

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ż Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A

NR

15

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



Właściwości fizykowodne erodowanych gleb intensywnie użytkowanych rolniczo

Czesław Szafrąński, Michał Fiedler, Rafał Stasik

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego - Poznań

1. Wstęp

Naturalne uwarunkowania fizjograficzne Niziny Wielkopolskiej pozwalają zaliczyć ten region do obszarów o najmniejszym potencjalnym zagrożeniu erozją wodną w Polsce (Józefaciuk i in. 1992, 1995) [3,4]. Wynika to głównie z faktu, że obszar ten charakteryzuje się najniższymi w skali kraju rocznymi sumami opadów atmosferycznych (Woś 1994) [15]. Są one jednym z najważniejszych czynników determinujących możliwość występowania spływów powierzchniowych i związanych z nimi zmywów wierzchnich warstw gleb uprawnych. Prowadzone w ostatnich latach badania nad erozją wodną gleb tego obszaru wykazują jednak, że faktyczne wielkości zmian pozostają w sprzeczności z przewidywanymi wielkościami strat gleby. Według Marcinka (1994) [7] przeobrażeniu spowodowanemu erozją wodną powierzchniową uległo na obszarze Wielkopolski 14,7% powierzchni gleb uprawnych, a obszar 216 tys. ha zaliczony został do gleb średnio i silnie zerodowanych. Dzieje się tak głównie za sprawą intensywnej uprawy rolniczej, która powoduje rozprzestrzenianie się jawnych form erozji wodnej, które swym zasięgiem obejmują nawet tereny o słabym urzeźbieniu (Chudecki i in. 1991, 1993, Koćmit 1988, Szafrąński i in. 1996) [1,2,5,13]. W terenach tych obserwuje się postępującą degradację gleb, objawiająca się niekorzystnymi zmianami ich właściwości fizykowodnych, co w efekcie prowadzi to pogorszenia warunków wzrostu roślin i obniżenia wysokości plonów roślin uprawnych (Marcinek i in. 1995, Miatkowski 1998, Koćmit 1998) [8,9,6]. Konieczność intensyfikacji produkcji rolnej wobec wzrastających wymagań rynku, stoi zatem w sprzeczności z właściwą ochroną gleb przed ich degradacją. Wskazuje to na konieczność prowadzenia dalszych badań nad właściwościami fizykowodnymi erodowanych gleb intensywnie użytkowanych rolniczo.

2. Materiały i metody

W pracy przedstawiono wyniki badań nad właściwościami fizykowodnymi erodowanych gleb intensywnie użytkowanych rolniczo. Badania terenowe

prowadzono w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska, położonej 17km od Wągrowca, w gminie Damasławek, w województwie pilskim (52°53'N, 17°28'E). Teren objęty badaniami cechuje się bogatym urzeźbieniem. Występują tu charakterystyczne dla rzeźby młodoglacjalnej liczne oczka wodne i zagłębienia bezodpływowe oraz wzniesienia o wysokości względnej dochodzącej do 7 m (Szafrński 1993) [12].

Badania i obserwacje terenowe obejmowały wykonanie odkrywek i wierceń glebowych, z których pobrano próbki do analiz laboratoryjnych celem określenia podstawowych właściwości fizykowodnych analizowanych gleb. W wierzchnich warstwach badanych gleb pomierzono infiltrację i perkolację przy pomocy infiltrometrów o średnicy 11 cm. Krzywe sorpcji wody (pF) badanych profili oznaczono w laboratorium Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska na próbkach o nienaruszonej strukturze metodą komór ciśnieniowych Richardsa (Mocek i in. 1997) [10]. W pracy zawartość wody potencjalnie dostępnej dla roślin (WPD), przyjęto jako różnicę pomiędzy zawartością wody przy połowej pojemności wodnej (PPW) dla $pF=2,5$ i wilgotności trwałego więdnięcia (WTW) dla $pF=4,2$. Natomiast zapas wody łatwo dostępnej dla roślin (WŁD) przyjęto jako $2/3$ WPD (Smedema i Rycroft 1983) [11].

