

Roman Rybicki

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
e-mail: roman.rybicki@up.lublin.pl

ZRÓŻNICOWANIE POKRYWY GLEBOWEJ TERENÓW ERODOWANYCH NA PRZYKŁADZIE ZLEWNI RZEKI OPATÓWKI

**The differentiation of soil cover of eroded terrains on the example
of Opatówka river basin**

Abstract: The study aimed at evaluating the changes occurred in loess soils of Opatówka river catchment (Sandomierska Upland) due to surface water erosion and long-term agricultural performance. The survey was conducted in two micro-catchments on three cross-section transects. Soil pits and bores were made, and soil samples to laboratory examinations were collected to determine the soil type, soil texture, and general soil features.

The survey confirmed occurring erosion processes. It was found that lessive soils eroded in part were present in majority of top sections and over 15% inclined slopes. They were characterized by a shortened soil profile of Ap - Bt - CCa conformation. Slopes cultivated along the hillsides of over 15% inclination (S, W, and SW exposure) and domed tops are strongly threatened by erosion, which results in para-rendzinas of ApCa - CCa conformation. These soils contained elevated quantities of dust fraction in relation to loam. Also greater thickness of plough-humus level of soils from the slope bottoms (including valley bottoms) as compared to those from higher levels, was recorded. They were deluvial soils characterized in general by very poor permeability. The survey revealed differences in organic matter contents at various land sculpture elements. The largest amounts of humus were found in tops and at the slope bottoms. The study also indicated that lessive soils dominating in the soils of examined area, were very vulnerable to water erosion at lack of protective means (mainly an appropriate anti-erosion agrotechnics).

Słowa kluczowe: erozja, pokrywa glebowa, less

Key words: erosion, soil cover, loess

WSTĘP

Regionalna ocena zagrożenia erozją wodną wskazuje, że obszar Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej jest rejonem umiarkowanie degradowanym przez erozję wodną (Józefaciuk, Józefaciuk 1995), jednak 23% tego obszaru zagrożone jest erozją średnią i silną. Na terenie województwa świętokrzyskiego są to powiaty: Kazimierza Wielka, Ostrowiec Świętokrzyski, Starachowice, Opatów i Sandomierz. Reprezentatywną dla tego regionu, rolniczą zlewnią wyżynną, jest silnie erodowana zlewnia rzeki Opatówki, położona w granicach powiatów sandomierskiego i opatowskiego. Krajobraz dorzecza Opatówki (największej rzeki na Wyżynie Sandomierskiej) charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą, mimo że około 70% ogólnej powierzchni ma łagodne spadki (do 5%) i generalnie stanowi powierzchnię wierzcholinową. Stoki o spadkach przekraczających 15% zajmują tu około 6% powierzchni, wysokości bezwzględne wynoszą 200-280 m n.p.m. w części zachodniej i 170-180 m n.p.m. w części wschodniej, natomiast deniwelacje wynoszą około 100 m. Dolina głównego cieku jest wcięta w otaczający teren na głębokość 20-50 m (wysokość zboczy doliny). Najbardziej urozmaiconą morfologię ma środkowa i dolna części zlewni. Skoncentrowane są tu strome stoki o spadkach przekraczających 15%, a intensywność urzeźbienia potęgują systemy rozcięć erozyjnych (wąwozów), o łącznej długości około 200 km, dochodzących często do wododziałów. Przy ogólnej powierzchni dorzecza 281,5 km², gęstość sieci wąwozów wynosi 0,5-0,6 km km⁻².

W zlewni Opatówki przeważają gleby wytworzone z lessu, sporadycznie występują gleby wytworzone z piasku lub gliny. Powstałe przed około 4000 laty czarnoziemy, zalegające niemal na całej powierzchni zlewni (Strzemski 1957), obecnie zajmują około 11% obszaru, a zasadniczą część zajmują gleby płowe w różnym stopniu zdegradowane (Mazur 1963). Lessy wprawdzie charakteryzują się dobrymi właściwościami fizykochemicznymi, ale są bardzo podatne na erozję i dlatego wytworzone z nich gleby są narażone na silną degradację. Dominującym czynnikiem degradującym jest tu splukiwanie, zarówno rozproszone jak i żłobinowe. Nie bez znaczenia jest też erozja uprawowa. Procesy te prowadzą do redukcji profilu gleb użytkowanych rolniczo. Dlatego też erozję (w związku z urozmaiconą rzeźbą, znikomą lesistością oraz erozyjnymi cechami środowiska – głównie opadami), uznać należy za jeden z podstawowych, a nawet główny czynnik ewolucji gleb w zlewni Opatówki (Kern 1963, Mazur 1963, Czarnecki 1969, 1996). Różny wpływ procesów erozyjnych na występujące gleby, wykazują również badania przeprowadzone na Wyżynie Lubelskiej pod kierownictwem Turskiego (Turski i in. 1987, 1991). Dowodzą one, że charakterystyczną cechą gleb lessowych jest ich mozaikowate zróżnicowanie (w tym również zróżnicowanie właściwości). Na słabo nachylonych wierzcholinach stwierdzono występowanie zarówno gleb nie erodowanych jak i zerodowanych w róż-

