

ZRÓŻNICOWANIE WŁAŚCIWOŚCI GLEB UPRAWNYCH ORAZ LEŚNYCH NA ERODOWANYCH STOKACH

Paweł Wiśniewski¹, Mieczysław Wojtasik²

¹ Katedra Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska, Instytut Geografii, Uniwersytet Gdański, ul. Bażyńskiego 4, 80-952 Gdańsk, e-mail: p.wisniewski@ug.edu.pl

² Instytut Geografii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, ul. Mińska 15, 85-428 Bydgoszcz, e-mail: mieczwoj@neostrada.pl

STRESZCZENIE

Podstawowym sposobem ograniczania erozji gleb i gruntów jest zmiana ich użytkowania, na przykład z ornego na leśne. Szczególnie skuteczną funkcję ochronną pełnią – zgodnie z przyjętą w Polsce formułą prawną – lasy glebochronne. W pracy określono różnice w deformacji podstawowych właściwości gleb na powierzchniach stokowych w zależności od sposobu ich użytkowania oraz oceniono rolę lasów glebochronnych w ograniczaniu natężenia i skutków procesów erozyjnych. Wykonane przekroje niwelacyjno-glebowe oraz analizy pobranego z odkrywek materiału wykazały, że lasy glebochronne stanowią istotną ochronę przed degradacją pokrywy glebowej, ograniczając m.in. ubytki próchnicy oraz redukcję wierzchnich poziomów i warstw pedonów. Na stokach pod lasami glebochronnymi stwierdzono wyraźne zmiany uziarnienia i właściwości chemicznych gleb w stosunku do sąsiadujących z nimi stoków użytkowanych rolniczo.

Słowa kluczowe: erozja gleb, właściwości gleby, ochrona przeciwoerozyjna, las glebochronny.

VARIABILITY OF ARABLE AND FOREST SOILS PROPERTIES ON ERODED SLOPES

ABSTRACT

The basic method of reducing soil and land erosion is a change of land use, for example, from arable to forest. Particularly effective as a protective role – according to the Polish law – soil-protecting forests. The thesis presents differences in the deformation of the basic soil properties on moraine slopes, depending on land use. There has been presented the function and the efficiency of the soil-protecting forests in erosion control. The soil cross section transects and soil analysis displayed that soil-protecting forests are making an essential soil cover protection from degradation, inter alia, limiting the decrease of humus content, reduction of upper soil horizons and soil pedons layer. On the afforested slopes it was stated some clear changes of grain size and chemical properties of soils in relation to adjacent slopes agriculturally used.

Keywords: soil erosion, soil properties, anti-erosion protection, soil-protecting forest.

WSTĘP

Niekorzystne, przeważnie trwale zmiany wywołane erozją prowadzą do obniżenia potencjału produkcyjnego ziemi i walorów ekologicznych krajobrazu. Badania na terenach morenowych dowodzą o jej istnieniu nie tylko na obszarach silnie, lecz także słabiej urzeźbionych, o czym świadczą znaczne zniszczenia pokrywy glebowej [Koćmit 1998; Wojtasik i in. 2008, 2009, 2010].

Jednym z najbardziej naturalnych i skutecznych sposobów zmniejszania skutków erozji jest stosowanie fitomelioracji, w szczególności wieloletniej, trwałej roślinności leśnej. Ochronne działanie zbiorowisk leśnych polega przede wszystkim na wiązaniu gleby przez gęsty system korzeniowy, retencjonowaniu wody w ściółce i glebie, równomiernym rozkładzie i opóźnionym tajaniu pokrywy śnieżnej, ograniczaniu i wyrównaniu spływów powierzchniowych, akumulacji materiału wynoszonego z wyższych partii terenu oraz dużej intercepcji opadów [Kosturkiewicz i in. 2002; Prochal i in. 2005; Pierzgałski 2008; Węgorzek 2008; Germer i in. 2010; Siuta 2010; Stasik i in. 2011]. Obowiązująca w naszym kraju ustawa o lasach [1991] daje możliwość uznawania za ochronne (glebochronne) lasów na gruntach zagrożonych erozją i realizacji w nich gospodarki leśnej w sposób zapewniający ciągłe spełnianie przez nie celów, dla których zostały wydzielone, poprzez zachowanie ich trwałości, odpowiednie zagospodarowanie i ochronę.

