany.

## METODA BADAŃ I OPIS STANOWISK BADAWCZYCH

Celem badań prowadzonych w latach 2000–2009, raz w roku, na przełomie maja i czerwca było określenie zróżnicowania fizycznochemicznych właściwości gleb, w zależności od ich położenia na stoku oraz wyznaczenia typowych dla badanego terenu toposekwencji gleb. Założono przy tym, że charakter procesów glebotwórczych jest uzależniony w przeważającym stopniu od intensywności procesów geodynamicznych i hydrologicznych – erozji, spęływania, spływu powierzchniowego i podpowierzchniowego i in.

Badania obejmowały 3 transekty przecinające stok wysoczyzny (A, B, C – rys. 1):

- Transekt A ma długość około 300 m i deniwelację 26 m (Ryc. 2). Górną i środkową jego część zajmują lasy iglaste (gospodarcze), półnaturalne lasy mieszane na siedlisku boru świeżego i boru mieszanego świeżego; jedynie w niewielkiej dolince występuje las liściasty na siedlisku olsu i lasu wilgotnego. Dolna część transektu zajęta jest przez naprzemiennie występujące pola



rzeźba:	równina f.	zb.	rów.	wzgórze	zbocze łagodne		równ.	
położenie:	autonom.	tr.	pod.	tranzytowy			pod.	
utwory pow.:	pl	plz	pgl	plz	pgm	psp		
typ gleby:	AP	AR	D	AP	Dz	B	D	
wody podz.:	naglinowe /wierzchówkowe							
siedlisko:	Bśw		OI	Lw	Bśw	BMśw	LMśw	
użytkowanie:	pol.	las iglasty	nieu.	I.liś	las igl.	I.miesz.	nieu.	pole orne/łąka

Ryc. 2. Struktura krajobrazu na transekcie A

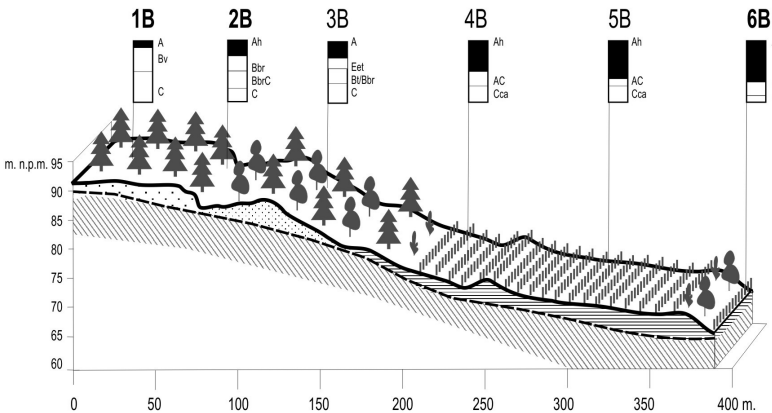
Fig. 2. Structure of environment within catena A

**Tabela 1.** Wybrane właściwości gleb transektu A (średnie z lat 2002–2009)  
**Table 1.** Selected properties of soils – catena A (the average of the years 2002–2009)

Nr	utw. pow.	symb. poz.	głębok. poziom.	Zawartość frakcji ilowej (%)	pH (KCl)	Gęstość objrzczej (g/cm <sup>3</sup> )	Porowat. Ogólna	Porowat. Kapił.	Corg	CaCO <sub>3</sub>	Hh	Th	S	Vs
							Porowat. (%)							
1A	pl/gl	Ap	0–14	8	4,6	1,6	38,5	7,6	0,98	0	2,86	6,11	3,25	53,2
		Eet	13–35	12	4,9	1,7	34,6	17,4	nb	0	3,41	5,3	1,89	35,7
		Bt	35–75	18	5,9	1,7	36,2	23,8	nb	0	1,87	7,05	5,18	73,5
		C	>75	2	5,8	1,7	36,6	23,2	nb	0	1,76	7,45	5,69	76,4
3A	plz/gl	Ah	0–85	2	5,2	1,5	43,2	14,4	2,14	0	2,55	9,77	7,22	73,9
		CG	85–115	3	6,1	1,5	41,6	30,7	nb	0	1,32	10,05	8,73	86,9
		DG	>115	17	5,5	1,6	44,2	33,2	nb	0	2,01	18,62	16,61	89,2
6A	psp/gl	Ah	0–120	9	6,4	1,5	38,7	16,5	nb	2,12	0,89	2,37	1,48	62,4
		ACca	120–140	4	6,7	1,5	39,9	15,7	nb	3,43	0,72	4,34	3,62	83,4
		Cca	>140	7	7,2	1,5	45,2	34,8	nb	5,67	0,81	10,66	9,85	92,4