nym stopniu. R. Turski i in. (1987, 1991) za typowe uznali również, że w warunkach klimatu umiarkowanego, zbocza o wystawie dosłonecznej (o ekspozycji S i W) intensywniej ulegają erozji niż zbocza odsłoneczne (o ekspozycji N i E), a stosunkowo jednolita pokrywa gleb deluwialnych występuje w dnach dolin (u podnóży stoków).

Celem badań była próba oceny zmian, jakie w wyniku erozji wodnej powierzchniowej oraz wieloletniego użytkowania rolniczego zaszły w lessowych glebach zlewni rzeki Opatówki.

MATERIAŁY I METODY

Badania zmian w pokrywie glebowej przeprowadzono w dwóch jednostkach hydrograficznych, wybranych jako reprezentatywne dla całego dorzecza Opatówki. Pierwsza, mikrozlewnia Gałkowice, to rozczłonkowana wąwozami dolina o zlewni 386,8 ha, wybrana jako reprezentatywna dla dolnej, bogato urzeźbionej części dorzecza. Druga, mikrozlewnia Karwów, to rozległa dolina zboczowa o zlewni 524,7 ha, wybrana jako charakterystyczna dla środkowej części dorzecza. Cechą tych mikrozlewni jest znaczne urzeźbienie. Stoki o średnich nachyleniach powyżej 15% zajmują w Gałkowicach 8,3% powierzchni zlewni, natomiast w Karwowie 8,1%. Według zaleceń agrotechnicznych dla terenów erodowanych, stoki takie (ze względu na zagrożenie erozją w stopniu silnym) należy wyłączyć z tradycyjnej uprawy płużnej (Józefaciuk 1982, Orlik 1998).

Szczegółowe badania terenowe prowadzono w trzech przekrojach niwelacyjno-glebowych: w przekroju nr 1, wykonanym w mikrozlewni Gałkowice (rys. 1), przecinającym zbocza o wystawie N, S, W i E, wierzchowinę oraz jedną z odnóg i fragment głównego wąwozu, w przekroju nr 2 (Gałkowice) przez zbocze o wystawie S i wąwóz (rys. 2) oraz w przekroju nr 3 w Karwowie (rys. 3), przecinającym zbocza o wystawie SW i NE, wierzchowinę i dno doliny. Podstawą niniejszej pracy były polowe badania gleboznawcze oraz analizy laboratoryjne, które obejmowały:

- szczegółowe pomiary geodezyjne analizowanych transektów,
- wykonanie odkrywek i wierceń glebowych, z których pobrano próbki do analiz,
- określenie typów i podtypów gleb na podstawie budowy i morfologii profili glebowych,
- oznaczenie składu granulometrycznego metodą areometryczną Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- oznaczenie podstawowych właściwości fizycznych, chemicznych i wodnych pobranych prób glebowych.

