

**INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ZAKŁAD GLEBOZNAWSTWA EROZJI I OCHRONY GRUNTÓW**

**OCENA RETENCJI WODY W GLEBIE I ZAGROŻENIA SUSZĄ
W OPARCIU O BILANS WODNY
DLA OBSZARU WOJEWÓDZTWA DOLNOŚLĄSKIEGO**

Puławy, grudzień 2013

1. Szczegółowy zakres opracowania

Szczegółowy zakres prac obejmuje opracowanie:

1. Mapy całkowitej pojemności wodnej (CPW) w profilu glebowym
2. Mapy wody niedostępnej dla roślin (PTWR) w profilu glebowym
3. Mapy wody dostępnej dla roślin (WOD) w profilu glebowym
4. Mapy podatności gleb na suszę rolniczą uwzględniającą efektywną strefę korzeniową roślin
5. Mapy przestrzennego rozkładu opadów atmosferycznych z wyróżnieniem okresu wiosennego (kwiecień-czerwiec), wegetacyjnego (kwiecień-październik) oraz całego roku
6. Mapy potencjalnego zagrożenia suszą rolniczą
7. Mapy rzeczywistych zasięgów suszy rolniczej w latach 2007-2013

2. Charakterystyka właściwości wodnych w profilu glebowym

Gleba jest naturalnym zbiornikiem dla wód opadowych, a jej możliwości retencyjne zależą głównie od składu granulometrycznego. Gleby zwarte wytworzone z glin i ilów posiadają duże możliwości retencjonowania wody, w przeciwieństwie do gleb lekkich wytworzonych z utworów piaszczystych, których możliwości retencyjne są znacznie mniejsze, nawet 2,5 krotnie w stosunku do gleb zwartych.

Retencja wodna gleb jest to zdolność do gromadzenia wody pochodzącej z opadów atmosferycznych, spływu powierzchniowego i podpowierzchniowego oraz podsiąku kapilarnego. Wartość siły ssącej wiążącej wodę w glebie charakteryzowana jest wysokością słupa wody, który może być podtrzymywany dzięki tej sile. W praktyce wartość siły ssącej (potencjału wodnego - pF) wyraża się przy pomocy jej logarytmu dziesiętnego.

- **całkowita (maksymalna) pojemność wodna (CPW)** – maksymalna ilość wody jaką gleba może zgromadzić w profilu, odpowiadająca całkowitemu nasyceniu wodą wolnych przestrzeni międzycząsteczkowych i międzyagregatowych, zmniejszonych o objętość zamkniętych banieczek powietrza – ($pF < 2,0$),
- **polowa pojemność wodna (PPW)** – zawartość wody w glebie stwierdzona po swobodnym odpływie wody grawitacyjnej z warstwy uprzednio całkowicie nasyconej wodą, przy braku

oddziaływania wody gruntowej i przerwaniu parowania terenowego w glebie – (pF 2,0 – 2,85),

- **woda odpowiadająca punktowi** (wilgotności) **trwałego wędnięcia roślin (PTWR)** – woda niedostępna dla roślin, dla której siły ssące systemu korzeniowego i przewodność kapilar są zbyt małe by rośliny mogły z niej korzystać, występują oznaki trwałego wędnięcia roślin – (pF > 4,2).

Na podstawie powyższych kategorii wody obliczona została ilość **wody ogólnie dostępnej dla roślin** w poszczególnych warstwach profilu (**WOD = PPW – PTWR**), a po jej zsumowaniu całkowita retencja w profilu pF 2,0 – 4,2.

3. Metoda opracowania

Mapy charakteryzujące właściwości profilu glebowego opracowano poprzez przypisanie do gatunków gleb parametrów CPW, PTWR i PPW charakteryzujących właściwości retencyjne gleb.

Wartości parametrów PPW i PTWR określono w wyniku pomiarów dla podstawowych gatunków gleb ornych (Ślusarczyk 1975; 1979). Dane uzupełniono typowymi wartościami PPW i PTWR dla gleb organicznych i wartościami CPW dla gleb mineralnych i organicznych (Zawadzki 1999) oraz określonymi metodami eksperckimi wartościami dla gleb szkieletowych i żwirów. Użyte w opracowaniu wartości wyrażone w mm wody zawartej w warstwie gleby o miąższości 1 metra zebrano w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości parametrów retencyjnych gleb wyróżnionych na mapach.

Gatunki gleb	CPW [mm]	PPW [mm]	PTWR [mm]	WOD [mm]	Inne gatunki
sk, w	30	25	5	20	
sz, r	150	80	10	70	
zp	188	55	9	46	z
zg	208	160	60	100	
pl, plp	377	110	18	92	bl(F,FG,G), plw
ps, psp	337	145	28	117	p, l(R), dl
pgl, pglp	369	175	37	138	l(F,FG,G), puste (M), lp
pgm, pgmp	368	210	55	155	
gl, glp	407	270	85	185	s(F,FG,G), sp, ds.
gs, gsp	417	320	115	205	c(F,FG,G), s(R), cp(F)
gc, gcp	501	400	160	240	c(R), dc
plz	466	300	100	200	l(nie F nie FG nie R), ls
pli	479	360	116	244	wl, ga
i, ip	506	460	240	220	li, bc(F,FG,G), ic
m, mt, tm	700	400	150	250	puste(E)
t, n, v	900	500	200	300	tn

W przypadku gleb będących mieszaniną dwu gatunków które oznaczono na mapach jako dwa gatunki połączone symbolem „/” ich parametry retencyjne (PTWR i PPW) obliczono jako średnie dla obu tych gatunków. Najczęściej takie przypadki w województwie dolnośląskim dotyczyły gleb ciężkich (pyły, gliny, ily) przemieszanych z utworami szkieletowymi.