Badania terenowe obejmowały także wykonanie szczegółowych pomiarów geodezyjnych, na podstawie których wybrano dodatkowe powierzchnie doświadczalne oraz wyznaczono charakterystyczne transekty glebowe. W każdym z transektów, w profilach zlokalizowanych na wierzchołku, na stoku i podnóży zboczy, wykonano dodatkowo odkrywki i wiercenia glebowe oraz pobrano próbki do badań laboratoryjnych podstawowych właściwości fizykowodnych wierzchnich warstw gleb.

3. Wyniki badań

Występujące na obszarze objętym badaniami gleby charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem przestrzennym. Jest to związane z bogatym urzeźbieniem terenu, ukształtowanym przez ostatnie zlodowacenie. Geomorfologicznie obszar ten stanowi bowiem fragment falistej moreny dennej zlodowacenia bałtyckiego, stadiału poznańskiego. Zbudowana jest ona z glin zwałowych, spiaszczonych w wierzchnich warstwach. Na podstawie zróżnicowania cech morfologicznych profilu glebowego takich jak rodzaj, miąższość i ułożenie poziomów diagnostycznych, ich struktura, barwa, zawartość materii organicznej, węglanów i odczyn, na badanym obszarze wyróżniono cztery zespoły glebowe: gleby płowe typowe, gleby płowe opadowo-glejowe, gleby płowe gruntowo-glejowe i czarne ziemie zbrunatniałe.

Tabela 1. Charakterystyka wierzchnich warstw analizowanych profili glebowych
Table 1. Characteristic of the upper horizons of analyzed soil profiles

Profil Glebowy Soil pro- file	Poziom dia- gnostyczny Diagnostic horizon	Miąższość poziomu Horizon thickness [cm]	Symbol składu granulome- trycznego Texture symbol	Procentowa zawartość frakcji Percentage of size fraction	
				Splawialne clay (<0,02)	pyłowe silt (0,02+0,1)
1A	Ap	25	gl	23	21
	Eet	20	gl	30	21
	Bt	40	gl	32	19
	Cca	65	gl	34	19
2A	Ap	20	gl	21	21
	Btg	25	gl	28	18
	Cg	105	gs	36	21
3A	Ap	20	pgmp	16	26
	Btg	25	pgm	19	21
	Cg	105	gs	38	20
4D	Ap	35	gl	22	23
	Bbr	35	gs	37	13
	Cca	80	gl	30	13

Gleby płowe typowe reprezentowane są przez profil 1A – są to gleby głębokie, średnio odwodnione, zbudowane z glin lekkich. Występują one najczęściej na stokach o spadkach 1÷6%. Profil tych gleb ma budowę: Ap-Eet-Bt-Cca (tabela 1). Charakteryzują się one średnim drenażem wewnętrznym, średnimi zdolnościami retencyjnymi oraz występowaniem spływów powierzchniowych.

Gleby płowe opadowo-glejowe (profil 2A) – są to gleby głębokie, średnio odwodnione i przepuszczalne, zbudowane z glin lekkich, przechodzących w oglejone gliny średnie. Położone są na zboczach o nachyleniu 6÷12%. Budowa profilu tych gleb jest następująca: Ap-Btg-Cg. Gleby te charakteryzują się okresowym występowaniem wody zawieszanej na poziomie Btg, średnimi zdolnościami retencyjnymi oraz silną erozją powierzchniową.

Gleby płowe gruntowo-glejowe (profil 3A) – są to głębokie, słabo odwodnione i średnio przepuszczalne gleby zbudowane z piasków gliniastych mocnych, zalegających płytko na glinach średnich oglejonych. Gleby te występują w płaskich obniżeniach i na zboczach wklęsłych. Budowa profilu tych gleb jest następująca: Ap-Btg-Cg. Gleby te charakteryzują się okresowym nadmiernym uwilgotnieniem, średnimi zdolnościami retencyjnymi i występowaniem spływów powierzchniowych.

