

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 Ź Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A
NR 21

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



Spływy powierzchniowe w terenach falistych wschodniej części Pojezierza Poznańskiego

*Paweł Kozaczyk, Czesław Przybyła
Katedra Melioracji
i Kształtowania Środowiska,
Akademia Rolnicza
im. A. Cieszkowskiego
w Poznaniu*

1. Wstęp

Pojezierze Poznańskie usytuowane jest na południowym i południowo-wschodnim obrzeżu Kotliny Gorzowskiej, na zwiężeniu między tą kotliną, a Równiną Wrzesińską [1]. Formy geomorficzne występujące na tym obszarze to przede wszystkim równiny faliste moreny dennej, pagórki moren czołowych jak również równiny sandrowe. Jak wykazują liczne badania, [4,5] w pokrywie glebowej Pojezierza Poznańskiego występują powtarzające się układy hydrotoposekwencyjne gleb autogenicznych i semihydrogenicznych, które wynikają bezpośrednio z ich położenia w reliefie. Natomiast na stożkach sandrowych, pagórkach piaszczystych i pagórkach typu kemowego strefy marginalnej stadiu poznańskiego (Lewice, Pniewy, Duszniki, Buk) wykształciły się słabe gleby piaszczyste [1]. W strefie marginalnej występują również często gleby płowe między, którymi znajdują się gleby rdzawe wytworzone z piasków luźnych, żwirowatych oraz żwirów piaszczystych różnej genezy, jak również z piasków słabogliniastych i gliniastych oraz glin lekkich.

W bilansie wodnym prowadzonym dla gleb, które znajdują się w terenie o urozmaiconym reliefie istotną rolę mogą odgrywać spływy powierzchniowe [3,7,8,10]. Ich występowanie uzależnione jest od przebiegu warunków atmosferycznych oraz właściwości fizyczno-wodnych gleb. Wielkość i częstotliwość występowania opadów atmosferycznych wpływa na wzrost wilgotności gleby, co powoduje zmniejszenie szybkości infiltracji, a zwiększa wielkość spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych. Powszechnie przyjmuje się, że duże nachylenie stoku nie sprzyja wsiąkaniu wody w głąb gleby, a tym samym sprzyja powstawaniu dużych spływów. Określony jest natomiast wpływ szaty roślinnej i sposobu rolniczego użytkowania terenu, a więc czynnika antropogenicznego na rozmiary spływów powierzchniowych. Przy różnej i stale zmieniającej się w czasie okresu wegetacyjnego szacie roślinnej problemem staje się zjawisko intercepcji. Ma ona bezpośredni związek ze wskaźnikiem ulistnienia (LAI), który zależy od fazy rozwojowej danej rośliny oraz typu i powierzchni liści. Proces ten zależy od ewapotranspiracji rzeczywistej, intensywności opadu, jego natężenia oraz od niedosytu wilgotności powietrza [2,6,9]. Stwierdzono, że szata roślinna wpływa na zmniejszenie spływów powierzchniowych bezpośrednio poprzez intercepcję i zmniejszanie prędkości spływającej wody jak również pośrednio poprzez kształtowanie struktury gleby [11].

2. Cel i metodyka badań

Celem badań było określenie wielkości spływów powierzchniowych w terenach falistych, które mogą się pojawiać pod wpływem opadu naturalnego. Badania prowadzono w okresach wegetacji 1996 i 1997 roku na powierzchniach doświadczalnych Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska w miejscowościach Niepruszewo i Sapowice. Obiekty te leżą we wschodniej części Pojezierza Poznańskiego około 30 km na południowy zachód od Poznania. Oba wykazują podobną strukturę glebową. W najwyższych miejscach badanych terenów znajdują się gleby płowe, często powierzchniowo zerodowane. Często pomiędzy glebami płowymi znajdują się także gleby rdzawe. Gleby płowe wraz z rdzawymi stanowią około 85% całego obszaru badań. W Sapowicach w roku 1996 na analizowanej powierzchni znajdowała się pszenica ozima, w 1997 mieszanka pastwna, natomiast w Niepruszewie pastwisko kwaterowe, które było w użytkowaniu szósty rok. W podstawowym składzie botanicznym runi pastwiskowej znajdowała się kostrzewa łąkowa i czerwona, wiechlina zwyczajna, życica trwała oraz koniczyna biała.