Ilości wody w mm w poszczególnych warstwach profilu odpowiadające parametrom CPW, PPW i PTWR zostały obliczone poprzez przemnożenie parametru z tabeli 1 wyrażonego w mm wody przypadającej na 1 m miąższości gleby poprzez rzeczywistą miąższość danej warstwy wyrażoną w metrach. Dla warstw określonych w bazie mapy glebowo-rolniczej jako PODŁOŻE na jakie podzielono profil dla celów mapy glebowo-rolniczej są to odpowiednio miąższości: 0,125 m dla PODŁOŻA1; 0,25 m dla PODŁOŻA2; 0,375 m dla PODŁOŻA3; 0,5 m dla PODŁOŻA4 i 0,25 m dla PODŁOŻA5. Sumując uzyskane w ten sposób wartości CPW_i , PPW_i , $PTWR_i$ dla poszczególnych warstw numerowanych indeksem „i” uzyskano ilości wody dla CPW, PPW i PTWR w całym profilu:

$$CPW = \sum_{i=1}^5 CPW_i$$

$$PPW = \sum_{i=1}^5 PPW_i$$

$$PTWR = \sum_{i=1}^5 PTWR_i$$

Tak uzyskane wartości dla całego profilu glebowego o miąższości 1,5 m zostały zobrazowane na mapach: 1 gdzie zobrazowano CPW i 2 gdzie zobrazowano PTWR.

Ilość wody ogólnie dostępnej WOD w całym profilu glebowym obliczono jako różnicę: PPW-PTWR na podstawie ich wartości wyrażonych w mm dla całego profilu glebowego o miąższości 1,5 m. Tak uzyskane wartości WOD zobrazowano na mapie 3.

3.1. Mapa podatności gleb na suszę rolniczą - określa potencjalne zasoby wody ogólnie dostępnej dla roślin w poszczególnych warstwach profilu glebowego (WOD_i) i efektywną strefę korzeniową roślin, tzn. zasięg korzeni i możliwości poboru wody z poszczególnych warstw profilu do głębokości 1,5m. Efektywność strefy korzeniowej oznacza, że warstwa wierzchnia gleby do głębokości 37,5cm zaspokaja potrzeby wodne rośliny w 50%, warstwa gleby na głębokości 37,5 – 75cm zaspokaja potrzeby wodne rośliny w 30%, warstwa gleby na głębokości 75 – 125cm zaspokaja potrzeby wodne rośliny w 15% i warstwa na głębokości

125 – 150 cm zaspokaja potrzeby wodne rośliny w 5%. Aby obliczyć zasób wody ogólnie dostępnej (WOD) w profilu dla systemu korzeniowego należy pomnożyć zasób wody WOD_i w poszczególnych warstwach profilu przez efektywność strefy korzeniowej

Mapa powstała na podstawie sklasyfikowanej informacji o zdolnościach retencyjnych gleb z uwzględnieniem zróżnicowania poboru wody z poszczególnych warstw profilu glebowego przez rośliny.

Końcowy wzór wg którego wyliczono efektywną ilość wody ogólnie dostępnej EWOD ma postać:

$$EWOD = \frac{50 \cdot WOD_1 + 50 \cdot WOD_2 + 30 \cdot WOD_3 + 15 \cdot WOD_4 + 5 \cdot WOD_5}{50 \cdot 0,125 + 50 \cdot 0,25 + 30 \cdot 0,375 + 15 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,25}$$

Mianownik w powyższym wzorze jest czynnikiem normującym dzięki któremu EWOD w mm jest równe WOD w mm dla warstwy gleby o miąższości 1 metra w sytuacji gdy efektywność poboru wody ze wszystkich warstw jest taka sama. Dzięki takiej specyfikacji EWOD wartości tego parametru mogą być bezpośrednio porównywane z wartościami WOD dla poszczególnych gatunków gleb zebranymi w tabeli 1. Poprzez takie porównanie dokonano klasyfikacji wartości EWOD do 4 kategorii podatności gleby na suszę:

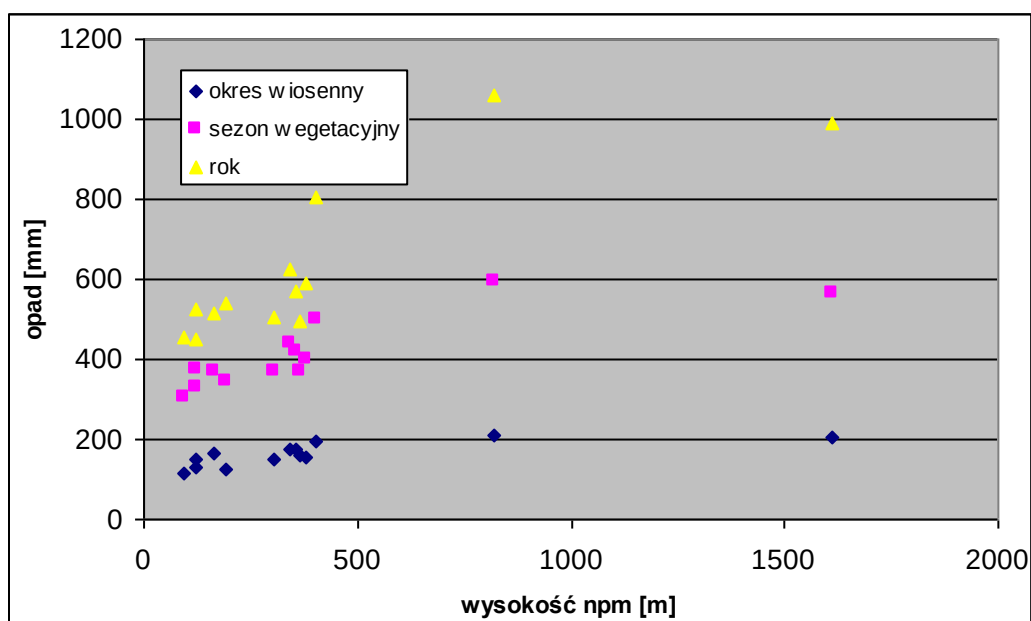
Tabela 2. Wartość wody ogólnie dostępnej (WOD) dla systemu korzeniowego w profilu glebowym dla poszczególnych kategorii podatności gleb na suszę