Czarne ziemie zbrunatniałe reprezentowane przez profil 4D, który ma następującą budowę: Ap-Bbr-Cca. Z uwagi na swe położenie w lokalnych obni-

zeniach i rynnach terenowych gleby są niemal zupełnie pozbawione odpływów powierzchniowych.

Gleby płowe wykształciły się na wierzchołkach wzniesień i na zboczach. Dominują one w pokrywie glebowej analizowanego terenu i stanowią łącznie 83% powierzchni. Pozostałą część terenu tj. 17% zajmują czarne ziemie, które wykształciły się u podnóży zboczy i w rynnach terenowych. Taki układ toposekwencyjny mimo pewnego uproszczenia, dość dobrze odzwierciedla typowe warunki glebowe falistej moreny dennej, która jest podstawową formą geomorfologiczną młodoglacjalnych terenów bogato urzeźbionych (Marcinek 1994, Szafrński i in. 1996) [7,13].

Jak widać z zamieszczonych w tabeli 1 danych, miąższości poziomów orno-próchnicznych (Ap) w glebach płowych wynoszą średnio od 20 do 25 cm, podczas gdy w czarnych ziemiach miąższość tego poziomu wynosi średnio 35cm. Taka zmienność miąższości poziomu Ap jest wynikiem występowania w tych terenach spływów powierzchniowych, które dodatkowo są potęgowane mechanicznym przemieszczaniem materiału glebowego w dół stoku. Ponadto w glebach płowych gruntowo-glejowych i opadowo-glejowych, położonych na stoku, brak jest poziomu wymywania Et, który został zerodowany.

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 2 współczynniki infiltracji wierzchnich warstw gleb płowych, oraz współczynniki perkolacji warstw podornych (30÷60 cm) są niższe, w stosunku do czarnych ziem. Ogranicza to prędkość migracji wód opadowych w głąb profilu glebowego i przyspiesza wystąpienie spływów powierzchniowych. Jak wykazały prowadzone badania, pojawienie się opadów o znacznej sumie lub wydajności w końcu sezonu wegetacyjnego, po sprzątnięciu zbóż i wykonaniu jesiennej orki oraz siewu, powoduje występowanie erozji wodnej w postaci licznych żłobin (Szafrński i in. 1996) [13]. Obserwowane są one najczęściej w koleinach, które z uwagi na znaczne zagęszczenie gleby, sprzyjają ich występowaniu.

Erodowane gleby płowe charakteryzują się także gorszymi, w stosunku do czarnych ziem, zapasami wody. Zawartość wody przy pełnej pojemności wodnej gleb płowych w wierzchniej 30 cm warstwie wynosi od 110 do 118 mm, a w warstwie podornej od 91 do 97 mm. Natomiast w czarnych ziemiach jest o kilka milimetrów wyższa. Charakteryzują się również niższymi o kilka milimetrów zapasami wody przy połowej pojemności wodnej oraz wody potencjalnie dostępnej dla roślin. Ma to szczególne znaczenie dla gospodarki wodnej gleb w latach suchych lub w latach o niekorzystnym rozkładzie opadów. Występujące wówczas znaczne niedobory wody w profilach zlokalizowanych na wierzchołkach wzniesień i stokach o większym nachyleniu powodują obniżenie się plonów roślin uprawnych. Natomiast dzięki wyższym zapasom wody oraz zasilaniu spływami powierzchniowymi i podpowierzchniowymi