Celem pracy jest porównanie natężenia i skutków procesów erozyjnych oraz określenie różnic w deformacji podstawowych właściwości gleb na powierzchniach stokowych w zależności od sposobu ich użytkowania, a także ocena skuteczności przeciweerozyjnej funkcji lasów uznanych prawnie za glebochronne na obszarach morenowych w regionie pojezierzy.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na obszarach młodoglacjalnych pojezierzy Krajeńskiego, Chełmińskiego i Gnieźnieńskiego, na stokach będących w uprawie płużnej i graniczących z nimi stokach częściowo lub w całości porośniętych lasami glebochronnymi, znajdujących się pod wpływem tych samych warunków klimatycznych, zbliżonych układów stosunków wodnych, o jednakowym lub zbliżonym nachyleniu. Łącznie pracami terenowymi objęto 6 transektów badawczych zlokalizowanych na stokach o zróżnicowanych spadkach, długościach, formach i wystawie, w odległości od kilku do kilkudziesięciu metrów od granicy rolno-leśnej. Transekty przebiegające wzdłuż stoków będących w uprawie płużnej oznaczono od A-B do E-F, natomiast graniczące z nimi transekty zlokalizowane na stokach pokrytych lasami glebochronnymi oraz częściowo zadarnionymi od A'-B' do E'-F' (tab. 1, rys. 1-3). Stok C'-D' pokryty jest lasem glebochronnym w typie siedliskowym lasu świeżego, z dominującym 130-letnim drzewostanem dębowym, z domieszką sosny i modrzewia.

Tabela 1. Charakterystyka transektów badawczych

Transekt badawczy	Mezoregion	Forma stoku	Nachylenie stoku	Średni spadek (%)	Długość stoku (m)	Wystawa	Użytkowanie*
A-B	Pojezierze Chelmińskie	złożony	silnie spadzisty	12,3	150	E	nieużytek / grunt orny
A'-B'		złożony	silnie spadzisty	9,0	200	E	las glebochronny (p) / nieużytek
C-D	Pojezierze Krajeńskie	złożony	spadzisty	6,7	120	NW	grunt orny
C'-D'		prosty	spadzisty	8,0	90	NW	las glebochronny
E-F	Pojezierze Gnieźnieńskie	wypukły	łagodny	2,7	405	W	grunt orny
E'-F'		wypukły	łagodny	2,7	300	W	las glebochronny (p)

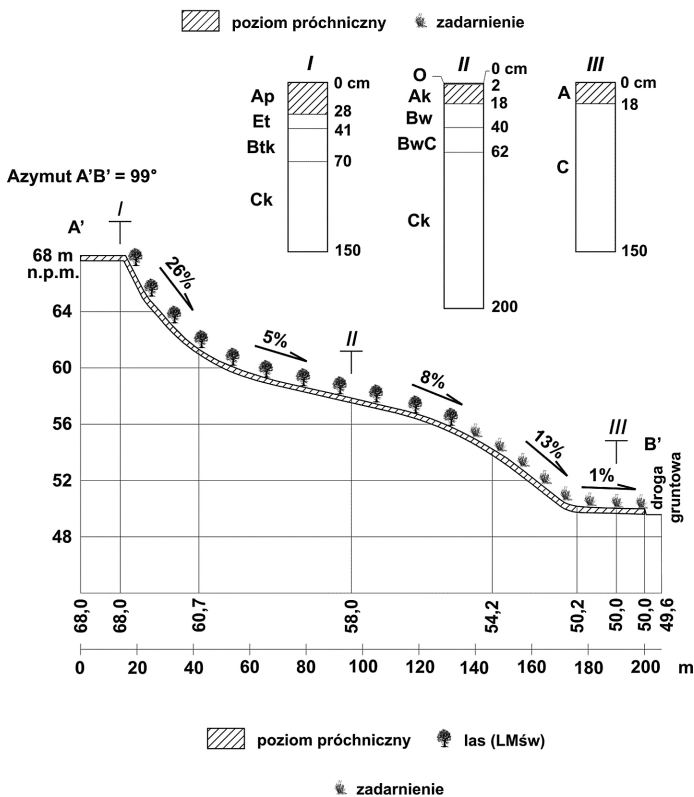
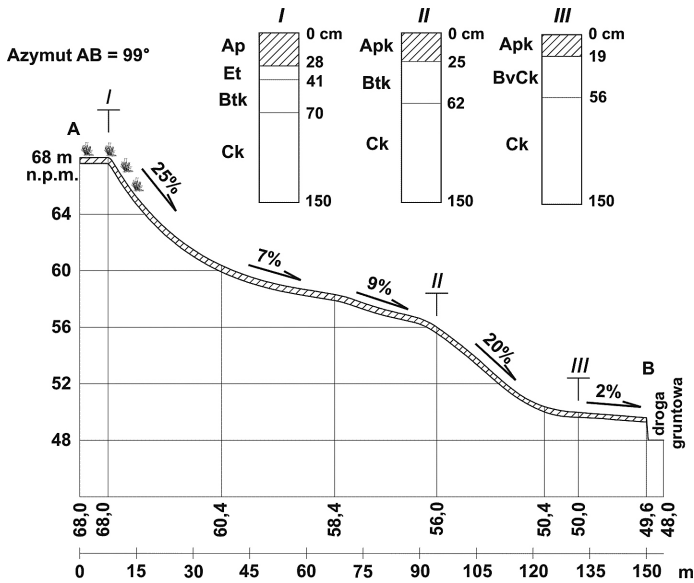
* (p) – las na gruntach porolnych.