uprawne i łąki na siedlisku lasu mieszanego świeżego i lasu świeżego (grądy właściwe, kompleks żytni bardzo dobry). Charakterystyczne dla tego terenu są wody naglinowe, których zwierciadło zalega na zmiennej głębokości 2–7 m p.p.t. oraz sporadycznie występujące wierzchówkowe (ok. 1,5 m p.p.t.)

- Transekt B ma około 400 metrów długości i deniwelację przekraczającą 35 m (Ryc. 3). Podobnie jak w poprzednim górna i środkową jego część zajmują gospodarcze lasy iglaste i półnaturalne lasy mieszane na siedlisku boru świeżego i boru mieszanego świeżego, zaś dolna zajęta jest przez mozaikowo występujące pola uprawne i łąki (kompleks żytni bardzo dobry, grądy właściwe). Charakterystyczne dla tego terenu są wody naglinowe, zalegające pod pokrywą piasków fluwioglacjalnych i deluwiiów, których zwierciadło zalega na zmiennej głębokości 2–8 m p.p.t. a także wierzchówkowe (1–2 m p.p.t.)
- Transekt C, ma deniwelację ok. 30 m i blisko 500 m długości (ryc. 4). W całości zajęty jest przez pola uprawne, łąki, sady i nieużytki na siedliskach boru świeżego (kompleks żytni dobry, grąd zubożały), boru mieszanego świeżego



rzeźba:	równina	dolina	zbcze str.	zbcze łag. pag.	równina
położenie:	autonom.	tranz/podp.	tranzytowe		podporządkowane
utwory pow.:	pl	pgm	pglp		
typ gleby:	AR	B	AP	Dz	G
wody podz.:	naglinowe /wierzchówkowe		naglinowe		
siedlisko:	Bśw	BMśw		LMśw	Lł
użytkowanie:	las iglasty	las mieszany		pole orne/łąka	
					n.

Ryc. 3. Struktura krajobrazu na transekcie B

Fig. 3. Structure of environment within catena B

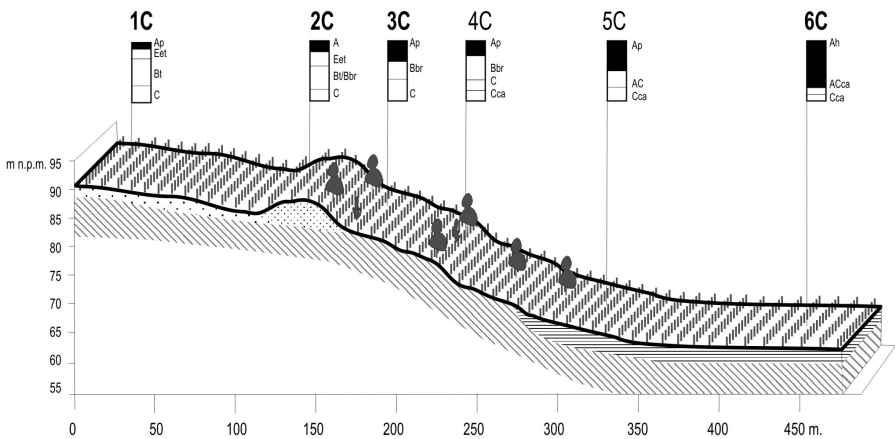
**Tabela 2.** Wybrane właściwości gleb transektu B (średnie z lat 2002–2009)  
**Table 2.** Selected properties of soils – catena B (the average of the years 2002–2009)