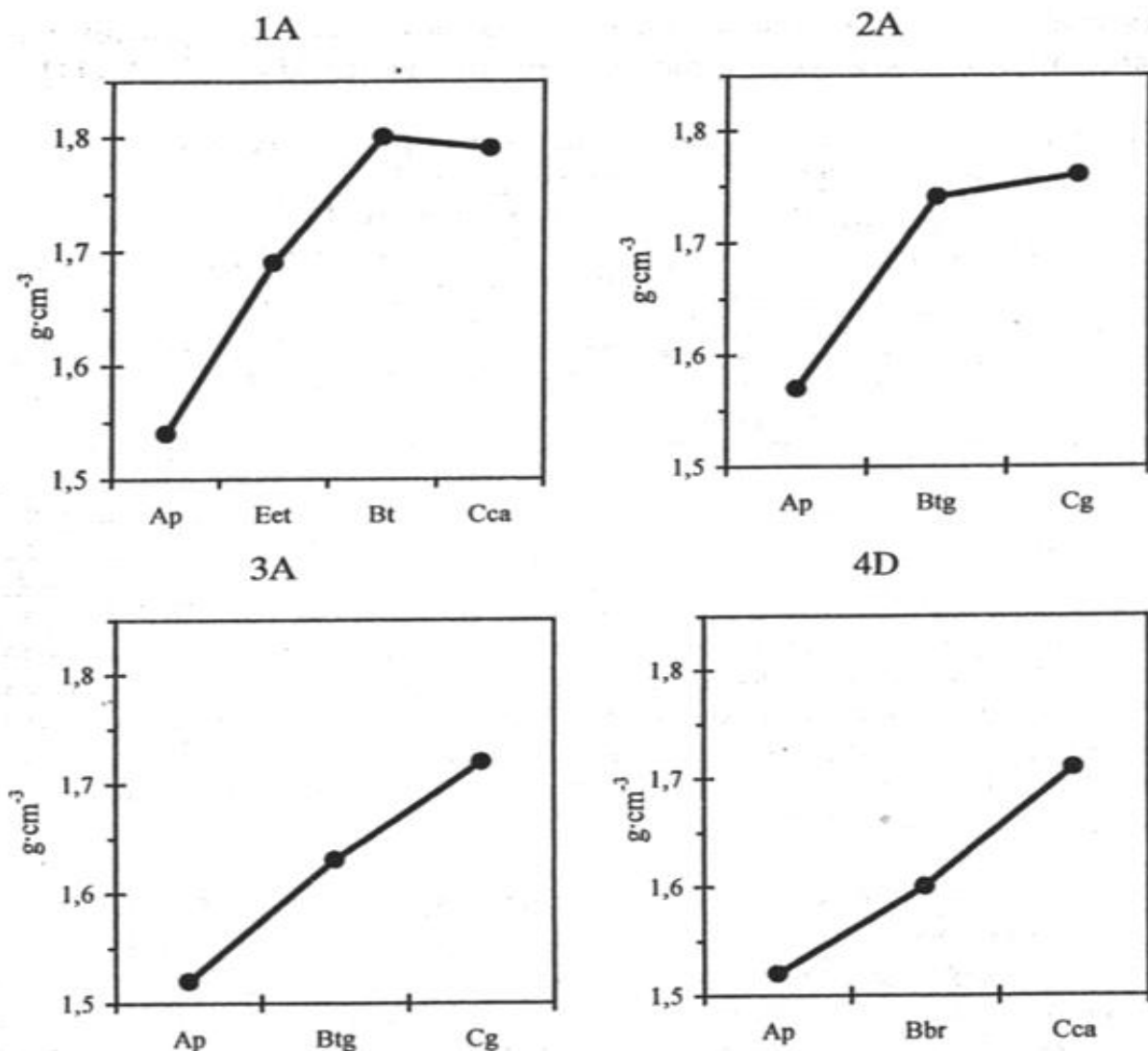
czarnych ziem, położonych w najniższych partiach terenu, występujące w nich okresy niedoborów wilgoci są znacznie krótsze (Szafranski i in. 1998) [14].