Na pozostałych stokach stwierdzono występowanie lasów glebochronnych w typie siedliskowym lasu mieszanego świeżego, których drzewostan główny tworzą sosna i dąb o średnim wieku od 42 do 57 lat, natomiast wśród gatunków domieszkowych największy udział mają modrzew i brzoza.

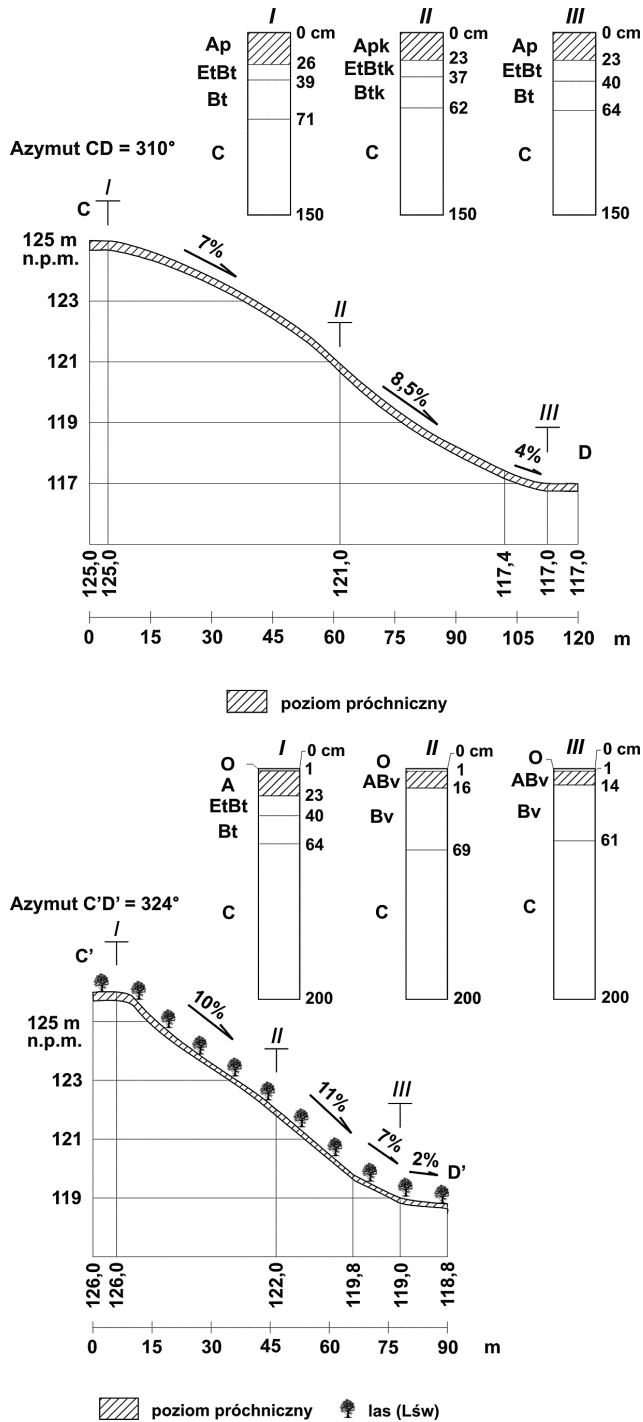
Na wierzchoinach, zboczach i u podnóży stoków wykonano odkrywki glebowe, które opisano pod względem morfologicznym zgodnie z założeniami V wydania Systematyki gleb Polski [Marcinek i in. 2011]. Na gruntach ornych i nieużytkach odkrywki kopano do głębokości 150 cm, pod lasami glebochronnymi do 200 cm. W każdej odkrywce, z głębokości 6–10 cm pobrano materiał glebowy do badań. Oznaczono skład granulometryczny – metodą dyfraktometrii laserowej, zawartość próchnicy – metodą Tiurina, pH – potencjometrycznie, węglan wapnia – metodą Scheiblera, a także makroelementy (P, K, Mg) – metodami spektrofotometryczną, fotometrii płomieniowej i płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej. W celu przedstawienia przeobrażenia rzeźby i pokrywy glebowej wskutek procesów erozyjnych wykonano przekroje niwelacyjno-glebowe.