Nr kategorii podatności gleby na suszę	Nazwa kategoria podatności gleby na suszę	Wartość WOD dla systemu korzeniowego (mm)
I	bardzo podatne	< 127,5
II	podatne	127,5 - 170
III	średnio podatne	170 – 202,5
IV	mało podatne	>202,5

3.2. Mapa przestrzennego rozkładu opadów w województwie.

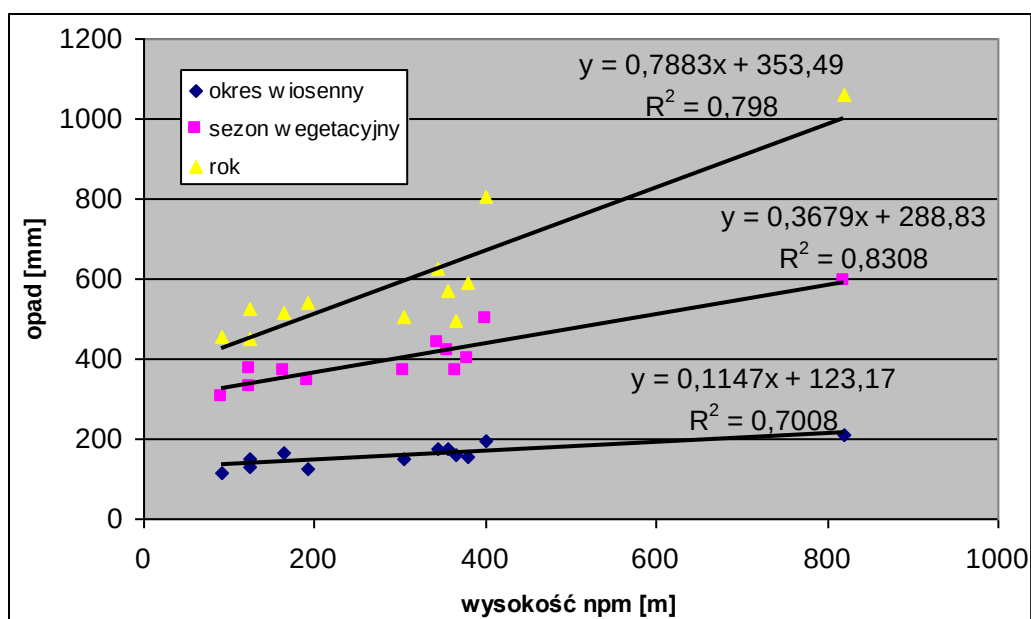
Mapa powstała w oparciu o interpolację wartości opadów z 4 stacji leżących w obrębie województwa dolnośląskiego i 9 stacji leżących w jego sąsiedztwie. Średnie wartości opadów dotyczą serii 30 lat pomiędzy rokiem 1981 a rokiem 2010. Interpolację wykonano w trzech etapach.

W pierwszym etapie określono związek pomiędzy wysokością stacji w metrach n.p.m. a wysokością opadów w mm. Jak widać na poniższym wykresie (rys. 1) związek ten okazał się nieliniowy. Opady rosną wraz z wysokością jedynie do wysokości około 820 m (stacja w Czechach: Pec pod Sněžkou) a następnie stabilizują się (stacja na Śnieżce 1613m).



Rys. 1 Związek pomiędzy wysokością a opadami.

Z uwagi na to liniowy związek pomiędzy wysokością i opadami określono tylko do wysokości 820m (Rys. 2). Określenie tego związku powyżej tej wysokości jest trudne ponieważ nie dysponujemy odpowiednią ilością stacji w tym regionie na tych wysokościach. Na szczęście nie jest to istotne ponieważ na wysokościach powyżej 820m w województwie dolnośląskim nie ma gruntów ornych na których określenie podatności na susze miało by znaczenie. Także wysokość opadów wskazuje na to że problemu suszy nie należy się w tych obszarach spodziewać. W dalszych obliczeniach przyjmowano więc że powyżej wysokości 820m wartości opadów są takie same jak na wysokości 820m.



Rys. 2. Równania opisujące związek pomiędzy wysokością do 820m a opadami.

Jak widać szybkość wzrostu opadów wraz z wysokością zależy od okresu w którym określamy opady. Najszybciej wraz z wysokością rosną opady roczne a najwolniej opady wiosenne.

W drugim etapie interpolacji w oparciu o uzyskane równania dokonano wyliczenia hipotetycznej wielkości opadów w poszczególnych stacjach na wysokości odpowiadającej poziomowi morza. Tak uzyskane wartości opadów interpolowano przestrzennie z użyciem metody IDW (Inverse Distance Weighted) przy użyciu ustawień domyślnych w programie ArcGIS.

W trzecim etapie do uzyskanych wartości z interpolacji opadów na poziomie morza dodano opad wynikający z zależności od wysokości. Dodania dokonano na całym obszarze województwa z wykorzystaniem informacji o wysokości zawartych w numerycznym modelu terenu o rozdzielczości 40m. Uzyskane w ten sposób warstwy wynikowe dla trzech okresów w których określano średni opad przedstawiono na mapach 5a, 5b i 5c.