Nr	rodz. gl.	symb. poz.	głębok. poziom.	zawartość frakcji ilowej (%)	pH (KCl)	Gęstość obj. rzecz (g/cm <sup>3</sup> )	Porowat.		Corg	CaCO <sub>3</sub>	Hh	Th	S	Vs
							Ogólna	Kapil.						
(%)														
1B	pl/gs	A	0–12	2	4	1,7	39,4	8,7	0,45	0	2,57	3,68	1,11	30,2
		Bv	12–68	1	3,6	1,7	37,8	7,4	nb	0	2,18	2,47	0,29	11,7
		C	>68	3	4,5	1,6	37,7	6,5	nb	0	1,98	2,44	0,46	18,9
2B	pgm/gs	Ah	0–32	13	3,7	1,6	39,8	26,9	0,51	0	3,34	8,5	5,16	60,7
		Bbr	32–75	34	4,9	1,6	40,6	27,4	nb	0	1,72	15,83	14,11	89,1
		BbrC	75–117	30	5,8	1,6	41,2	29,7	nb	1,27	1,78	14,94	13,16	88,1
		C	>117	65	6,4	1,6	44,7	37,3	nb	2,88	0,96	26,88	25,92	96,4
6B	pulp/gl	Ah	0–110	18	6,3	1,5	43,6	14,4	2,17	0	2,68	9,84	7,16	72,8
		CG	110–134	23	5,8	1,6	41,3	30,5	nb	0	1,23	9,78	8,55	87,4
		G	>134	6	5,6	1,5	44,6	33,7	nb	0	2,19	19,08	16,89	88,5

(kompleks żytni słaby i bardzo słaby, grąd zubożały), a w dolnej części lasu mieszanego świeżego i świeżego (kompleks żytni bardzo dobry, grądy właściwy). Zwierciadło wód podziemnych jest tu nieciągłe – w dolnej i górnej części transektu występują wody naglinowe pod pokrywą piasków i deluwiiów o głębokości 2–4 m p.p.t., zaś w środkowej wody śródglinowe o zróżnicowanej głębokości 3–8 m p.p.t.; obecne są także wody wierzchówkowe ok. 1,5 m p.p.t.

Wszystkie transekty charakteryzują się zbliżonym układem typów gleb. W obrębie wysoczyzny obejmują gleby płowe, rdzawe lub brunatne wyługowane, na odcinku stokowym gleby brunatne typowe, zaś w dnach dolin i u podnóża stoków czarne ziemie właściwe i zdegradowane.

Górną część transektów, zajmującą położenie autonomiczne charakteryzują niewielkie deniwelacje dochodzące do 2 m. W części tranzytowej katen, wraz ze zmniejszaniem się wysokości n.p.m. maleje również nachylenie zboczy. W górnych i środkowych odcinkach stoku nachylenie przekracza 10 %, natomiast dolne odcinki są łagodnie nachylone (poniżej 5 %). Podstokowe części transektów, zajmujące położenie podporządkowane mają ponownie charakter równiny.



rzeźba:	równina	pagórek	zbcze strome	zbcze łag.	równina
położenie:	autonomiczne		tranzytowe		podporządkowane
utwory pow.:	ps	pgl	gl	gs	pglp
typ gleby:	AP	Bw	B	Dz	D
wody podz.:	naglinowe /wierzchówkowe		śródglinowe	naglinowe	
siedlisko:	Bśw	BMśw	LMśw	Lśw	
użytkowanie:	pole orne	nieużytki	sad	pole orne	łąki

Ryc. 4. Struktura krajobrazu na transekcje C

Fig. 4. Structure of environment within catena C



**Tabela 3.** Wybrane właściwości gleb transektu C (średnie z lat 2002–2009)  
**Table 3.** Selected properties of soils – catena C (the average of the years 2002–2009)