Codziennie pomiary wielkości opadów atmosferycznych oraz ich natężenia prowadzono we własnym posterunku opadowym w Niepruszewie.

Terenowe pomiary współczynników infiltracji ustalonej w warstwie powierzchniowej oraz współczynników perkolacji na głębokości 35 cm wykonano przy pomocy podwójnych infiltrometrów cylindrycznych, przy stałej wysokości zalewu $h=10$ cm, w trzech powtórzeniach na każdym poziomie oznaczania.

W celu określenia wielkości spływów powierzchniowych zarówno na stoku w Sapowicach jak i w Niepruszewie założono w okresie wegetacyjnym 1996 roku poletka spływowe. Ich spadek podłużny wynosił w Sapowicach 43,8‰, a w Niepruszewie odpowiednio 130‰. Miały one wymiary 26 na 6 m (156 m^2). Poletka oddzielono od przyległego terenu ekranem z folii polietylenowej do głębokości 30 cm. Dodatkowo wykonano grobelki z gruntu rodzimego o wysokości 15 cm. Rynnę zbiorczą do przechwytywania spływów powierzchniowych ułożono ze spadkiem podłużnym około 3‰ w poprzek poletka spływowego.

Podstawowe właściwości wodne badanych profili glebowych określono z otrzymanych krzywych wodnej retencyjności gleby. Na ich podstawie ustalono ilość wody przy połowej pojemności wodnej (pF 2,0), wilgotności krytycznej (pF 3,0), oraz przy wilgotności trwałego więdnięcia (pF 4,2).

3. Wyniki badań

W tabeli 1 przedstawiono niektóre właściwości fizyczne i wodne badanych gleb. W Niepruszewie gleby profili I i II zaliczono do gleb rdzawych. Zbudowane były one w warstwie od powierzchni terenu do 55 cm z piasków słabogliniastych, natomiast piaski luźne zalegały w warstwie pomiędzy 60 do 120 cm. Natomiast profil III zaliczono do gleby deluwialnej piaszczystej. Warstwa wierzchnia 0÷75 cm zbudowana była z piasków słabogliniastych, poniżej występowały piaski luźne. Ze względu na podobny skład granulometryczny we wszystkich 3 profilach, zawartość wody przy połowej pojemności wodnej była podobna i wynosiła dla powierzchniowej, 50 cm warstwy gleby 81,5 mm. Natomiast w Sapowicach gleby profili 1 i 2 zaliczono do gleb płowych typowych, a profilu 3 do gleby rdzawej. W wierzchniej warstwie analizowanej powierzchni znajdował się piasek słabogliniasty. Zawartość wody przy połowej pojemności wodnej dla profili 1 i 2 dla 50 cm, wierzchniej warstwy gleby była równa i wynosiła 73,5 mm, dla profilu 3 wynosiła 66 mm.

Lata hydrologiczne 1995/96 i 1996/97 zakwalifikowano odpowiednio do mokrych i średniomokrych. W obu latach opady przekraczały średnią z wielolecia: w pierwszym o 80,1 mm, a w drugim 56,7 mm. Temperatury powietrza w obu rozpatrywanych latach były niższe od średniej z wielolecia odpowiednio o 1,3°C i 0,9°C. Okresy wegetacyjne obu lat były wilgotne i chłodne. W roku 1996 opad przekroczył średnią o 143,3 mm, a w 1997 o 83,9 mm.

Tabela 1. Niektóre właściwości fizyczne i wodne badanych gleb
Table 1. Some physical and water properties of investigated soils