WYNIKI I DYSKUSJA

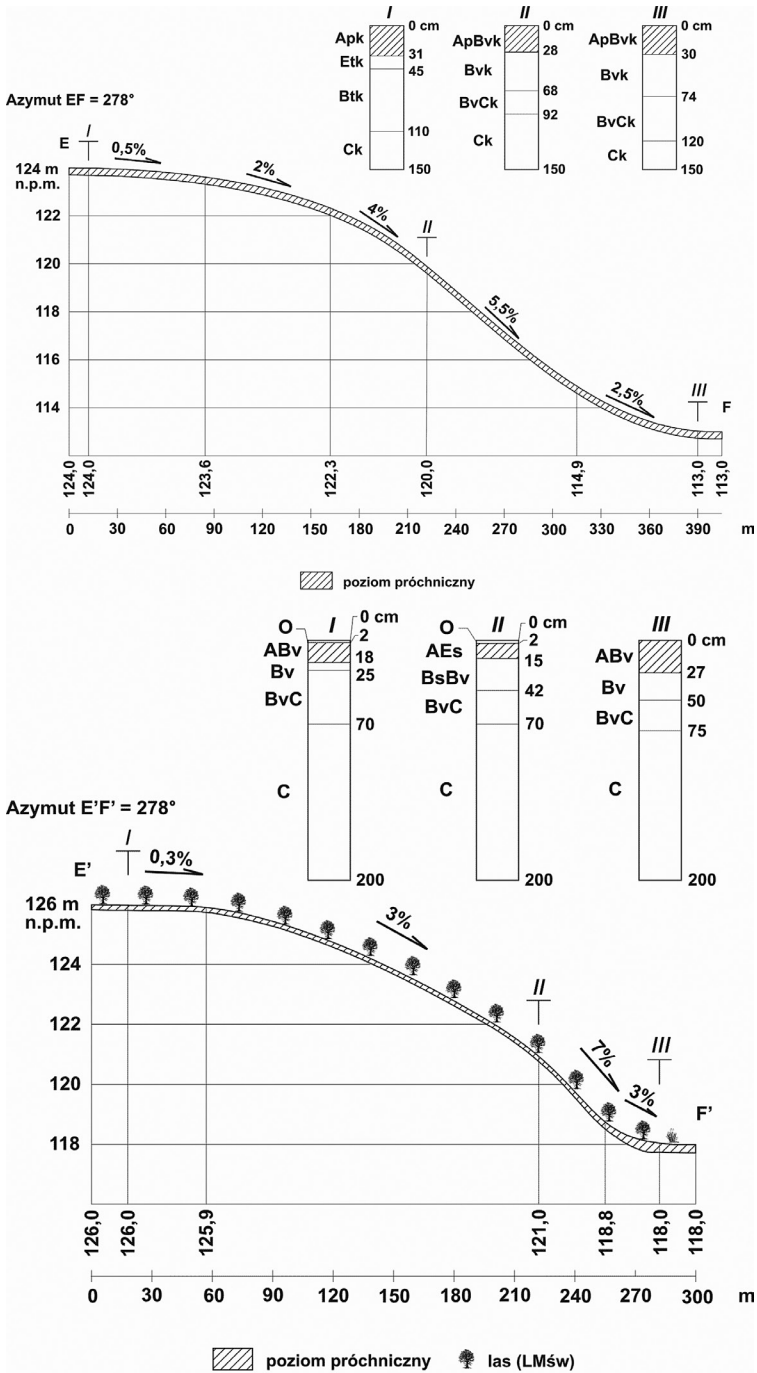
Na użytkowanych rolniczo zboczach stwierdzono występowanie gleb powierzchniowo zerodowanych o skróconych naturalnych profilach. W przypadku gleb płowych (transekty A-B, C-D) zauważalne jest niszczenie poziomu próchnicznego, a następnie eluwialnego i wzbogacania (rys. 1–2). Na wypukłej części stoku A-B o wystawie E (odkrywka nr II) stwierdzono występowanie gleby płowej o budowie Ap-Btk-Ck, a więc pozbawionej wskutek erozji wodnej i uprawowej poziomu eluwialnego Et. Spłylenie poziomów próchnicznego i wzbogacania nastąpiło również w przypadku gleby rdzawej na zboczu transektu E-F (rys. 3). Część pierwotnego poziomu A została zmieszana w trakcie uprawy z materiałem z poziomu B. Tak wyraźnemu przeobrażeniu i spłyleniu naturalnych pedonów wskutek procesów erozyjnych nie uległy gleby na stokach porośniętych lasami glebochronnymi.