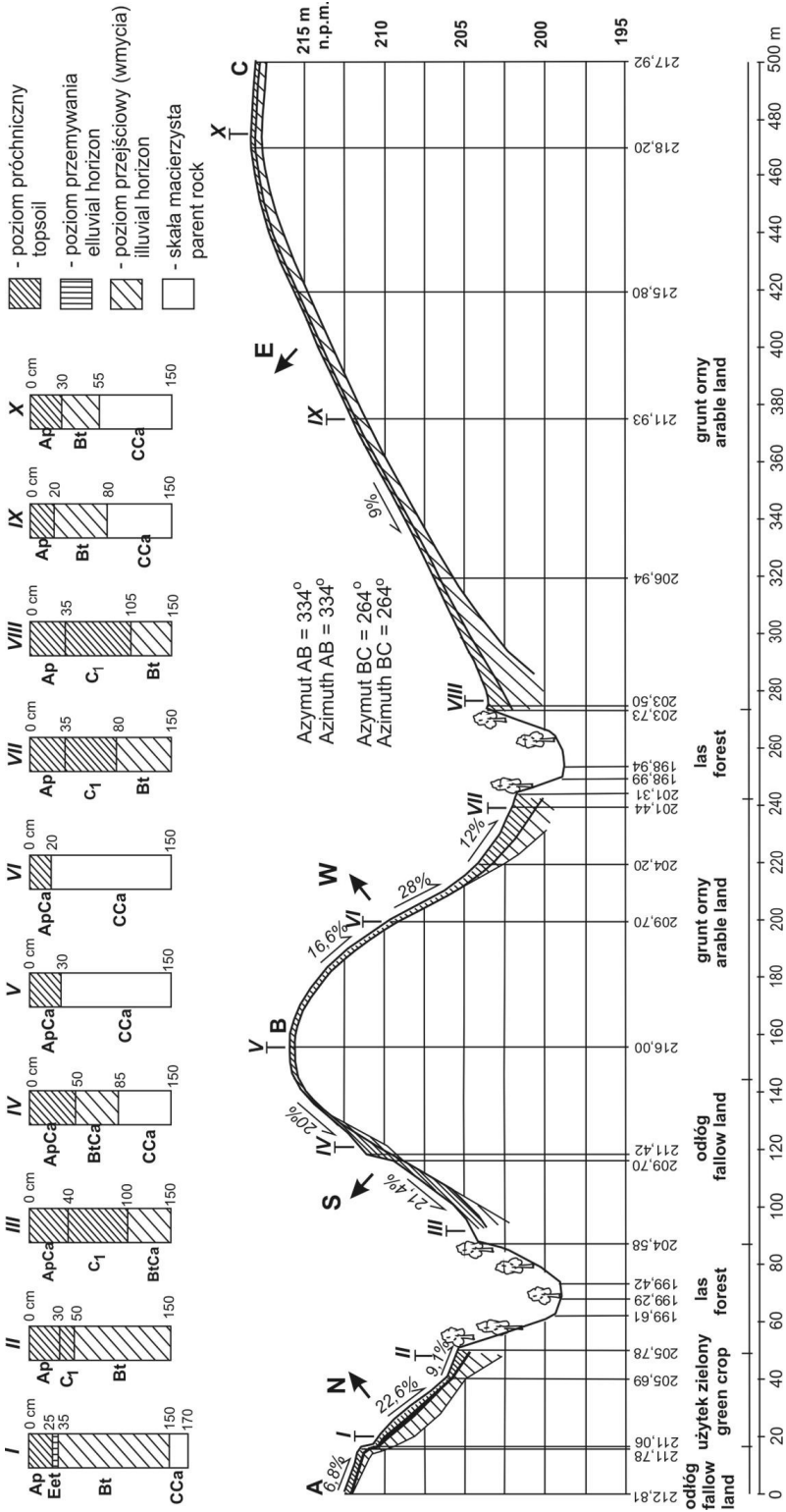
WYNIKI

Wykonane odkrywki glebowe wykazały, że najczęściej spotykany jest profil o układzie poziomów genetycznych: Ap-Bt-CCa. Charakterystycznym jest brak poziomu przemycania – Eet, który prawdopodobnie został objęty orką i znalazł się w poziomie Ap (odkrywki nr IX, X, XI, XIII, XVI, XVII – rys. 1-3). Zatem glebami występującymi w badanych przekrojach (obejmujących różne elementy rzeźby, w tym zbocza o zróżnicowanych spadkach, długościach, kształcie i wystawie) są w większości gleby płowe, z rzędu brunatnoziemnych, wytworzone z pyłu, jednak w wyniku zachodzących procesów erozyjnych w różnym stopniu zmienione.