Profil Nr Profile No	Warstwa Layer	Tekstura Texture	Substancja organiczna Organic mater	Gęstość fazy stałej Soil parti- cles density	Gęstość objętościowa gleby Bulk density	Porowatość Porosity	Zawartość wody w warstwie przy pF: Water content in layer at pF:			Współczynniki infiltracji ustalanej [cm·h ⁻¹] na głębokości [m] Percolation [cm·h ⁻¹] on the depth [m]	
							[cm]	[mm]	[mm]	0,00 (m)	0,35 (m)
Profil I Niepruszewo	0+30	ps	1,25	2,65	1,74	0,34	2,0	3,0	4,2	0,00 (m)	0,35 (m)
	30+38	ps	1,02	2,65	1,74	0,34	48,9	9,9	1,5		
	38+50	ps	0,73	2,65	1,79	0,34	13,0	2,6	0,4	10,2	36,8
	50+120	pl	0,25	2,65	1,60	0,39	19,6	4,0	0,6		
Profil II Niepruszewo	0+25	ps	1,36	2,65	1,74	0,34	79,1	7,0	0,7		
	25+35	ps	0,71	2,65	1,74	0,34	40,7	8,2	1,2		
	35+58	ps	0,32	2,65	1,74	0,34	16,3	3,3	0,5	9,2	36,4
	58+120	pl	0,25	2,65	1,60	0,39	37,5	7,6	1,1		
Profil III Niepruszewo	0+20	ps	1,51	2,65	1,76	0,33	70,4	6,6	0,6		
	20+40	ps	1,20	2,65	1,76	0,33	32,6	6,6	1,0		
	40+75	ps	0,94	2,65	1,76	0,33	32,6	6,6	1,0	8,4	28,6
	75+120	pl	0,77	2,65	1,67	0,37	57,0	11,5	1,7		
Profil 1 Sapowice	0+40	ps	1,31	2,65	1,66	0,37	50,4	4,5	0,4		
	40+50	ps	0,54	2,65	1,66	0,37	58,8	14,4	3,2		
	50+65	pgl	0,55	2,65	1,69	0,36	14,7	3,6	0,8	8,1	6,5
	65+90	pgl	0,60	2,65	1,69	0,36	24,9	8,9	2,4		
Profil 2 Sapowice	90+120	pgm	0,65	2,65	1,72	0,35	41,5	14,8	4,0		
	0+30	ps	1,34	2,65	1,66	0,37	68,1	35,7	12,6		
	30+38	ps	0,69	2,65	1,66	0,37	44,1	10,8	2,4		
	38+50	ps	0,61	2,65	1,67	0,37	11,8	2,9	0,6	5,3	4,0
Profil 3 Sapowice	50+95	pgm	0,44	2,65	1,68	0,36	17,6	4,3	1,0		
	95+120	pgl	0,42	2,65	1,69	0,36	102,2	53,6	18,9		
	0+30	ps	1,12	2,65	1,64	0,38	41,5	14,8	4,0		
	30+38	ps	0,28	2,65	1,64	0,38	51,5	12,6	2,8	4,2	9,1
	38+50	ps	0,24	2,65	1,64	0,38	24,0	2,5	0,30		
						57,6	6,0	0,6			

Temperatura w pierwszym z wymienionych lat była niższa o 1°C, w drugim odpowiednio o 0,5°C. Półrocza zimowe obu lat okazały się najbardziej suchymi i zimnymi w okresie prowadzonych badań. W roku 1996 opad był niższy od średniej z wielecia o 57,2 mm, a temperatura o 1,7°C. W roku 1997 odpowiednio o 55,6 mm i 1,5°C.

Przy analizie warunków meteorologicznych w okresie wegetacyjnym ważna jest także ilość dni bezopadowych, w których następuje wysuszenie wierzchnich warstw profilu glebowego poprzez kumulowaną ewapotranspirację rzeczywistą.

W tabeli 2 przedstawiono liczbę okresów bezopadowych dla sezonów wegetacji poszczególnych lat badań. W czasie wegetacji roku 1996 zaliczonym do mokrych okres o najmniejszej ilości dni bezopadowych wystąpił aż 14 razy. Z kolei w analogicznym okresie roku 1997 uznanym również za mokry pojawił się 6-krotnie. Jednak w tym roku zaobserwowano 5 ciągów dni bez opadów o długości pomiędzy 9 a 12 i 2 o długości powyżej 12 dni.

Tabela 2. Liczba okresów bezopadowych w poszczególnych latach badań
Table 2. Number of periods without precipitation in particular investigated years

Okresy bezopadowe: The periods without precipitation:	Okres wegetacji Vegetation period	
	1996	1997
	Liczba okresów bezopadowych	
5 do 8 doby 5 to 8 days	14	6
9 do 12 doby 9 to 12 days	2	5
Powyżej 12 doby Above 12 days	0	2

W okresach wegetacyjnych 1996 i 1997 prowadzono pomiary spływów powierzchniowych w relacji do sum opadów atmosferycznych na założonych poletkach spływowych zarówno na stoku w Niepruszewie jak i Sapowicach. W tabeli 3 i 4 przedstawiono wielkości pomierzonych spływów.