Nr	rodz. gl.	symb. poz.	głębok. poziom.	zawartość frakcji ilowej (%)	pH (KCl)	Gęstość obj., rzezc (g/cm <sup>3</sup> )	Porowat. Ogólna	Porowat. Kapil.	Corg	CaCO <sub>3</sub>	Hh	Th	S	Vs
							(%)							
1C	ps/gl	Ap	0–21	1	3,6	1,5	38,8	7,7	0,78	0	4,28	4,59	0,31	6,8
		Eet	21–46	1	3,4	1,6	37,2	7,8	nb	0	2,04	2,41	0,37	15,4
		Bt	46–112	2	3,9	1,7	38,3	35,3	nb	0	1,15	3,05	1,9	62,3
		C	>112	3	5,5	1,7	33,2	4,6	nb	0	0,98	2,6	1,62	62,3
2C	pgl/gl	Ap	0–28	1	4,6	1,5	39,6	10,2	0,83	0	3,27	5,26	1,99	37,8
		Et	28–65	7	4,8	1,8	32,9	16,5	nb	0	2,67	3,31	0,64	19,3
		BtBbr	65–128	12	5,8	1,7	36,5	23,8	nb	0	2,64	7,81	5,17	66,2
		C	>128	42	6,6	1,5	42,7	30,4	nb	1,28	1,23	20,62	19,39	94
3C	gl/gs	Ap	0–48	15	6,3	1,6	37,8	26,6	1,6	0	1,76	13,92	12,16	87,4
		Bbr	48–92	34	6,7	1,6	39,8	27,4	nb	0	1,52	14,89	13,37	89,8
		C	>92	45	7,2	1,6	40,4	28,9	nb	3,64	0,87	22,01	21,14	96
6C	pglp/gl	Ah	0–122	12	6,9	1,5	39,7	20,4	2,5	3,22	1,24	11,68	10,44	89,4
		ACca	122–136	15	6,6	1,5	40,2	25,7	nb	2,41	0,85	7,7	6,85	89
		Ca	>136	43	6,6	1,6	45,6	32,8	nb	5,14	0,86	16,03	15,17	94,6

W każdym z transektów wyznaczono 6 stanowisk badawczych w obrębie których, corocznie, na przełomie maja i czerwca dokumentowano morfologię profilu glebowego i identyfikowano podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne związane z substratem mineralnym i materią organiczną gleby, takie jak:

- skład granulometryczny (metodą sitową i areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego)<sup>1</sup>,
- gęstość objętościowa rzeczywista,
- zawartość węgla wapnia (% CaCO<sub>3</sub>) metodą objętościową Scheiblera,
- kwasowość wymienna metodą potencjometryczną w zawiesinie 1 M KCl i w H<sub>2</sub>O,
- kwasowość hydrolityczna (Hh – cmol(+).kg<sup>-1</sup> gleby) metodą Kappena,
- suma kationów zasadowych (Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> – cmol(+).kg<sup>-1</sup> gleby) metodą Kappena,
- węgiel organiczny (%C) metodą Tiurina,
- pojemność sorpcyjna (Th – cmol(+).kg<sup>-1</sup> gleby),
- stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego (Vs – %).

Uzyskana próba danych została zweryfikowana testem t-Studenta na poziomie istotności  $\mu = 0,05$ . Do analiz statystycznych zastosowano pakiet Statistica v. 7.1. W niniejszym tekście pominięto szczegółowy opis stosowanych metod statystycznych, można je bowiem znaleźć w dokumentacji oprogramowania.

## WYNIKI BADAŃ

### Gleby w położeniu autonomicznym

Na obszarze równinnej wysoczyzny, pod roślinnością iglastą, miejscami wtórnie przekształconej przez rolnicze użytkowanie terenu, gdzie w podłożu dominują piaszczyste utwory fluwioglacjalne – piaski luźne, słabogliniaste i gliniaste lekkie, wykształciły się gleby rdzawe (1B, 2A), płowe (1A, 4A, 1C) oraz brunatne wylugowane (2C). Z punktu widzenia migracji materii dominującym procesem jest tu dostawa atmosferyczna, brak bocznego dopływu i pionowy przepływ w strefie aeracji. Warunki te sprzyjają rozwojowi gleb cechujących się procesami wymywania i powstawaniem poziomów eluwalnych, a ich fizyczno-chemiczne właściwości nie stwarzają istotnej bariery w procesie migracji substancji w krajobrazie.