3.3. Mapa potencjalnego zagrożenia suszą rolniczą.

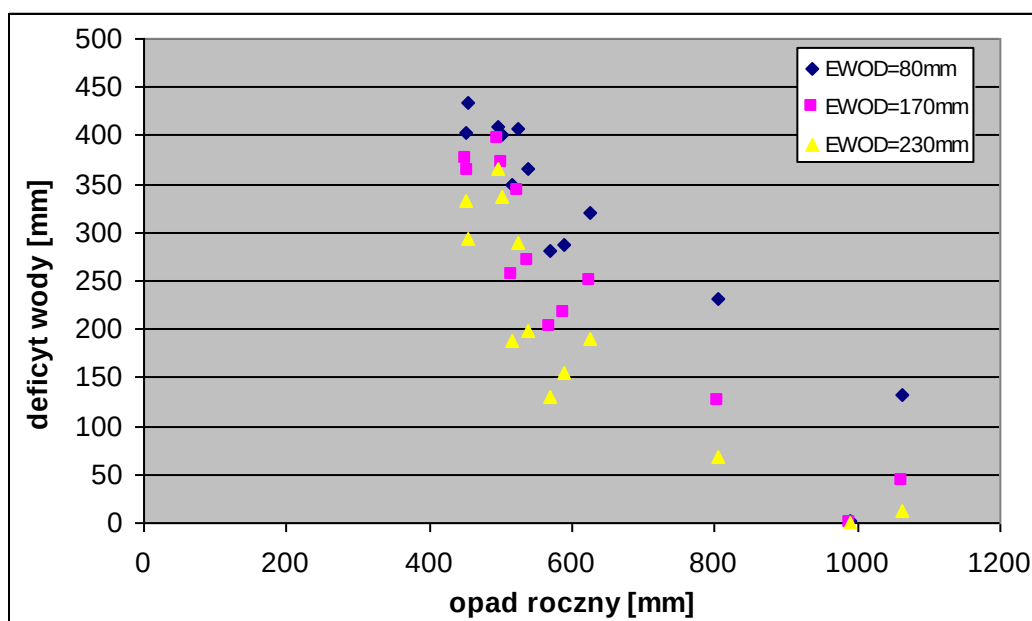
Mapa powstała w oparciu o model bilansu wodnego gleb, informacje o glebach na mapie glebowo-rolniczej i wyinterpolowaną wysokość opadów.

Model bilansu wodnego gleb wykorzystano do znalezienia ilości wody DW (deficyt wody) która należy dodać aby nie następowała redukcja ewapotranspiracji powodująca

ograniczenia w produkcji biomasy. W tym celu do dziennych danych z stacji meteorologicznych dla lat 2006-2010 zastosowano równanie:

$$DW = \text{MAX}(0; ET_0 \cdot K_s(EWOD) \cdot K_c - \text{opad})$$

Do obliczeń ewapotranspiracji potencjalnej ET_0 , oraz funkcji zawartości wody w glebie K_s i funkcji stopnia rozwoju szaty roślinnej K_c zastosowano schemat kalkulacji opracowany przez FAO do określania potrzeb nawodnień (FAO 2001). Sumaryczny średni roczny deficyt wody uzyskany z modelu przedstawiono w funkcji opadów na poniższym wykresie (Rys. 3)



Rys 3. Zależność pomiędzy deficytem wody a opadem i EWOD.

Jak widać im większa efektywna ilość wody dostępnej w strefie korzeniowej (EWOD) tym mniejsze deficyty wody (DW). Z uwagi na potrzebę wyinterpolowania wyników określenia deficytu wody na cały obszar województwa poszukiwano równania liniowego które wiąże deficyt wody z wysokością opadów i EWOD. Uzyskano następujące wyniki:

$$DW = 946 - 0,75EWOD - 3,56P_{wiosna}; R^2 = 0,72$$

$$DW = 899 - 0,75EWOD - 1,28P_{sezonweget}; R^2 = 0,84$$

$$DW = 729 - 0,75EWOD - 0,574P_{rok}; R^2 = 0,85$$

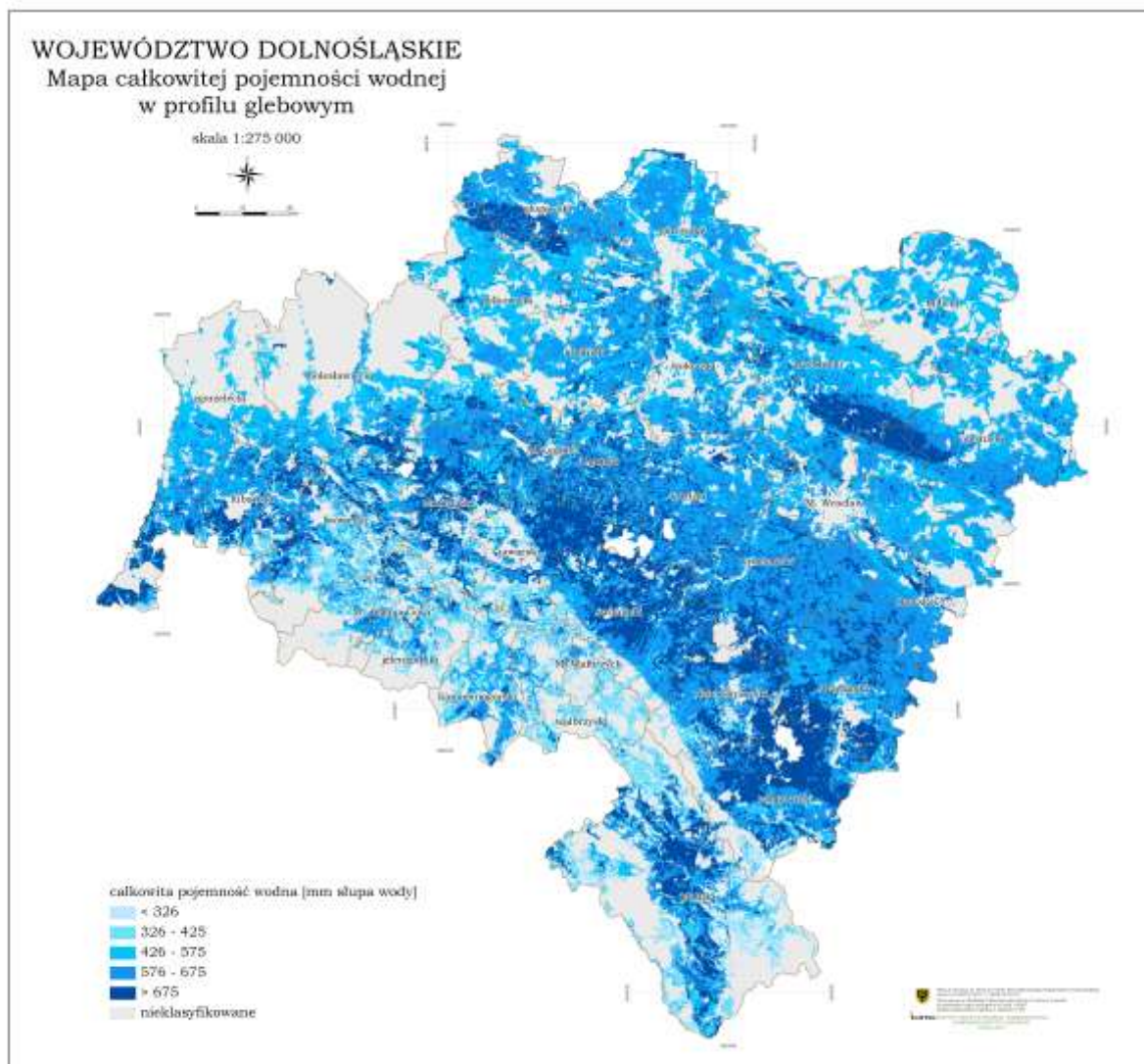
Z uwagi na to że równanie wykorzystujące opady roczne posiada najwyższy współczynnik determinacji zostało ono wykorzystane do obliczenia deficytu wody w województwie obrazującego potencjalne zagrożenie suszą rolniczą.