Rys. 1. Przekroje niwelacyjno-glebowe A-B oraz A'-B' w miejscowości Skłudzewo



Rys. 2. Przekroje niwelacyjno-glebowe C-D oraz C'-D' w miejscowości Stefanowo



Rys. 3. Przekroje niwelacyjno-glebowe E-F oraz E'-F' w miejscowości Leśnik

Największą różnorodnością gleb charakteryzuje się para transektów A-B oraz A'-B', co może być związane z ich lokalizacją na stokach dolinki erozyjno-akumulacyjnej, której powstanie prowadzi zazwyczaj do wzrostu mozaikowatości krajobrazu, również w aspekcie pedologicznym [Jonczak, Kuczyńska 2008]. W odkrywce w dolnej części stoku A-B stwierdzono występowanie gleby rdzawej typowej z naniesionym piaskiem fluwiogłacjalnym, natomiast w zlokalizowanej na dnie dolinki odkrywce u podnóża stoku A'-B' gleby deluwialnej czarnoziemnej typowej.

Należy podkreślić, że na stokach użytkowanych rolniczo rzadko spotyka się klastyczny układ pedonów od gleby nieerodowanej na wierzchowinie, przez zerodowaną w stopniu od słabego do bardzo silnego na zboczu, po deluwialną u podnóża. Paluszek i Żembrowski [2008] tę zmienność pokrywy glebowej na wysoczyznach i stokach lesowych tłumaczą zrównaniem przez erozję uprawową pierwotnie istniejących drobnych garbów i zagłębień na powierzchni topograficznej i wskazują, że podobna mozaikowość występuje również w krajobrazie młodogłacjalnym. Należy również pamiętać o mającej wpływ na stopień zerodowania deflacji, która może powodować większe ubytki gleby na wierzchowinie aniżeli na zboczu. Zmienność właściwości wierzchnich poziomów gleb na stokach pokrytych lasami glebochronnymi wynika z wpływu pojedynczych drzew lub biogrup kształtujących specyficzną mozaikę [Gruba i in. 2009].

W badanych transektach występują gleby o uziarnieniu głównie piasku gliniastego, a także piasku luźnego i słabogliniastego oraz gliny piaszczystej (tab. 2). Na stokach użytkowanych rolniczo średnia zawartość piasku wynosi 75,1%, pyłu 22,7%, natomiast frakcji iłowej 2,2%. W przypadku stoków porośniętych lasami glebochronnymi średnia zawartość frakcji piasku wynosi 76,2%, pyłowej 22,2%, a iłowej 1,6%. Gleby na wierzchowinach stoków niezalesionych charakteryzują się mniejszą zawartością piasków (średnio o 2,1%), a większym udziałem procentowym frakcji pyłowej (o 1,6%) i iłowej (o 0,6%) w stosunku do wierzchołków stoków porośniętych lasami glebochronnymi. Podobna zależność występuje w przypadku zboczy. W dolnej części stoków niezalesionych stwierdzono natomiast większą średnią zawartość piasków (o 6%) i zbliżoną zawartość iłu, przy mniejszym o 6% udziale frakcji pyłowej, aniżeli u podnóża stoków zalesionych.

W transektach A-B i C-D, w zerodowanych glebach płowych o skróconych profilach, stwierdzono wzrost zawartości pyłu i iłu w stosunku do odkrywek zlokalizowanych na wierzchowinach, co wiąże się z objęciem uprawą wzbogaconych we frakcję ilastą i pyłową poziomów Bt lub Bv. Wyniki te korespondują m.in. z badaniami Paluszka [2010] przeprowadzonymi w różnych mezoregionach fizycznogeograficznych Polski. Wraz ze zmianą położenia odkrywki glebowej na stoku zmienia się także stosunek zawartości frakcji pyłowej do iłu, osiągając maksymalne wartości u podnóża. W glebach pod lasami glebochronnymi stosunek ten jest wyższy aniżeli w glebach uprawnych.