W większości odkrywek na wierzchołkach i mniej stromych stokach uprawianych wzdłużstokowo, mimo podobnego układu poziomów genetycznych gleby, obserwowano przede wszystkim różne głębokości zalegania skały macierzystej, które wynosiły od 55 do 130 cm, a w drastycznych przypadkach, gdzie nachylenie terenu sięgało 24% – 37 cm (odkrywka nr XVI – rys. 3). Zależność stopnia zredukowania profilu od nachylenia stoku i występującej w związku z tym degradacji erozyjnej, była również widoczna w miąższości poziomu Bt. Redukcja miąższości poziomu wmycia jest w tym przypadku pochodną erozyjnej redukcji poziomu orno-próchnicznego, o miąższości zależnej głównie od głębokości pracy pługa – wynoszącej tu średnio około 25 cm (tab. 2). Stopniowa redukcja poziomu Ap sprawia, że orka sięga coraz głębszych poziomów gleby, co w efekcie oznacza redukcję poziomu Bt. Najmniej zredukowany poziom Bt zaobserwowano na zboczu o wystawie NE, gdzie w odkrywce nr XVII u podnóża skarpy (przekrój nr 3), jego miąższość wynosiła 105 cm. Jednak na tym samym zboczu, gdzie nachylenie wzrosło do 24% (odkrywka nr XVI) miąższość ta zmalała do około 12 cm (rys. 3). Wartości średnie 25–55 cm, obserwowano na zboczu o wystawie E (rys. 1) i S (rys. 2).

Redukcja profilu w górnych partiach stoku skutkuje jego nadbudową u podnóży stoku i w dnach dolin, gdzie powstaje gleba o charakterze deluwialnym. Miąższość takich poziomów orno-próchnicznych (Ap + C1), w przypadku lokalizacji odkrywek nad krawędziami wąwozów (rys. 1 i 2; tab. 2), wynosiła od 40 do 105 cm, natomiast miąższość tego poziomu w dnie doliny (rys. 3) wynosiła powyżej 150 cm. Zgromadzony materiał glebowy charakteryzował się z reguły zwiększoną zawartością części ilastych (tab. 1), w porównaniu do poziomu Ap w wyższych partiach stoków, przy czym najwyższe wartości występowały na głębokościach przekraczających 50 cm.

Przeprowadzone badania dowodzą, że w aspekcie degradacji erozyjnej gleb, w zlewni Opatówki istnieją też możliwości występowania przypadków całkowicie skrajnych. W wyniku prawidłowej agrotechniki, nawet przy dość znacznych spadkach terenu, erozja może być ograniczona w zasadzie do zera, natomiast w przypadku braku zabezpieczeń, może następować całkowite zniszczenie gleb.

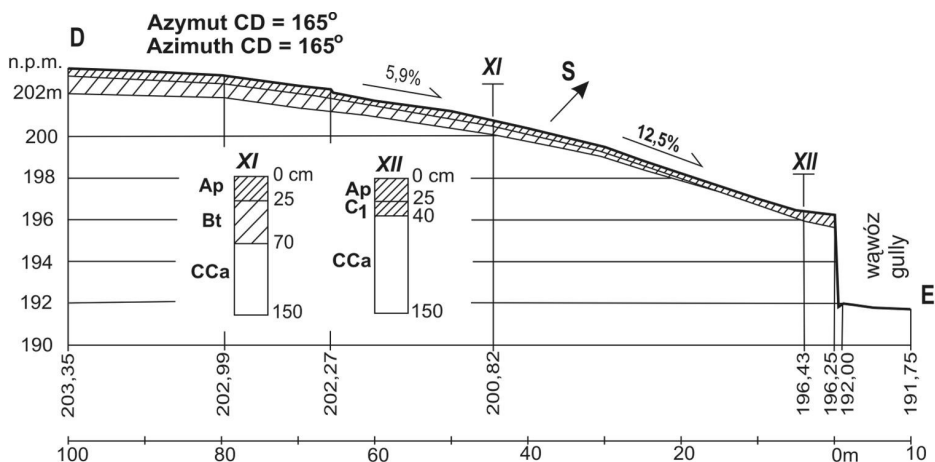


Rys. 1. Przekrój niwelacyjno-glebowy nr 1 w Galkowicach
Fig. 1. Cross-section transect No 1, Galkowice

Przykładem są tu zbocza o wystawach: W (odkrywka VI – rys. 1), S (odkrywka XII – rys. 2) i SW (odkrywka XIV – rys. 3), gdzie kierunek uprawy był wzdłużstokowy, a maksymalne nachylenia sięgały 28%. Stwierdzono, że na znacznej ich długości gleba pozbawiona była poziomu Eet oraz Bt. Odkrywki przedstawiały zatem profil pararendziny inicjalnej, charakteryzującej się zaleganiem płytkiego poziomu próchnicznego bezpośrednio na skale macierzystej. W przypadku zboczy W i SW węgiel wapnia występował już od samej powierzchni, co dowodzi, że poziom orno-próchniczny wytworzony jest ze skały lessowej (tab. 1). Poza stromymi zboczami, całkowite zniszczenie gleby, w wyniku erozji wodnej oraz wieloletniego rolniczego użytkowania, nastąpić może również na wierzchołkach kopulastych wzniesień. Zlokalizowana tak odkrywka nr V (rys. 1), mimo zerowego spadku, obrazuje całkowicie zdegradowaną glebę, gdzie inicjalny poziom ApCa powstał bezpośrednio na skale lessowej.