Tabela 2. Wybrane właściwości wodne analizowanych profili glebowych
Table 2. Selected water properties of analyzed soil profiles

Profil Glebowy Soil profile	Warstwa Horizon	Właściwości wodne [mm] Water properties [mm]					
		Pp	PPW	WTW	WPD	WŁD	K
	cm	mm					cm·h ⁻¹
1A	0÷30	118	79	21	58	38	2,08
	30÷60	97	80	22	58	38	1,13
2A	0÷30	114	80	24	56	37	1,63
	30÷60	98	81	30	51	34	0,83
3A	0÷30	110	72	10	62	41	2,00
	30÷60	91	81	27	54	36	0,54
4D	0÷30	125	82	17	65	43	3,52
	30÷60	122	86	36	50	33	1,34

Pp - pełna pojemność wodna, Pp - maximum water holding capacity; PPW - połowa pojemność wodna, PPW - water field capacity; WTW - wilgotność trwałego wędnięcia WTW - water capacity of permanent wilting; WPD - woda potencjalnie dostępna dla roślin, WPD - water potentially acceptable for plants; WŁD - woda łatwo dostępna dla roślin WŁD - water easy acceptable for plants, K - współczynnik infiltracji i perkolacji, K - percolation coefficient.

Jedną z wielu cech opisujących stan zagęszczenia gleby jest gęstość objętościowa. Na rysunku 1 przedstawiono wykresy gęstości objętościowej w poszczególnych poziomach analizowanych profili glebowych. Gęstości objętościowe wierzchnich warstw gleb są w poszczególnych profilach zbliżone i wynoszą od 1,52 do 1,57 g·cm⁻³. Natomiast gęstości objętościowe warstwy podornej wykazują znacznie większe zagęszczenie od 1,60 g·cm⁻³ w czarnych ziemiach do 1,74 g·cm⁻³ w występujących na zboczach glebach płowych. Takie zróżnicowanie gęstości objętościowej warstw ornej i podornej jest wynikiem stosowania ciężkiego sprzętu, jak również wykonywania corocznie orki na tę samą głębokość. Ponadto zabiegi agrotechniczne są często wykonywane przy podwyższonej wilgotności gleby, co powoduje zagęszczenie warstwy podornej. Poza omówionymi wcześniej niekorzystnymi zmianami we właściwościach fizykowodnych gleb, zagęszczenie to ogranicza także głębokość korzenia się roślin uprawnych i uniemożliwia pobieranie wody z głębszych warstw.