Miąższość poziomu próchnicznego na badanych stokach użytkowanych rolniczo zależna jest głównie od zasięgu pracy pługa i waha się od 19 do 31 cm, średnio sięgając do głębokości 26 cm. We wszystkich transektach poziom Ap osiąga największą miąższość w wierzchołkowej części stoku. Na zboczach jest płytszy średnio o 3 cm,

Tabela 2. Skład granulometryczny gleb z poziomu 6-10 cm w analizowanych transektach (wg PTG 2008)

Transekt badawczy	Nr odkrywki	Położenie odkrywki	Użytkowanie**	Procentowa zawartość frakcji granulometrycznych o średnicy w mm										Σ			Symbol grupy granulometrycznej
				piaski			pyły			iły				piaski	pyły	iły	
				2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	2,0-0,05	0,05-0,002				
A-B	I	w	n	0,3	4,9	11,9	21,7	16,6	18	22,8	3,8	55,4	40,8	3,8	gp		
	II	z	r	0,0	2,6	11,1	23,5	16,8	18,9	23,3	3,8	53,9	42,1	3,9	gp		
	III	p	r	0,0	8,5	36,9	47,5	5,2	0,5	1,4	0	98,1	1,9	0,0	pl		
A-B'	I	w	n/l	0,3	4,9	11,9	21,7	16,6	18	22,8	3,8	55,4	40,8	3,8	gp		
	II	z	l	0,0	4,6	11,3	22,6	18,8	18,2	21	3,5	57,3	39,2	3,5	gp		
	III	p	n	0,0	7,2	21,3	31,8	14,9	11,2	11,9	1,7	75,2	23,1	1,7	pg		
C-D	I	w	r	0,4	8,6	22	30,2	10,9	9,3	16	2,6	72,1	25,3	2,6	gp		
	II	z	r	0,2	7,4	19,6	27,3	11,9	11,1	19,3	3,2	66,4	30,4	3,2	gp		
	III	p	r	0,1	7,8	24,4	36,4	12,3	6,8	10,6	1,6	81,0	17,4	1,6	pg		
C'-D'	I	w	l	1,6	12,4	21,6	27,1	12,2	10,6	12,6	1,9	74,9	23,2	1,9	pg		
	II	z	l	0,4	10,8	24,2	30,1	15,5	10,6	7,3	1,1	81,0	17,9	1,1	pg		
	III	p	l	0,6	8,9	18,8	28,3	23,1	14,1	5,4	0,8	79,7	19,5	0,8	pg		
E-F	I	w	r	0,7	14,1	27	27	9,4	7,5	12,1	2,2	78,2	19,6	2,2	pg		
	II	z	r	0,6	19,1	34,9	25,9	6,2	4,4	7,7	1,3	86,7	12,1	1,2	ps		
	III	p	r	2,9	20,7	30,3	23,4	6,7	6	8,6	1,4	84,0	14,6	1,4	pg		
E'-F'	I	w	l	1,1	14,1	26,3	28,4	12	9,1	7,9	1,1	81,9	17,0	1,1	pg		
	II	z	l	2,0	23,6	34,9	20,5	9,4	6,7	2,9	0	90,4	9,6	0,0	pl		
	III	p	l	1,5	18,4	34,2	29,6	6,5	5,1	4,3	0,4	90,2	9,4	0,4	ps		

* w – wierzchołkowa; slope top, z – zbocze; slope, p – podnóże stoku; slope-foot.

** r – grunt orny; arable land, n – nieużytek; uncultivated land, l – las glebochronny; soil-protecting forest.

natomiast u podnóży stoku o 4 cm. W przypadku stoków zalesionych miąższość poziomu próchnicznego jest mniejsza i wynosi od 14 do 28 cm (średnio 20 cm), a zmienność przestrzenna głębokości tego poziomu wykazuje pewne odchylenia od prawidłowości zaobserwowanych na stokach użytkowanych rolniczo. Na przykład na wypukłym stoku E'-F', porośniętym lasem glebochronnym w typie siedliskowym lasu mieszanego świeżego, najmniejszą miąższość poziomu próchnicznego stwierdzono na zboczu, a największą u jego podnóża (rys. 3).