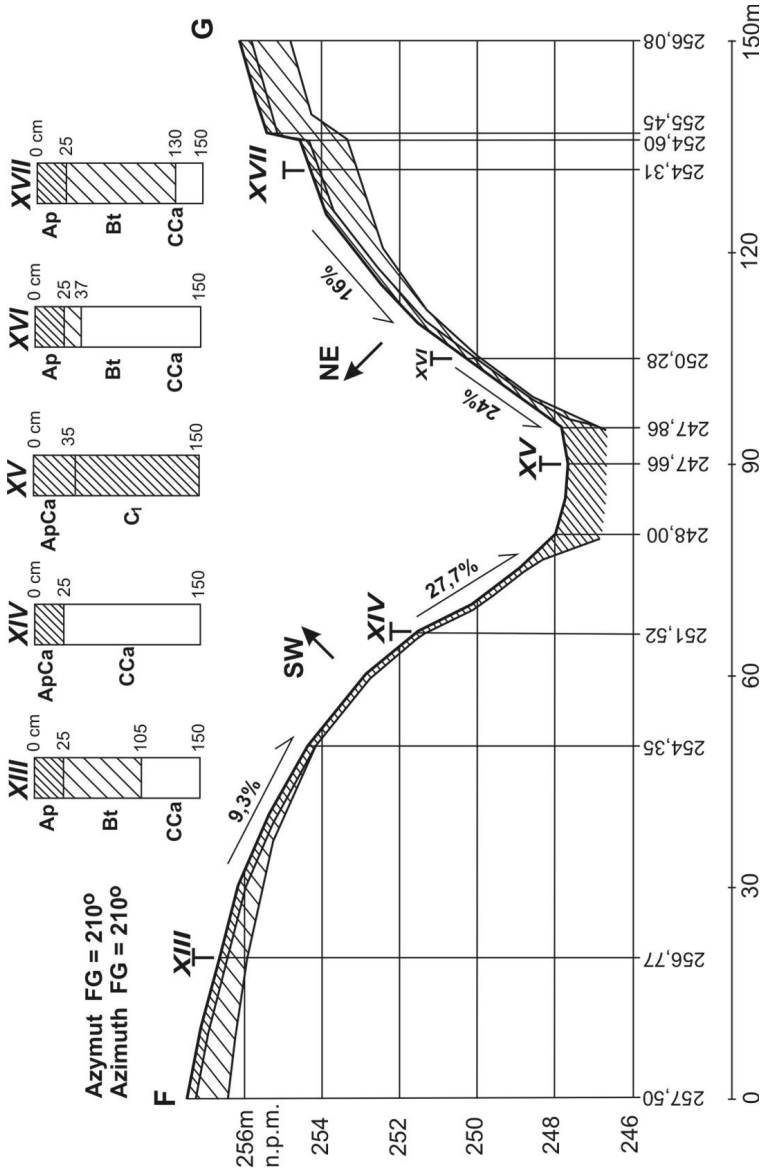
Przykładem istniejących możliwości ochrony gleb przed degradacją jest stok o wystawie N – odkrywka nr I (rys. 1). Mimo spadku około 22%, odkrywka przedstawia typowy profil gleby płowej słabo zerodowanej: Ap-Eet-Bt-Cca, gdzie skała macierzysta zalega na głębokości 150 cm. Decydujące znaczenie ochronne miało tu użytkowanie i brak erozji uprawowej. Glebę w tym miejscu okrywa trwały użytek zielony, przebieg działek rolnych jest poprzecznostokowy, a sam stok jest dodatkowo starsasowany. Dzięki takiemu układowi spływu wody nie powodują nadmiernego niszczenia gleby i spływania jej profilu.