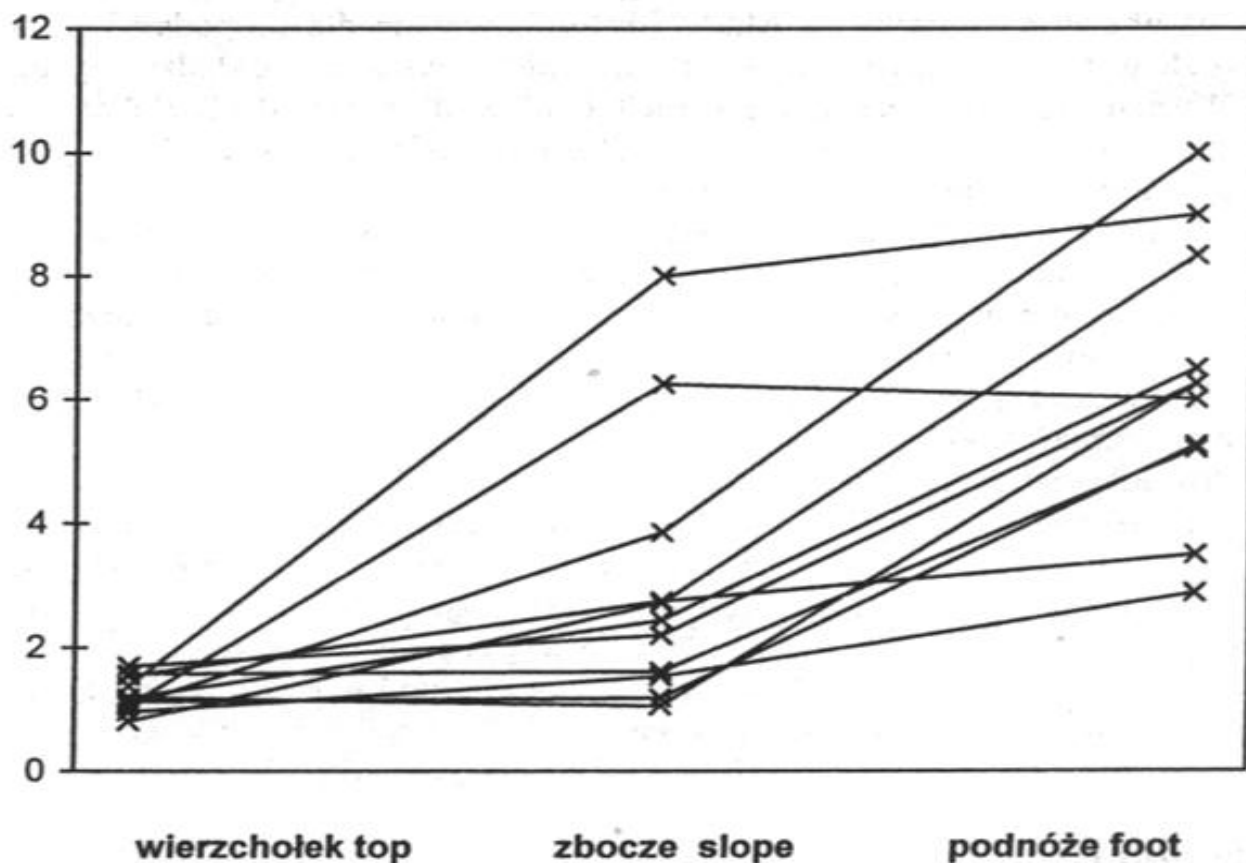


Rys. 1. Gęstości objętościowe poziomów diagnostycznych (Ap, Eet, Bt, Btg, Bbr, Cg, Cca) analizowanych profili glebowych (1A, 2A, 3A, 4D)

Fig. 1. Bulk density in diagnostic horizons (Ap, Eet, Bt, Btg, Bbr, Cg, Cca) of analyzed soil profiles (1A, 2A, 3A, 4D)

Jak wiadomo w procesie erozji wodnej wmywana jest z gleby głównie frakcja pyłowa. Natomiast ił koloidalny, z uwagi na właściwości zlepiające, ogranicza wmywanie cząstek glebowych. Na rysunku 2 przedstawiono przebieg wskaźnika zawartości frakcji pyłowej do iłu koloidalnego. Jak widać z przedstawionych wykresów, otrzymane w różnych partiach terenu wielkości stosunku zawartości frakcji pyłowej do iłu koloidalnego dla warstwy orno-próchnicznej były dość zróżnicowane. W poszczególnych transektach można

jednak zauważyć pewną prawidłowość. Otóż najniższe wartości wskaźnika stwierdzono w profilach glebowych położonych na wierzchołku. Na stoku przyjmowały one najczęściej wartości pośrednie, zaś najwyższe wartości odnotowano w profilach położonych u podnóża zbocza. Zwiększone zawartości pyłu w stosunku do łu koloidalnego, u podnóża każdego z wytypowanych transektów są efektem nagromadzenia w tych miejscach frakcji pyłowej w skutek jej wymywania z obszarów wyżej położonych. W wyniku erozji wodnej gleb na zboczach i wierzchołkach wzniesień pierwotny poziom orno-próchniczny uległ częściowemu lub całkowitemu zniszczeniu, zaś pod uprawę zostały wzięte warstwy głębsze, mające większą zawartość frakcji ilastych i cięższy skład granulometryczny.