Tabela 3. Spływy powierzchniowe z analizowanej powierzchni badawczej w okresie wegetacyjnym 1996 i 1997 w Sapowicach. Okres wegetacyjny roku 1996 [pszenica ozima], 1997 mieszanka pastewna [owies, jęczmień, groch]

Table 3. Surface outflow from analysed investigated area in vegetation periods 1996 and 1997 year in Sapowice. Vegetation period in 1996 year [winter whet], 1997 year fodder plant mixture [oat, barley, pea]

Okresy pojawiania się spływów powierzchniowych outflows appearance	Opad skorygowany [mm] Corrected precipitation [mm]	Spływ powierzchniowy [dm ³] Surface outflow [dm ³]	Wskaźniki spływu powierzchniowego [mm] Indices of surface outflow [mm]	Współczynnik spływu powierzchniowego w [%] Surface outflow coefficient in [%]	Maksymalne natężenie opadu [mm/min] Maximum intensity of precipitation [mm/min]
1	2	3	4	5	6
25IV-9V 1996	49,7	2	0,013	0,02	0,18
8VII-10VII 1996	92,8	49	0,30	0,35	0,36
10VII-12VII 1996	28,8	18	0,11	0,40	0,25
12VII-18VII 1996	19,9	4	0,02	0,10	0,31
18VII-1VIII 1996	35,3	41,8	0,26	0,78	0,47
12VIII-23VIII 1996	26,5	16,5	0,1	0,41	0,38
23VIII-4IX 1996	57,3	34	0,23	0,40	0,37
1IV-30IX 1996	505,7	-	1,033	0,20	-
13V-27V 1997	32,7	47	0,37	1,13	0,30
24VI-9VII 1997	112,5	55	0,43	0,88	0,50
9VII-24VII 1997	38	13	0,08	0,21	0,22
29VIII-12IX 1997	70,5	41,5	0,26	0,36	0,65
1IV-30IX 1997	435,2	-	1,94	0,44	-

Tabela 4. Splywy powierzchniowe z analizowanej powierzchni badawczej w okresie wegetacyjnym lat 1996 i 1997 w Niepruszewie. Okres wegetacyjny roku 1996, 1997 [pastwisko]

Table 4. Surface outflow from analysed investigated area in vegetation periods 1996 and 1997 year in Niepruszewo. Vegetation period 1996, 1997 year [pasture]

Okresy pojawiania się splywów powierzchniowych Periods of surface outflows appearance	Opad skorygowany [mm] Corrected precipitation [mm]	Splyw powierzchniowy [dm ³] Surface outflow [dm ³]	Wskaźniki splywu powierzchniowego [mm] Indices of surface outflow [mm]	Współczynnik splywu powierzchniowego w [%] Surface outflow coefficient in [%]	Maksymalne natężenie opadu [mm/min] Maximum intensity of precipitation [mm/min]
25IV-9V 1996	51,4	1,8	0,02	0,03	0,16
8VII-10VII 1996	102	20,5	0,29	0,28	0,33
23VIII-4IX 1996	54,3	12	0,17	0,31	0,35
1IV-30IX 1996	516,3	-	0,48	0,09	-
25IV-9V 1997	108	28	0,40	0,37	0,20
29VIII-12IX 1997	74,8	22	0,31	0,41	0,61
1IV-30IX 1997	454,3	-	0,71	0,15	-

4. Podsumowanie

Jak wynika z tabeli 3 zmierzone splywy powierzchniowe na analizowanej powierzchni w Sapowicach wynosiły w okresie wegetacji 1996 roku 0,2% ogólnej sumy opadów, a w analogicznym czasie roku 1997 0,44% ogólnej sumy opadów. Ma to bezpośredni związek z ilością okresów, w których wystąpiły splywy powierzchniowe na tym poletku doświadczalnym. Pomimo, że wskaźnik splywu powierzchniowego w okresie wegetacji 1996 był mniejszy niż w analogicznym okresie 1997 roku, jego częstsze występowanie (7 krotne) powodowało bardziej równomierny odpływ w dół stoku niż w okresie wegetacji 1997 (4 krotne wystąpienie okresów splywu powierzchniowego). Fakt ten należy również rozpatrywać w powiązaniu z większą ilością opadów, ich większą intensywnością oraz z większą liczbą występowania krótkich okresów bezopadowych (tabela 2) w sezonie wegetacyjnym 1996 roku. Okresy te powodowały zaskorupienie wierzchniej warstwy gleby przez co splyw powierzchniowy w tym sezonie uruchamiał się szybciej i przy mniejszej ilości opadu.