Analiza właściwości fizyczno-chemicznych badanych gleb (tab. 1,2,3) wskazuje, że w położeniu autonomicznym o charakterze procesu glebotwórczego

<sup>1</sup> Ze względu na to, że w artykule przedstawiono badania z lat 2002–2009 zastosowano podział frakcji i grup granulometrycznych PTG obowiązujący do 2008 roku.

decyduje przede wszystkim typ podłoża. Bardzo duża przepuszczalność utworów sprawia, że utrzymuje się pionowy ruch substancji w strefie aeracji i jej wynoszenie drogą odpływu podziemnego. Cechą charakterystyczną budowy profilu gleb wysoczyznowych jest występowanie poziomów eluwalnego oraz iluwalnego, które świadczą o procesie wymywania. Mimo, że gleby badanego obszaru wykształcone są generalnie w utworach luźnych, to często głębsze poziomy charakteryzują się większym zagęszczeniem i gorszymi warunkami drenażu. Dlatego często w poziomach iluwalnych rozwijają się procesy oksydacyjno-redukcyjne, powodujące odgórne oglejenie. W analizowanych glebach zagęszczenie głębszych poziomów zaznacza się generalnie na głębokości 40–70 cm.

W przypadku transektów A i B charakter pokrycia terenu (gospodarcze lasy sosnowe lub półnaturalne, mieszane), uwarunkowany m.in. małą żyznością siedliska, sprawia, że gleby są intensywnie zakwaszane m.in. produktami rozkładu ściółki. Natomiast pokrycie roślinne transektu C ma charakter zbiorowisk zastępczych – głównie uprawnych, w mniejszym stopniu łąkowych. Występuje, więc tutaj antropogeniczne przekształcenie naturalnych cech pokrywy glebowej poddanej, ze względu na małą żyzność i zasobność, zabiegom agrotechnicznym i agrochemicznym. Skutkiem tego następuje osłabienie związków pomiędzy pokrywą glebową i jej właściwościami, a pozostałymi abiotycznymi i biotycznymi elementami krajobrazu.

### **Gleby stokowe w położeniu tranzytowym**

Stoki stanowią strefy transportu substancji wyniesionych z wyżej położonych obszarów autonomicznych do podporządkowanych. Ich nachylenie na badanym obszarze jest zmienne. Deniwelacje sięgają ponad 40 m przy czym dolne partie stoków są łagodnie nachylone (spadki poniżej 5 %), zaś w górnych partiach stoków nachylenie wzrasta do ponad 15 %. Większość charakteryzuje się ekspozycją: południową lub południowo-zachodnią. Na tych skałach macierzystych wykształciły się gleby brunatne typowe (2B, 3C, 4C). Niewielkie powierzchnie zajmują gleby brunatne odgórnie bielcowane, które mają także cechy gleb erodowanych.

Stokowe części transektów budują głównie piaski gliniaste, spod których w odcinkach o największym nasileniu procesów erozji wyłania się gliniaste podłoża (transekt C). Podstawowym procesem decydującym o funkcjonowaniu tych terenów jest spływ powierzchniowy i ruchy masowe. Wpływa to na nasilenie procesów erozyjnych powodujących zubożenie powierzchniowych warstw gleby w substancję organiczną. Stoki modelowane są przez erozję wodną, przy czym szczególnie zaznacza się splukiwanie bruzdowe oraz

powierzchniowe. Na badanym obszarze występują m.in. wąwozy erozyjne (do 1 m głębokości).