Poza różnicami w budowie profili glebowych, występują również różnice we właściwościach samych gleb. Jedną z analizowanych cech jest stosunek zawartości frakcji pyłowej do ilu koloidalnego w poziomach orno-próchnicznych,



Rys. 2. Przekrój niwelacyjno-glebowy nr 2 w Gałkowicach (oznaczenia poziomów genetycznych jak na rys. 1)

Fig. 2. Cross-section transect No 2, Gałkowice (description of soil horizons like on fig. 1)



Rys. 3. Przekrój niwelacyjno-glebowy nr 3 w Karwowie (oznaczenia poziomów genetycznych jak na rys. 1)
Fig. 3. Cross-section transect No 3, Karwów (description of soil horizons like on fig. 1)

Tabela 1. Skład granulometryczny (wg PN-R04033) i wybrane właściwości fizyczne i chemiczne gleb w dorzeczu Opatówki**Table 1.** Texture (according to PN-R04033) and chosen physical and chemical soil properties in Opatówka basin

Nr przekroju; Number of cross-section transect	Nr odkrywki Number of soil pit	Głębokość pobrania próbek; Depth of sampling	Skład granulometryczny Soil texture %			Porowatość ogólna Total porosity %	Wsp. filtracji Soil permeability mm h ⁻¹	Próchnica Organic matter %	pH w In KCl pH in In KCl
			piasek; sand (2,0 – 0,05)	pył; silt (0,05 – 0,002)	il; clay (<0,002)				
1	I	10 – 15	16	71	13	43,7	0,0867	1,41	6,5
		70 – 75	17	71	12	41,3	0,0291	-	6,5
	II	25 – 30	15	73	12	38,2	-	1,44	6,6
		80 – 85	17	74	9	45,0	0,1541	0,41	6,1
	III	20 – 25	16	77	7	36,5	0,0093	1,22	7,3
		65 – 70	21	66	13	45,0	0,1044	0,39	7,0
	IV	20 – 25	17	71	2	40,1	0,0291	1,07	7,7
		55 – 60	17	71	2	46,2	0,2775	0,19	7,7
	V	15 – 20	17	76	7	52,8	0,3156	1,09	7,6
		60 – 65	21	78	1	43,2	0,1976	0,27	7,5
VI	10 – 15	16	82	2	46,3	0,0403	1,31	7,3	
	80 – 85	20	77	3	43,2	0,0828	1,29	7,6	
VII	25 – 30	22	70	8	37,6	0,0039	1,42	6,7	
	60 – 65	19	59	22	46,2	0,0579	0,64	6,1	
VIII	10 – 15	19	72	9	37,3	0,0036	1,57	5,9	
	55 – 60	18	72	10	43,8	0,0306	1,02	6,0	
IX	10 – 15	17	68	15	39,6	0,0090	1,75	6,3	
	55 – 60	19	71	10	41,6	0,0198	0,31	6,1	
X	15 – 20	25	68	7	45,5	0,0263	1,77	6,0	
	65 – 70	15	77	8	40,1	0,0540	-	7,6	
2	XI	10 – 15	18	70	12	37,5	-	1,45	5,2
		55 – 60	16	78	6	43,3	0,1008	0,13	6,5
XII	10 – 15	18	67	15	39,7	0,0075	1,63	6,9	
	50 – 55	19	65	16	41,8	0,0867	0,19	7,8	
3	XIII	10 – 15	17	73	10	48,9	0,2275	1,65	5,8
		75 – 80	16	71	13	44,7	0,1231	-	6,9
	XIV	15 – 20	20	71	9	37,3	0,2786	0,58	7,5
		50 – 55	18	72	10	37,5	0,1163	0,33	7,4
	XV	10 – 15	18	69	13	43,3	0,0644	0,77	7,5
80 – 85		18	67	15	36,3	0,0039	0,80	7,4	
XVI	15 – 20	17	71	12	50,5	0,2765	0,97	6,2	
	50 – 55	16	75	9	41,8	0,0579	-	7,8	
XVII	10 – 15	19	67	14	47,4	0,3060	1,11	6,3	
	50 – 55	18	71	11	41,9	0,0118	0,25	7,0	

wyznaczony na podstawie danych zawartych w tab. 1. Il koloidalny jest frakcją spławianą, ale powodującą też zlepianie cząstek glebowych i ograniczającą ich wymywanie (Zawadzki 1999, Stasik, Szafranski 2005). Z danych zestawionych w tabeli 2 wynika, że stosunek ten zmienia się wraz ze zmianą położenia odkrywki. Najmniejsze jego wartości, oprócz odkrywki nr I, obserwowano w partiach wierzchwinowych oraz na stokach o niewielkich spadkach (do 15%). Wynosiły one od 4,5 do 9,7, średnio 6,4. Wyraźnie wyższe wartości tego wskaźnika występują w odkrywkach na stromych stokach – osiągał on wartości od 7,3 do 41,0 (średnio 22,9). Wartości średnie obserwowano natomiast u podnóży stoków, gdzie przepływom wody towarzyszy zarówno częściowe wymywanie frakcji ilastej, jak i jej akumulacja w wyniku transportu z wyższych partii stoków.