W Niepruszewie (tabela 4) wielkości spływów powierzchniowych były również małe i wahały się od 0,09% (1996) do 0,15% (1997) ogólnej sumy opadów występujących w obu okresach wegetacyjnych. Mniejsza ilość spływu powierzchniowego niż w Sapowicach wiązała się z odmienną szatą roślinną występującą w obu sezonach na badanych powierzchniach doświadczalnych, a tym samym z inną i inaczej rozłożoną w czasie intercepcją.

Mała ilość wody, która mogła zasilić stanowisko znajdujące się u podnóża stoku (Profil III) w Niepruszewie spływem powierzchniowym miała związek z wysokimi współczynnikami infiltracji ustalonej charakterystycznych dla analizowanych stanowisk oraz z występowaniem roślin pastwiskowych, które w bardzo silny sposób przeciwdziałają powstawaniu spływów powierzchniowych.

Literatura

1. Bartkowski T.: *Rozwój polodowcowej sieci hydrograficznej w Wielkopolsce Środkowej*. Zesz. Nauk. UAM Poznan. Ser. Geografia, 1. 1957.
2. Kędziora A.: *Podstawy agrometeorologii*. PWRiL, Oddział w Poznaniu, s.1÷264, 1995.
3. Kosturkiewicz A., Szafranski Cz.: *Spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe w bilansie wodnym gleb PTPN*. Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. 54, 1983.
4. Marcinek J., Spychalski M., Komisarek J.: *Obieg wody w mikrozelewni rolniczej*. W: *Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym*. Zakład Badań Środ. Roln. i Leśn. PAN, s. 69÷97, 1990.
5. Marcinek J., Spychalski M., Komisarek J.: *Dynamika wody w glebach autogenicznych i semihydrogenicznych w układzie toposekwencyjnym falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego*. Rocz. AR w Poznaniu, CCLXVII, s. 131÷145, 1994.
6. Monteith J. L.: *Vegetation and the atmosphere* r. 1, Principles. Academic Press., London, 1975.
7. Przybyła Cz., Kozaczyk P.: *Bilanse wodne gleb deszczowanych pastwisk połowych w warunkach zróżnicowanego ukształtowania terenu*. AR Poznań cz. I: s. 157÷165, 1995.
8. Przybyła Cz., Kozaczyk P.: *Wpływ ukształtowania terenu na dynamikę zmian uwilgotnienia deszczowanych gleb*. Roczniki AR w Poznaniu, CCXCIV Melior. Inż. Środ. 19. cz. 2, s. 169÷182, 1997.
9. Soczyńska U.: *Procesy hydrologiczne*. PWN, Warszawa, s. 1÷244, 1989.
10. Szafranski Cz.: *Spływy powierzchniowe i erozja wodna gleb na bogato rzeźbionych terenach polodowcowych*. Zesz. nauk. AR Krak., 35, 1992.
11. Szafranski Cz.: *Gospodarka wodna gleb terenów bogato-rzeźbionych i potrzeby ich melioracji*. Roczniki AR w Poznaniu, rozprawy naukowe, z. 244, 1993.

Streszczenie

W referacie przedstawiono wielkości spływów powierzchniowych z poletek eksperymentalnych zlokalizowanych na zboczach w miejscowościach Niepruszewo i Sapowice, znajdujących się we wschodniej części Pojezierza Poznańskiego. Badania prowadzono w okresach wegetacyjnych 1996 i 1997 roku. Stwierdzono, że wielkość spływów powierzchniowych w tych okresach wahała się od 0,09% do 0,44% ogólnej sumy opadów.

Surface Outflow on the Waved Areas of the Eastern Part of Poznańskie Lakeland

Abstract

This paper presents a magnitude of surface outflow from the experimental plot located on the slopes in the experimental farms in Niepruszewo and Sapowice, in the eastern part of Poznańskie Lakeland. The investigation was carried out in the vegetation period in the year 1996 and 1997. The obtained results confirm, that the magnitude of surface outflow in this periods were small and fluctuated from 0.09% to 0.44% of total precipitation.