Gleby stokowe charakteryzują się większą zawartością frakcji ilastej w porównaniu z glebami wysoczyzny, dodatkowo znacznie płycej zalegają warstwy osadów o mniejszej przepuszczalności. Już na głębokości 20–30 cm występują utwory gliniaste. Poziomy trudno przepuszczalne niekiedy wykazują cechy odgórnego oglejenia. Odczyn tych gleb jest bardziej zróżnicowany niż w przypadku gleb wysoczyzny. Silniej też zaznacza się wpływ użytkowania na właściwości gleb. Szczególnie dobrze jest to widoczne na przykładzie gleby brunatnej odgórnie zbielicowanej, w której rozwój procesu bielicowania oraz wzrost zakwaszenia wiąże się z wprowadzeniem na żyzne siedlisko monokultury sosny (transekt B). Gleby pod lasami iglastymi mają odczyn kwaśny, z tendencją do zmniejszania zakwaszenia wraz z głębokością profilu, natomiast gleby użytkowane rolniczo mają najczęściej odczyn obojętny.

### **Gleby w położeniu podporządkowanym**

Równiny podstokowe z zalegająca na glinie miąższą, przekraczającą niekiedy 2 m pokrywą mineralno organicznych deluwiów o składzie granulometrycznym piasków gliniastych i słabo gliniastych oraz pyłów są miejscem gdzie wykształciły się czarne ziemie właściwe i zdegradowane (6A, 5B, 6B, 5C, 6C).

Właściwości gleb obszarów podporządkowanych zależą od dwóch głównych czynników: jakości i wielkości strumienia materii docierającego z terenów wyniesionych oraz płytko zalegających wód gruntowych. Skład granulometryczny utworów powierzchniowych zależy od charakteru utworów budujących wyżej położone części transektów. Poniżej terenów zbudowanych z utworów piaszczystych deluwia mają charakter piasków gliniastych i piasków słabogliniastych, zaś poniżej glin tworzą się deluwia o składzie piasków gliniastych i glin lekkich. Ze względu na płytkie występowanie pierwszego horyzontu wód podziemnych dolne poziomy glebowe ulegają podtopieniu i noszą cechy oddolnego oglejenia (3A, 6B).

Reasumując można stwierdzić, że w przypadku badanych transektów istnieje istotne zróżnicowanie przebiegu procesów migracji materii, a w konsekwencji procesów glebotwórczych. W górnej części transektów dominującym procesem jest dostawa atmosferyczna substancji, przemywanie (połączone z częściowym ługowaniem) profilu glebowego i pionowy ruch w podglebiu. W części środkowej przeważa transport (spływ) powierzchniowy i podpowierzchniowy skutkujący zubożeniem poziomów próchnicznych i ograniczonym przenikaniem substancji w głąb profili glebowych. Wreszcie w dolnej,