Tabela 2. Miąższość poziomu Ap i C₁, stosunek frakcji pyłowej do ilowej, zawartość próchnicy oraz współczynnik filtracji w poziomie orno-próchnicznym w odkrywkach zlokalizowanych w różnych partiach terenu

Table 2. Thickness of Ap and C₁ horizons, clay to silt fraction ratio, organic matter content and soil permeability in upper soil layers at different terrain locations

Lokalizacja odkrywek <i>Soil pit location</i>	Miąższość poziomu Ap i C ₁ <i>Thickness of Ap and C₁ horizons (cm)</i>		Stosunek zawartości frakcji pyłowej do ilowej <i>Clay to silt ratio</i>		Zawartość próchnicy <i>Organic matter content (%)</i>		Współczynnik filtracji <i>Soil Permeability (mm h⁻¹)</i>	
	min	max	min	max	min	max	min	max
	średnia <i>average</i>		średnia <i>average</i>		średnia <i>average</i>		średnia <i>average</i>	
Wierzchowina i stoki o spadkach do 15% <i>Hilltop and slopes up to 15%</i>	25	30	4,53	9,71	1,11	1,77	0,009	0,3060
		26		6,43		1,57		0,1422
Stoki o spadkach powyżej 15% <i>Slopes over 15%</i>	20	50	7,30	41,00	0,58	1,31	0,0291	0,2786
		30		22,92		0,93		0,1558
Podnóże stoku i dno doliny <i>Footslope and valley bottom</i>	40	105 (>150)	5,30	11,00	0,77	1,63	-	0,0093
		75		7,82		1,34		0,005
Gleba nieerodowana (odkrywka I) <i>Soil noneroded (soil pit I)</i>	25		5,46		1,41		0,0867	
Kopulasty wierzchołek (odkrywka V) <i>Domed summit (soil pit V)</i>	30		10,85		1,09		0,3153	

Niestety, zwiększona zawartość frakcji ilastej w deluwialnych glebach u podnóży stoków, decyduje o bardzo niskich (w porównaniu z glebami w innych partiach terenu) wartościach porowatości ogólnej (tab. 1). W połączeniu z dość często występującą wysoką wartością gęstości objętościowej, gleby takie charakteryzują się skrajnie niskimi wartościami współczynnika filtracji. Jeżeli przepuszczalność poziomów orno-próchnicznych gleb w wyższych partiach terenu jest równie mała (co obrazują odkrywki XI i XII – rys. 2; tab. 1) może dochodzić do koncentrowania się spływów powierzchniowych, wywołujących erozję żłobinową oraz uaktywnianie się wzdłuż granicy uprawy płużnej różnych procesów erozji wąwózowej, jak eworsja i sufozja (Rybicki 2003). „Wdzierający” się w pole uprawne wąż (rys. 2) zmniejsza czynną powierzchnię gruntów rolnych, co również należy uznać za jeden z rodzajów ich degradacji.

Wskaźnikiem rozmiaru degradacji erozyjnej gleb jest też zawartość materii organicznej w poziomach orno-próchnicznych Ap. Najmniejszymi średnimi zawartościami materii organicznej charakteryzowały się gleby najsilniej zerodowane, położone na stokach o spadkach powyżej 15% oraz gleba w odkrywce V (tab. 2). Poziomy orno-próchniczne gleb, zlokalizowanych w partiach wierzchowinowych oraz u podnóży stoków, charakteryzowały się wartościami wyższymi. Należy przy tym zaznaczyć, że w żadnym przypadku nie stwierdzono zawartości próchnicy powyżej 2% – zawartości określonej dla gleb płowych przez S. Zawadzkiego (1999) jako średniej. Stwierdzono natomiast wartości mniejsze niż 1%, co według A. i Cz. Józefaciuków (1999) jest już oznaką silnego zerodowania.