3.4. Mapa rzeczywistych zasięgów suszy rolniczej w województwie w latach 2007-2013

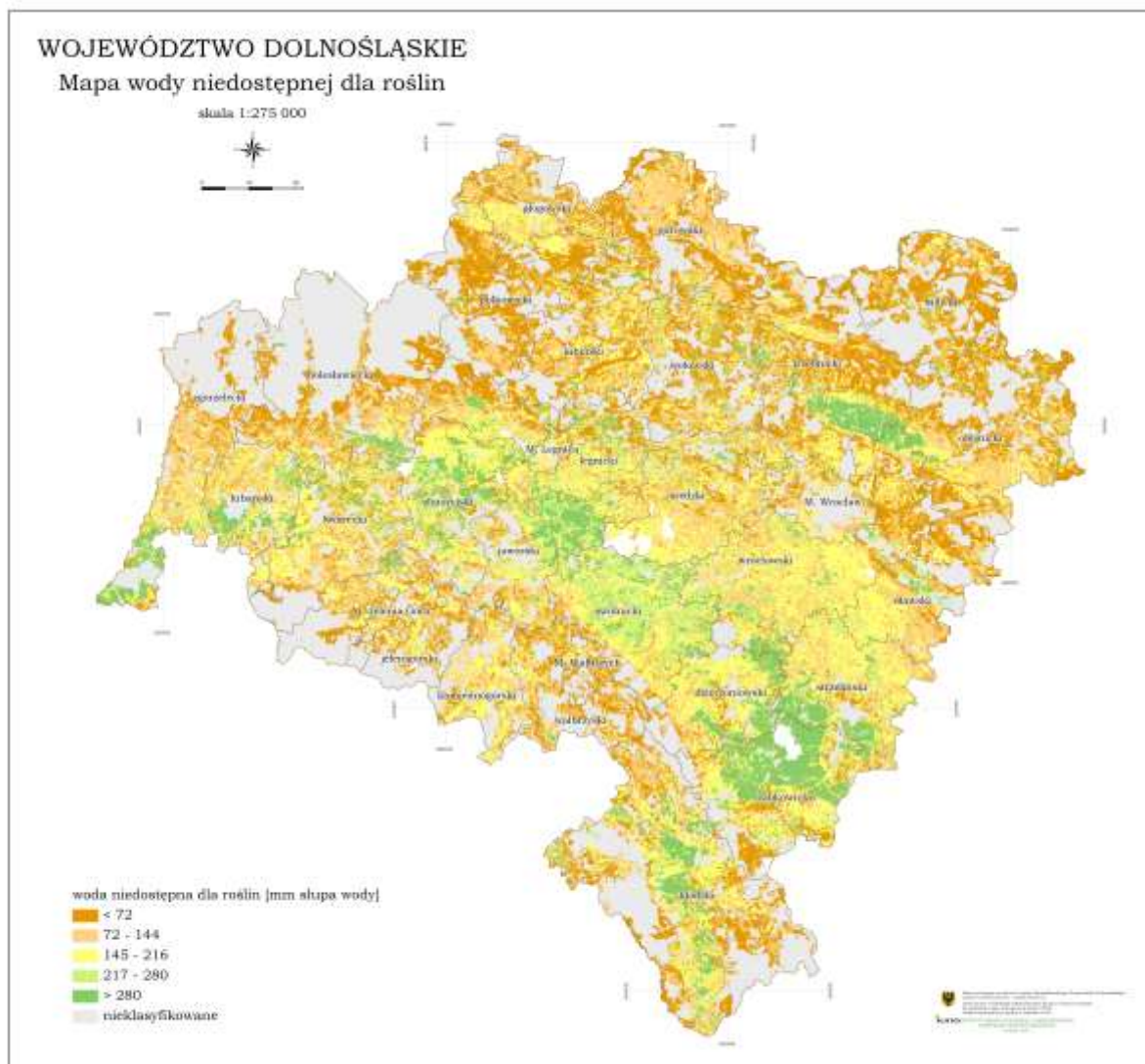
Mapa powstała przez zsumowanie rzeczywistych stref zasięgów suszy rolniczej w województwie dla poszczególnych gatunków i grup roślin wykazanych w systemie monitoringu suszy rolniczej w latach 2007-2013. Przedstawia maksymalny zasięg suszy jaki wystąpił w analizowanym okresie.