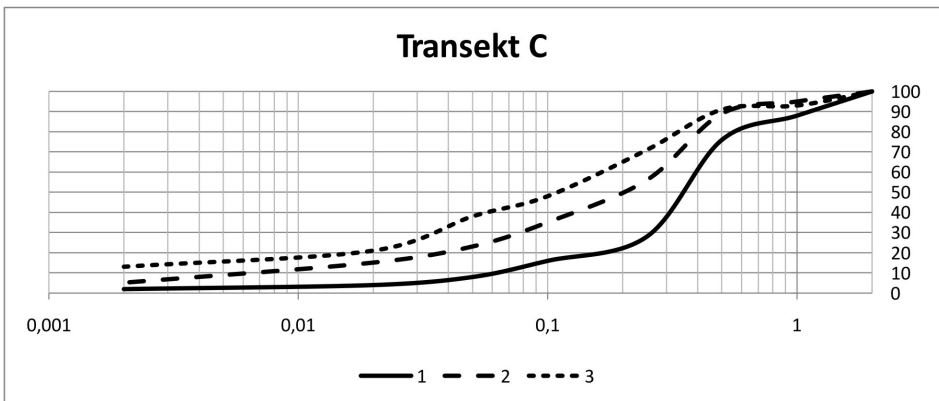
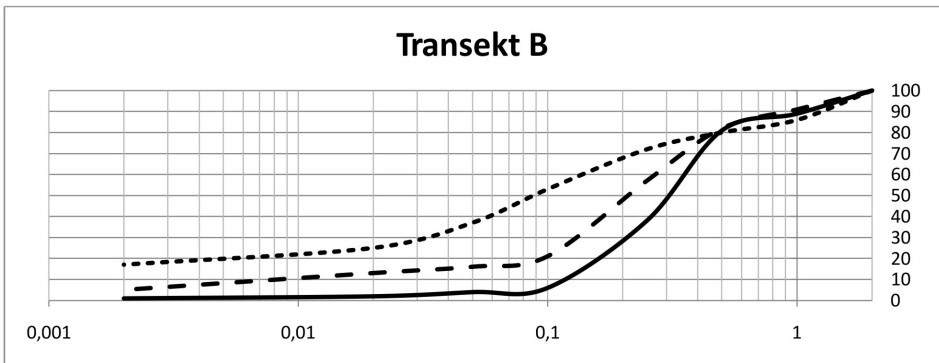
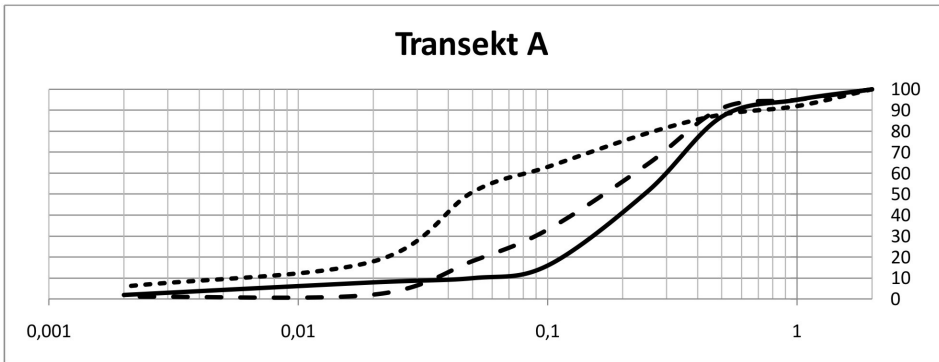
podstokowej części katen dominuje intensywny boczny dopływ substancji (mineralnych i organicznych) i jej akumulacja. Konsekwencją tych procesów jest zróżnicowanie właściwości gleb, zwłaszcza gęstości objętościowej, kwasowości, zawartości substancji organicznej i pojemności sorpcyjnej, a także składu granulometrycznego. Analiza tej ostatniej cechy wskazuje, że materiał mineralny zmywany wskutek erozji powierzchniowej na badanych transektach, charakteryzował się bardziej drobnziarnistym składem granulometrycznym (zwłaszcza w zakresie frakcji pyłowych i piasku drobnego) i większym stopniem wysortowania, w stosunku do materiału tworzącego pokrywę glebową w górnej jego części (Ryc. 5).

Siłę i kierunek tych związków przedstawiają zamieszczone w tabeli 4 współczynniki korelacji. Jak wynika z przedstawionego w tabeli zestawienia niemal wszystkie stwierdzone związki są istotne statystycznie i mają charakter zależności odwrotnie proporcjonalnych. Trzeba jednak zaznaczyć, że na tym etapie zaawansowania badań trudno precyzyjnie (ilościowo) określić w jakim stopniu zmiany te są uwarunkowane położeniem gleb w obrębie katen, a w jakim oddziaływaniem innych czynników glebotwórczych (głównie skały macierzystej i substancji organicznej). Wydaje się jednak, że stanowią one dobry punkt wyjścia do dalszych, pogłębionych badań w tym zakresie, opartych na ilościowych analizach makro i mikroelementów w poszczególnych poziomach genetycznych gleb badanych transektów.

**Tabela 4.** Współczynniki korelacji opisujące zależności między wysokością względną, a wybranymi właściwościami fizyczno chemicznymi gleb.

**Table 4.** Correlation coefficients describing the relationship between the relative height of land, and selected physical and chemical properties of soils.