Zawartość materii organicznej w wierzchnich warstwach gleb użytkowanych rolniczo w badanych transektach wynosi średnio 0,70% i waha się od 0,36 do 1,35% (tab. 3). Wyższą zawartością próchnicy charakteryzują się gleby pod lasami glebochronnymi (średnio 1,01%), osiągając maksymalną wartość 1,85% na zboczu stoku A'-B'. W transektach A-B oraz E-F stwierdzono wywołane erozją zubożenie w materię organiczną gleb na zboczach stoków w stosunku do ich wierzchołków. W przypadku stoków zalesionych zawartość próchnicy na zboczu jest od 0,29% do 0,91% wyższa niż na wierzcholinie.

W wyniku nawożenia pól uprawnych, gleby pod drzewostanem ochronnym charakteryzują się większym zakwaszeniem i przeważnie mniejszą zawartością

Tabela 3. Wybrane właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb z poziomu 6–10 cm w analizowanych transektach

Transekt badawczy	Nr odkrywki	Położenie odkrywki*	Użytkowanie**	Próchnica (%)	Zawartość składników przyswajalnych (mg · 100g ⁻¹)			CaCO ₃ (%)	pH KCl
					P	K	Mg		
A-B	I	w	n	0,94	10,4	12,0	7,5	–	6,9
	II	z	r	0,72	18,7	12,5	6,0	0,85	7,3
	III	p	r	0,90	11,2	2,0	0,8	0,30	4,7
A'-B'	I	w	n/l	0,94	10,4	12,0	7,5	–	6,9
	II	z	l	1,85	3,4	8,5	13,1	0,15	7,1
	III	p	n	0,76	2,8	20,0	5,2	–	5,4
C-D	I	w	r	0,72	19,9	18,0	6,0	–	5,0
	II	z	r	1,35	18,3	31,0	6,2	0,35	5,6
	III	p	r	0,36	11,0	15,5	3,0	śl.	5,5
C'-D'	I	w	l	0,79	4,5	5,5	1,8	–	3,8
	II	z	l	1,48	1,8	4,5	0,9	–	3,5
	III	p	l	1,84	2,8	8,5	2,9	–	3,2
E-F	I	w	r	0,53	53,0	7,5	4,4	2,46	7,4
	II	z	r	0,48	24,6	7,0	3,3	0,70	7,2
	III	p	r	0,51	36,0	9,0	4,1	0,75	7,4
E'-F'	I	w	l	0,49	6,2	2,5	1,3	–	4,1
	II	z	l	0,78	2,7	1,0	0,9	–	3,7
	III	p	l	0,18	5,9	1,5	1,6	–	4,3

* w – wierzchołkowa; slope top, z – zbocze; slope, p – podnóże stoku; slope-foot.

** r – grunt orny; arable land, n – nieużytek; uncultivated land, l – las glebochronny; soil-protecting forest

składników przyswajalnych, w szczególności fosforu i potasu (tab. 3). Stwierdzone przypadki wzbogacenia w przyswajalne formy P, K i Mg wierzchnich warstw gleb zerodowanych mogą być wynikiem redukcji pedonów i objęcia uprawą poziomu B.

W większości odkrywek zlokalizowanych na stokach będących w uprawie płuźnej stwierdzono występowanie w poziomach próchnicznych węglanu wapnia (tab. 3). Jego obecność może być skutkiem intensywnego nawożenia, ale także nasilenia procesów zmywanych [Rybicki 2006]. W przypadku gleb wylugowanych z węglanu wapnia jego ślady mogą występować w poziomie wzbogacania, a więc zauważalny wzrost zawartości CaCO_3 w odkrywkach zlokalizowanych na zboczach może być wynikiem spłycenia profilu i objęcia poziomu B uprawą. W przypadku stoków porośniętych lasami glebochronnymi występowanie CaCO_3 stwierdzono jedynie w porolnej glebie brunatnej eutroficznej typowej, zlokalizowanej na zboczu stoku A'-B'.

WNIOSKI

1. Na podstawie wykonanych przekrojów i analizy pobranego z odkrywek materiału stwierdzono różnice we właściwościach pokrywy glebowej i jej zmienności na powierzchniach stokowych w zależności od sposobu ich użytkowania.
2. W odróżnieniu od stoków porośniętych przez lasy glebochronne, na zboczach użytkowanych rolniczo wraz ze wzrostem stopnia nachylenia dochodzi do degradacji pokrywy glebowej, przejawiającej się w szczególności spadkiem zawartości próchnicy i spłyceniem naturalnych pedonów.
3. Wierzchnie warstwy gleb na stokach pod drzewostanem ochronnym, w stosunku do graniczących z nimi gleb uprawnych, charakteryzują się zazwyczaj wyższą zawartością frakcji piasku przy mniejszym udziale pyłu oraz łu, większym stosunkiem frakcji pyłowej do iłowej, mniejszą miąższością poziomu próchnicznego przy większej zawartości w nim próchnicy, mniejszą zawartością składników przyswajalnych, głównie fosforu i potasu, a także obniżonym odczynem.
4. W celu poprawy stosunków wodnych i ograniczenia erozji gleb, należy dążyć do utrzymania i wzmocnienia glebochronnej funkcji lasów według zasad wielofunkcyjnej gospodarki leśnej.