4. Ocena retencji wody w glebie oraz zagrożenia suszą rolniczą

Warunki retencyjne gleb w województwie dolnośląskim są silnie zróżnicowane i zależą głównie od uziarnienia (gatunku gleby) warstw profilu glebowego. Wartość całkowitej pojemności (CPW) gleb w profilu 1,5m wahają się od kilkudziesięciu mm do ponad 1000 mm (rys. 4). Największe zasoby całkowitej pojemności wodnej występują w środkowej części województwa w granicach powiatu ząbkowickiego, dzierzoniowskiego, jaworskiego i złotoryjskiego (rys. 4). W profilu gleby występuje woda bardzo silnie związana z cząsteczkami gleby ($pF > 4,2$) określona mianem wody odpowiadającej punktowi trwałego wędnięcia roślin (PTWR), którą siły ssące korzeni roślin nie są w stanie pokonać. Wartość wody niedostępnej dla roślin w glebach województwa dolnośląskiego zawiera się w przedziale od kilkudziesięciu mm do ponad 300 mm (rys. 5). Największe zasoby wody



Rys. 4. Mapa całkowitej pojemności wodnej gleb (CPW)

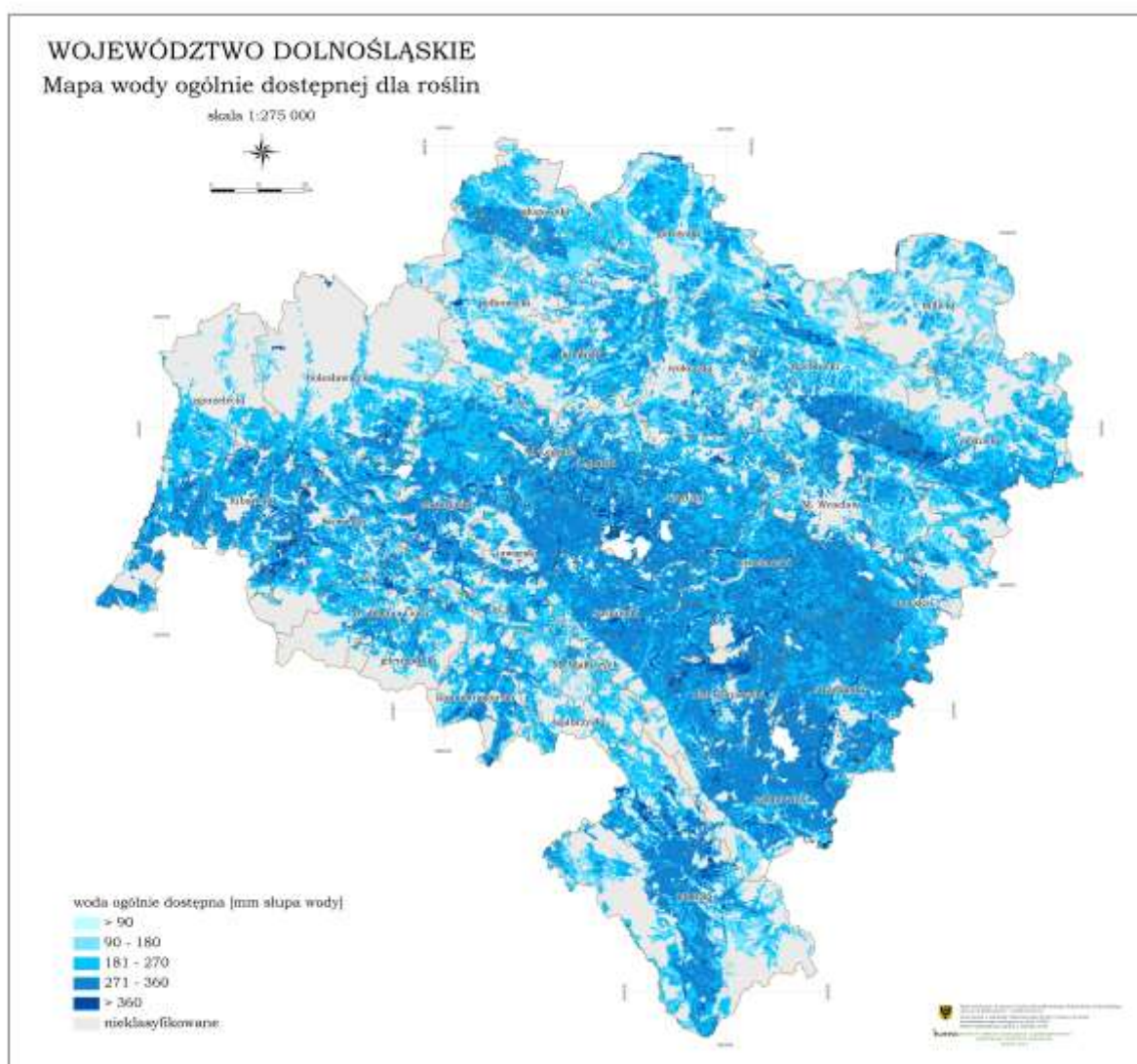


Rys. 5. Mapa wody niedostępnej dla roślin (PTWR)