Cecha gleby	Transekt A (n=162)	Transekt B (n=171)	Transekt C (n=189)
frakcja ilowa	-0,465	-0,459	-0,614
substancja organiczna	-0,957	-0,926	-0,916
kwasowość (pH w KCl)	-0,877	-0,717	-0,792
pojemność sorpcyjna	-0,885	-0,548	-0,460
suma kationów	-0,614	-0,573	-0,640
gęstość objętościowa	0,856	0,861	0,483
pojemność kapilarna	-0,236	-0,748	-0,539
wysycenie kompl. sorpcyjnego	-0,714	-0,795	-0,759



**Ryc. 5.** Zmiany uziarnienia gleb w zależności od położenia na stoku  
1 – górna część stoku, 2 – środkowa część stoku, 3 – podnóże stoku

**Fig. 5.** Changes in soil granulometric composition depending on the location within the slope

1 – upper part of the slope, 2 – middle part of the slope, 3 – foot of the slope

## WNIOSKI

Analiza materiałów zebranych w trakcie badań skłania do sformułowania następujących wniosków:

1. Istnieje wyraźna zmienność właściwości fizycznochemicznych gleb w zależności od ich położenia w obrębie stoku; związki poszczególnych, badanych cech gleby z wysokością bezwzględną terenu mają charakter relacji odwrotnie proporcjonalnych;
2. W badanych katenach glebowych potwierdzono występowanie następującej sekwencji gleb: gleby rdzawe, płowe (położenie autonomiczne) – gleby brunatne typowe i wyługowane z cechami erodowania (położenie tranzytowe) – czarne ziemie deluwialne (położenie podporządkowane);
3. Podstawowe znaczenie dla horyzontalnego różnicowania struktury gleb i procesów glebotwórczych mają procesy erozji, niszczące warstwę powierzchniową gleb w stokowej części kateny i przemieszczanie w dół stoku frakcji ilowej i substancji próchnicznych, kształtujących właściwości gleb deluwialnych.

## Literatura

- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojska U., Prusinkiewicz Z., 2004, *Badania ekologiczno – gleboznawcze*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Ceglińska K., 2007, *Zmiany cech pokrywy glebowej okolic Murzynowa*, Praca magisterska WGiSR UW, Warszawa
- Degórski M., 1990, *Warunki siedliskowe kateny ekosystemów leśnych na Wysoczyźnie Rawskiej (ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki wodno-troficznych właściwości gleb)*, Wydawnictwo PAN, Wrocław – Warszawa – Kraków
- Koćmit A., 1998, Charakterystyka zmian w morfologii i właściwościach gleb uprawnych spowodowanych erozją wodną na obszarach młodoglacjalnych Pomorza, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, nr 460, PAN, Warszawa
- Komisarek J., 2000, *Kształtowanie się właściwości gleb płowych i czarnych ziem oraz chemizmu wód gruntowych w katenie falistej moreny dennej*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań
- Malinowska E., 1995, Ocena zagrożenia gleb metalami ciężkimi w strefie oddziaływania Płockiego Zespołu Miejsko-Przemysłowego, *Przegląd Geofizyczny*, nr 1.
- Malinowska E., 2005, Zastosowanie parametrów pokrywy glebowej do opisów procesów funkcjonowania krajobrazu, [w:] *Z problematyki funkcjonowania krajobrazów nizinnych*, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa
- Marcinek J., Kaźmierowski C., Komisarek J., 1998, Rozmieszczenie gleb i zróżnicowanie ich właściwości w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, nr 460, PAN, Warszawa

- Osińska A., 2003, *Analiza funkcjonowania krajobrazu na przykładzie okolic Murzynowa*, Praca magisterska WGiSR UW, Warszawa
- Ostaszewska K., 2002, *Geografia krajobrazu*, PWN, Warszawa
- Porowska E., 1981, *Gleby okolic Mazowieckiego Obserwatorium Geograficznego w Murzynowie*, Praca magisterska WGiSR UW, Warszawa
- Richling A., 1992, *Geografia fizyczna kompleksowa*, PWN, Warszawa
- Sołtyk K. 1995. *Typy katen krajobrazowych okolic Sandomierza*. Praca magisterska WGiSR UW, Warszawa