Podziękowania

Praca naukowa współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytetu IV, projekt pt. „Kształcimy najlepszych – kompleksowy program rozwoju doktorantów, młodych doktorów i akademickiej kadry dydaktycznej Uniwersytetu Gdańskiego”, Komponent „Wsparcie stypendialne i szkoleniowe dla doktorantów i młodych doktorów”.

Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko ich autora i projektodawca nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w nich zawartość merytoryczną.

PIŚMIENNICTWO

1. Germer S., Neill Ch., Krusche A.V., Elsenbeer H. 2010. Influence of land-use change on near-surface hydrological processes: Undisturbed forest to pasture. *Journal of Hydrology*, 380, 473–480.
2. Gruba P., Hejduk M., Koryl O. 2009. Przestrzenna zmienność pH w wierzchnich poziomach gleb leśnych. *Sylwan*, 153(6), 406–412.
3. Jonczak J., Kuczyńska P. 2008. Uwarunkowania rozwoju i wybrane właściwości gleb dolinki erozyjno-denudacyjnej Wieprzy w okolicach Mazowa. *Landform Analysis*, 7, 69–79.
4. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych. 2008. *Roczniki Gleboznawcze*, 60(2), 5–16.
5. Koćmit A. 1998. Erozja wodna w obszarach młodogłacjalnych Pomorza i możliwości jej ograniczenia. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, 4B, 83–99.
6. Kosturkiewicz A., Czopor S., Korytowski M., Stasik R., Szafranski Cz. 2002. Odpływy i retencja siedlisk leśnych w małych zlewniach. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Melioracje i Inżynieria Środowiska*, t. 342, z. 23, 217–227.
7. Marcinek J., Komisarek J. (red.). 2011. Systematyka gleb Polski. *Roczniki Gleboznawcze*, 62(3), ss. 193.
8. Paluszek J. 2010. Zmiany pokrywy glebowej pod wpływem erozji. *Prace i Studia Geograficzne*, 45, 279–294.
9. Paluszek J., Żembrowski W. 2008. Ulepszanie gleb ulegających erozji w krajobrazie lessowym. *Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie*, 164, ss. 160.
10. Pierzgałski E. 2008. Relacje między lasem a wodą – przegląd problemów. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 2(18), 13–23.
11. Rybicki R., 2006. Zagospodarowanie gruntów zagrożonych erozją w świetle rolnictwa zrównoważonego. *Inżynieria Rolnicza*, 6, 231–239.
12. Siuta J. 2010. Optymalizacja użytkowania powierzchni ziemi łagodzi procesy degradacji środowiska. *Postępy Nauk Rolniczych*, 4, 9–18.
13. Stasik R., Szafranski Cz., Korytowski M., Liberacki D. 2011. Kształtowanie się zasobów wodnych w małych zlewniach leśnych na obszarze Wielkopolski. *Rocznik Ochrona Środowiska*, t. 13, 107, 1679–1696.
14. Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach. T.j. Dz.U. 2011 nr 12 poz. 59 z późn. zm.
15. Węgorzek T. 2008. Biologiczne metody zmniejszania zagrożenia gleb erozją wodną (fitomelioracje). *Studia i Raporty IUNG – PIB*, 10, 123–148.
16. Wojtasik M., Wiśniewski P., Loranc L. 2008. Problemy erozji gleb na przykładzie kilku gmin w województwach kujawsko-pomorskim i wielkopolskim. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 3 (41), 41–49.
17. Wojtasik M., Wiśniewski P., Loranc L. 2009. Erozja gleb oraz ochrona przeciwerozcyjna na przykładzie gmin Trzemeszno i Nakło. [W:] Babiński Z. (red), *Środowisko przyrodnicze w badaniach geografii fizycznej. Promotio Geographica Bydgosiensia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, 87–104.
18. Wojtasik M., Wiśniewski P., Loranc L. 2010. Stan i potrzeby ochrony przeciwerozcyjnej w gminach Gąsawa i Łabiszyn. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, LIII, nr 2, 79–81.