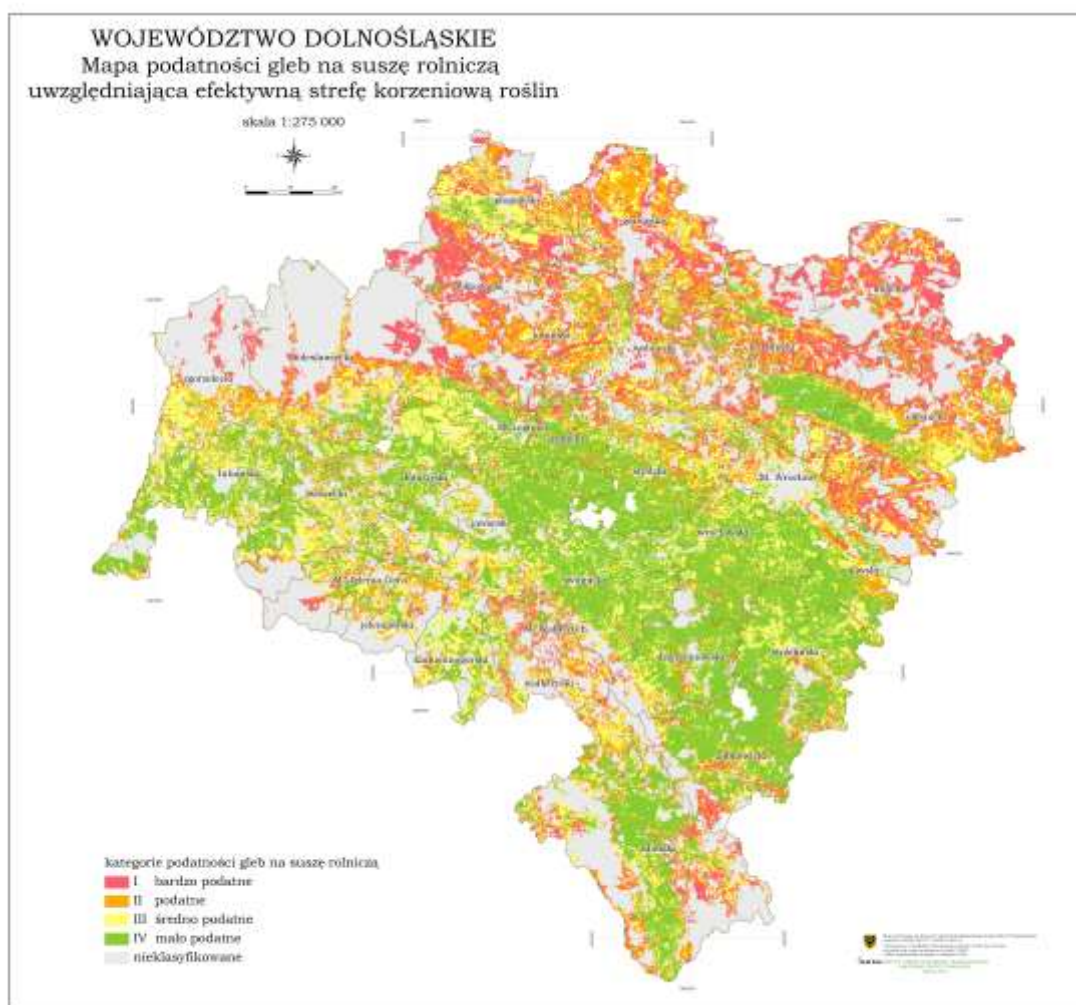
niedostępnej występują na glebach zwięzłych wytworzonych z utworów ilastych, gliniastych oraz lessów ilastych (rys. 5). Dla roślin najważniejsze są zasoby wody ogólnie dostępnej, którą w całości mogą wykorzystać w procesach fizjologicznych. Wartość wody ogólnie dostępnej w profilu w województwie zawiera się w przedziale od kilkudziesięciu mm na glebach bardzo lekkich i płytkich do ponad 400 mm na glebach zwięzłych o pełnym profilu gleby. Największe zapasy WOD występują w powiatach: ząbkowickim, dzierzoniowskim, strzelińskim, wrocławskim, świdnickim, jaworskim i złotoryjskim (rys. 6).

Zróżnicowanie budowy profilu glebowego pod względem uziarnienia, jak również głębokości zalegania poszczególnych warstw genetycznych i ich miąższości ma bezpośredni wpływ ilość retencjonowanej wody oraz jej dostępność dla roślin. Gleby zwięzłe o pełnym profilu gleby mają ponad dwukrotnie większe możliwości retencjonowania wody od gleb bardzo lekkich.

Głębokość zalegania zasobów wodnych w profilu glebowych ma bezpośredni wpływ na dostępność wody dla systemu korzeniowego. Z tego względu zasoby wodny zalegające w dolnych warstwach profilu są w mniejszym stopniu wykorzystywane przez rośliny pomimo podsiąku kapilarnego. Gleby bardzo lekkie i lekkie, zarazem podatne na suszę rolniczą występują głównie w północnej części województwa dolnośląskiego (rys. 7, tab. 3). W środkowej części województwa obejmująca strefę powiatu ząbkowickiego, strzelińskiego, dzierzoniowskiego, wrocławskiego, świdnickiego oraz złotoryjskiego i jaworskiego zalegają głównie gleby mało i średnio podatne na suszę.