PODSUMOWANIE

1. Przeprowadzone badania terenowe oraz wyniki analiz laboratoryjnych wykazały zróżnicowanie w pokrywie glebowej terenów zlewni rzeki Opatówki.
2. Stwierdzono, że w większości partii wierzchowinowych i stoków o nachyleniu do 15% występują gleby płowe powierzchniowo zerodowane, charakteryzujące się skróconym profilem glebowym o budowie: Ap-Bt-CCa.
3. Stwierdzono, że uprawiane wzdłużstokowo zbocza o nachyleniach przekraczających 15% oraz kopulaste wierzchołki zagrożone są erozją w stopniu silnym, co skutkuje zmywaniem gleby i powstawaniem pararedzin o budowie: ApCa-CCa. Gleby te wykazują zwiększoną zawartość frakcji pyłowej w stosunku do iltu.
4. Stwierdzono zwiększoną miąższość (nadbudowę) poziomów orno-próchnicznych u podnóży stoków (w tym w dnach dolin) w stosunku do wyższych partii terenu.
5. Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowanie zawartości materii orga-

- nicznej w zależności od morfometrii terenu, przy czym najniższe wartości osiągały gleby najsilniej zerodowane.
6. W żadnym przypadku nie stwierdzono zawartości próchnicy powyżej 2% - wartości określanej dla gleb płowych jako średniej. Należy wnioskować, że poza erozją wodną powierzchniową, wpływ ma tu również poziom kultury rolnej - ograniczenie a nawet całkowite zaniechanie przez rolników nawożenia organicznego.
 7. Badania wykazały, że gleby płowe dominujące w pokrywie glebowej badanego obszaru, przy braku środków ochronnych (głównie odpowiedniej agrotechniki przeciwerozyjnej) są bardzo podatne na erozję.

Literatura

- Czarnecki R., 1969, Gleby dorzecza środkowej Opatówki i zależność ich od rzeźby terenu, *Pr. i St. IG UW*, Geogr. Fiz., z. 2, 21–75.
- Czarnecki R., 1996, *Wyżyna Sandomierska część wschodnia*, Wyd. WGRS UW, Warszawa, 364 s.
- Józefaciuk A., 1982, *Podstawy kompleksowego zagospodarowania rolniczych terenów erodowanych na przykładzie badań w zlewni Opatówki*, Wyd. IUNG Puławy, 152 s.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz., 1995, *Erozja agroekosystemów*, PIOŚ, Bibl. Monit. Środ., Warszawa, 168 s.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz., 1999, *Ochrona gruntów przed erozją*. Wyd. IUNG Puławy, 109 s.
- Kern H., 1963, Łąki doliny Opatówki na tle procesu erozji zlewni na lessach w Sandomierskiem, *Wiad. IMUZ* 3, 2, 41–55.
- Mazur Z., 1963, Erozja wodna gleb w zlewni rzeki Opatówki, *Wiad. IMUZ* 3, 2, 7–20.
- Orlik T., 1998, Zadania agrotechniki jako metody przeciwdziałania degradacji gleb na obszarach erodowanych, *Bibl. Fragm. Agronom.* 4A, 315–337.
- Rybicki R., 2003, Racjonalizacja użytkowania gruntów rolniczych w mikrozelewni dorzecza Opatówki, *Inż. Roln.* 3, 1, 121–131.
- Stasik R., Szafrński Cz., 2005, Zmiany w pokrywie glebowej erodowanych terenów Pojezierza Gnieźnieńskiego, *Acta Agroph.* 5, 2, 447–454.
- Strzemski M., 1957, Ogólnoprzyrodnicze i gospodarcze tło rozwoju procesów erozyjnych w woj. kieleckim., *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 8, 95–111.
- Turski R., Paluszek J., Słowińska-Jurkiewicz A., 1987, Wpływ erozji na fizyczne właściwości gleb wytworzonych z lessu, *Roczn. Glebozn.* 1, t. XXXVIII, 37–49.
- Turski R., Paluszek J., Słowińska-Jurkiewicz A., 1991, Wpływ rzeźby terenu na stopień zerodowania i właściwości fizyczne gleb lessowych, [w:] *Erozja gleb i jej zapobieganie*, Wyd. AR Lublin, 47–62.
- Zawadzki S. (red.), 1999, *Gleboznawstwo*, Wyd. PWRiL, Warszawa, 559 s.