Rys. 2. Wskaźnik zawartości frakcji pyłowej do łu koloidalnego dla warstwy orno-próchnicznej przy różnym położeniu profilu w analizowanych transektach.

Fig. 2. Index of silt to clay content in different location of soil profile in analyzed transects

4. Wnioski

1. Występujące na obszarze objętym badaniami gleby charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem przestrzennym. Jest to związane z bogatym urzeźbieniem terenu, ukształtowanym przez ostatnie zlodowacenie. Dominujące w pokrywie glebowej analizowanego terenu gleby płowe (83%) wykształciły się na wierzchołkach wzniesień i na zboczach. Pozostałą część terenu zajmują czarne ziemie, które wykształciły się u podnóża zboczy i w rynnach terenowych.
2. Gleby płowe charakteryzują się gorszymi, w stosunku do czarnych ziem, właściwościami fizykowodnymi. Zapasy wody przy pełnej pojemności wodnej i zapasy wody potencjalnie dostępnej dla roślin są w tych glebach niższe niż w czarnych ziemiach. Ma to istotne znaczenie dla gospodarki wodnej gleb w latach suchych lub w latach o niekorzystnym rozkładzie opadów. Występujące wówczas znaczne niedobory wody w profilach zlokalizowanych na wierzchołkach wzniesień i stokach o większym nachyleniu powodują obniżenie się plonów roślin uprawnych.
3. Przeprowadzone badania wykazały, że w wyniku wieloletniej intensywnej uprawy analizowane profile glebowe charakteryzują się znacznym zagęszczeniem warstwy podornej w stosunku do warstw orno-próchnicznych. Powoduje to zmniejszenie prędkości migracji wód opadowych w głąb profilu glebowego i sprzyja występowaniu spływów powierzchniowych i związanej z nimi erozji wodnej.
4. Stwierdzono zwiększone zawartości pyłu w stosunku do iltu koloidalnego w profilach gleb zlokalizowanych u podnóża każdego z wytypowanych transektów. Nagromadzenie frakcji pyłowej w tych profilach nastąpiło w skutek jej przemieszczania w dół stoku w procesie erozji wodnej. Ten proces powolnego, ale ciągłego skracania profilu glebowego spowodował, że pierwotny poziom orno-próchniczny gleb na zboczach i wierzchołkach wzniesień uległ częściowemu lub całkowitemu zniszczeniu. Pod uprawę zostały natomiast wzięte warstwy głębsze, o gorszych właściwościach fizykowodnych.

Literatura

1. Chudecki Z., Koćmit A., Tomaszewicz T.: Wpływ agrotechniki na rozwój erozji wodnej gleb w młodoglacjalnym krajobrazie Pomorza Zachodniego. Wyd. AR Lublin, 261÷276, 1991.
2. Chudecki Z., Koćmit A., Niedźwiecki E.: Przejawy i skutki erozji wodnej w strefie czołowo-morenowej Wyżyny Ińskiej w świetle wieloletnich badań. Geoecosystemy obszarów nizinnych, Ossolineum, Wrocław, 31÷33, 1993.

3. **Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.:** Struktura zagrożenia erozją wodną fizjograficznych krain Polski. Pamiętnik Puławski, Suplement do z. 101, Puławy, 23+49, 1992.
4. **Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.:** Erozja agroekosystemów. PIOŚ., Bibl. Monit. Środ. Warszawa, 1995.
5. **Koćmit A.:** Wpływ przyrodniczo-agrotechnicznych czynników na rozwój erozji wodnej w obrębie gleb uprawnych Pomorza Zachodniego. AR w Szczecinie. Rozprawy nr 113, 1988.
6. **Koćmit A.:** Charakterystyka zmian w morfologii i właściwościach gleb uprawnych spowodowanych erozją wodną w obszarach młodoglacjalnych Pomorza. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. z.460: 531+557, 1998.
7. **Marcinek J.:** Rozmiary erozji wodnej gleb w Wielkopolsce. Roczn. AR Poznań, 266, Mel. Inż. Środ., 14, 63+73, 1994.
8. **Marcinek J., Komisarek J., Kaźmierowski C.:** Degradacja fizyczne gleb płowych i czarnych ziem intensywnie użytkowanych rolniczo w Wielkopolsce. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 418: 141+147, 1995.
9. **Miatkowski Z.:** Zagęszczenie podglebia jako element procesu fizycznej degradacji gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., z.460: 431+443, 1998.
10. **Mocek A., Drzymala S., Maszner P.:** Geneza analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR Pozn., 416ss, 1997.
11. **Smedema L., Rycroft D.:** Land drainage: planning and design of agricultural drainage systems. Basford Academic and Educational Ltd London, 29+34, 1983.
12. **Szafrański Cz.:** Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji. Roczn. AR Poznań, Rozp. Nauk., z. 244, 1+98, 1993.
13. **Szafrański Cz., Fiedler M., Stasik R.:** Ocena natężenia erozji wodnej gleb w mikrozlewniach rolniczych Pojezierza Gnieźnieńskiego. IUNG, Prace Nauk., cz.2., Puławy, 157+167, 1996.
14. **Szafrański Cz., Fiedler M., Stasik R.:** Zróżnicowanie uwilgotnienia gleb w mikrozlewni rolniczej na Pojezierzu Gnieźnieńskim Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., z.460, 87+97, 1998.
15. **Woś A.:** Klimat Niziny Wielkopolskiej. Wyd. Nauk. UAM., Poznań 1994.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad właściwościami fizykowodnymi erodowanych gleb intensywnie użytkowanych rolniczo, prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska, położonej na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52°53'N, 17°28'E). Badania wykazały, że gleby płowe dominujące w pokrywie glebowej analizowanego terenu charakteryzują się gorszymi w stosunku do czarnych ziem właściwościami fizykowodnymi. W wyniku wieloletniej intensywnej uprawy analizowane profile glebowe charakteryzują się znacznym zagęszczeniem warstwy podornej. Powoduje to zmniejszenie prędkości migracji wód

opadowych w głąb profilu glebowego i sprzyja występowaniu spływów powierzchniowych. Wyniki badań wykazały zwiększone zawartości pyłu w stosunku do iltu koloidalnego, u podnóża każdego z wytypowanych transektów w stosunku do profili położonych wyżej. Stwierdzono, że w wyniku intensywnej uprawy gleb na zboczach i wierzchołkach wzniesień pierwotny poziom orno-próchniczny uległ częściowemu lub całkowitemu zniszczeniu, zaś pod uprawę zostały wzięte warstwy głębsze o zwiększonej zawartości frakcji ilastej.

Słowa kluczowe: właściwości fizykowodne, gospodarka wodna, małe zlewnie rolnicze.

Physical and water properties of eroded soils with intensive agriculture

Abstract

The paper presents results of investigation on eroded soils with intensive agriculture which has been carried out at Mokronosy Experimental Station of Department of Land Improvement and Environmental Development located on Gniezno Lakeland (52°53'N, 17°28'E). According to the results of investigations Udalfs which dominate in this area have worse physical and water properties than Aquolls. As a result of multiyear intensive tillage analyzed soils profiles have high compaction of subsoil. It causes the decrease of the rainfall water migration velocity into the deeper layers of soil profiles. The results show higher content of silt comparing to clay in the lower parts of transects than in their upper parts. Moreover the primary top layers of soil on slopes have been partially or totally destroyed as a result of sheet erosion and intensive tillage. This caused that the deeper layers of soil with heavier soil texture and bigger contents of clay have been submitted to tillage.

key words: physical and water properties, water management, small watersheds