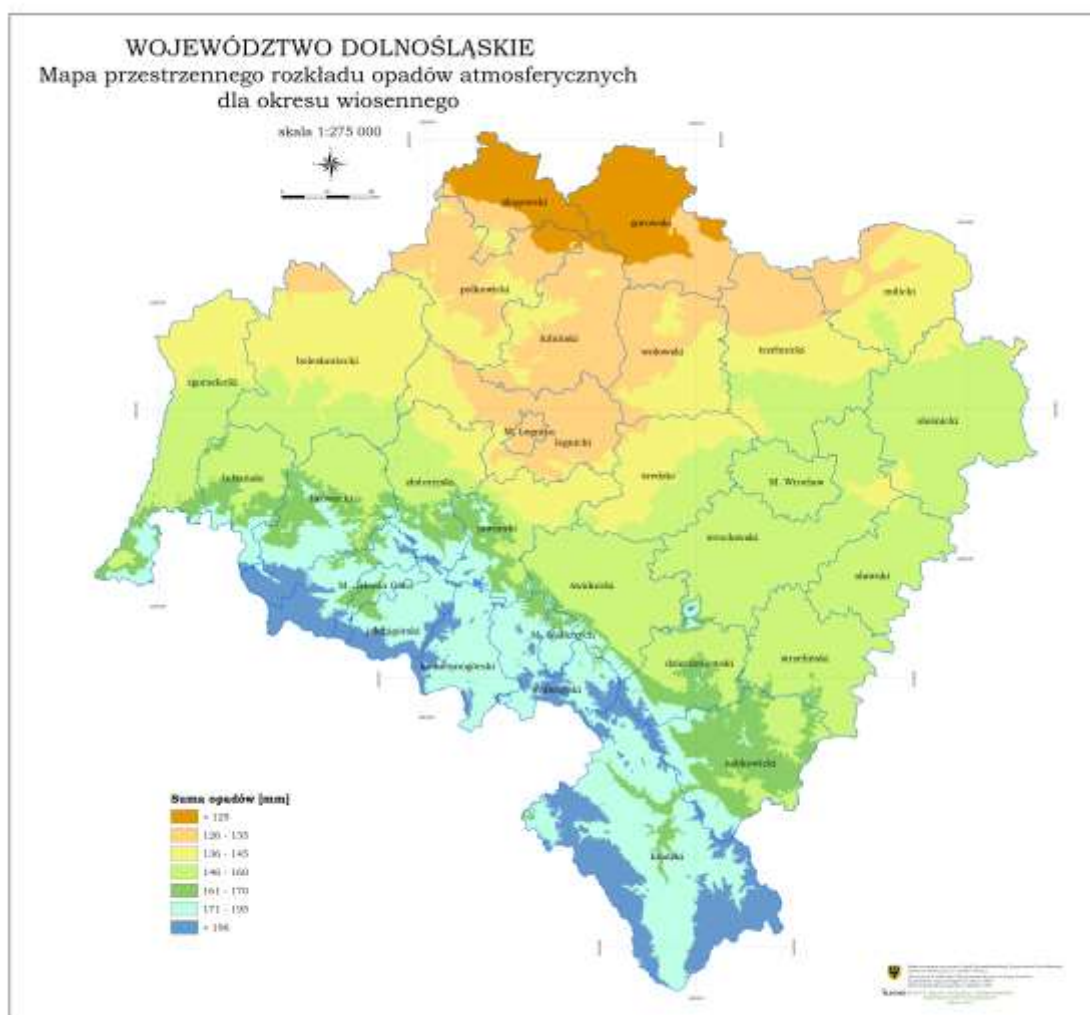
Rys. 6. Mapa wody ogólnie dostępnej dla roślin (WOD)



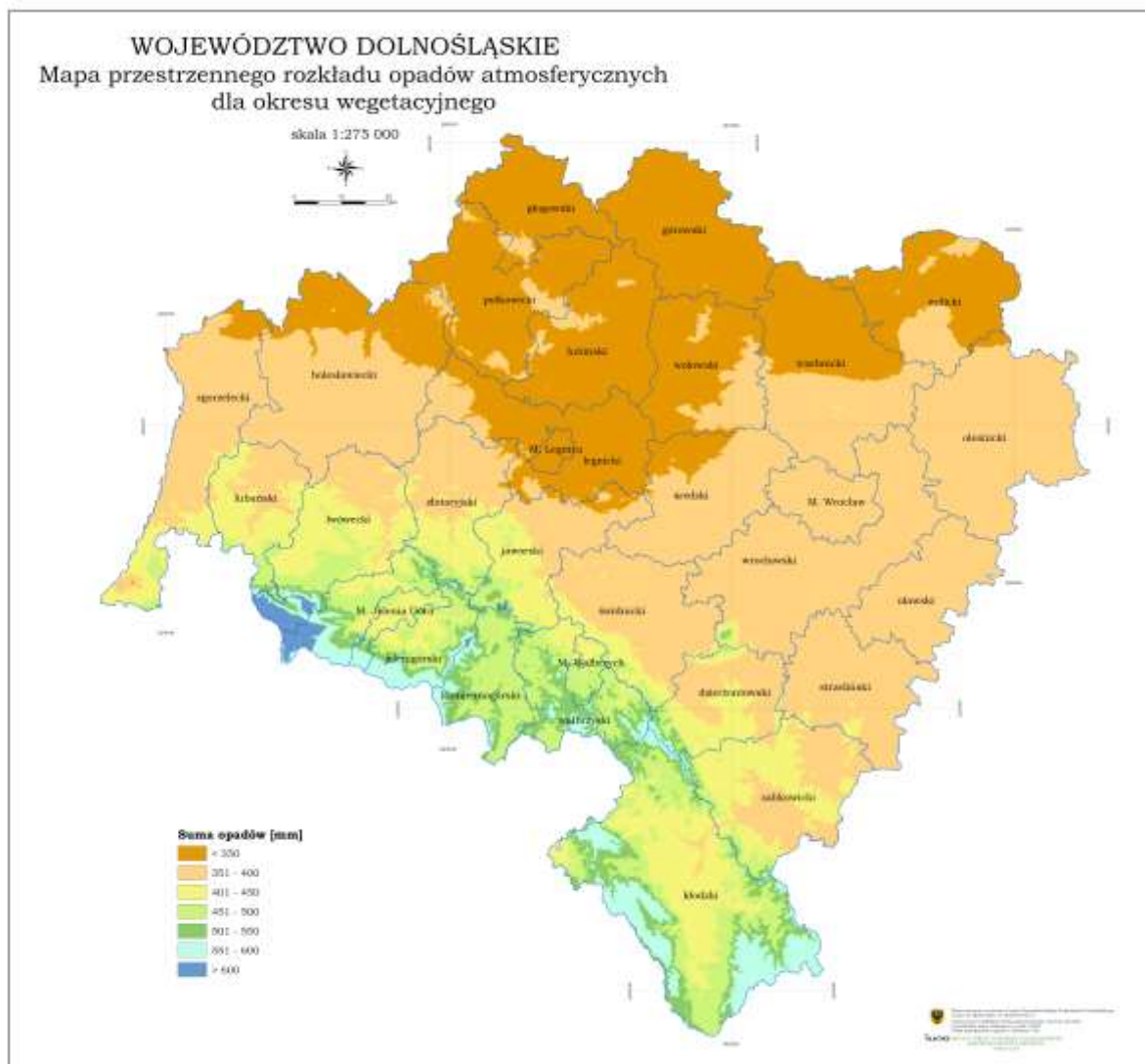
Rys. 7. Mapa podatności gleb na suszę rolniczą

Wartość opadów atmosferycznych w województwie jest przestrzennie silnie zróżnicowana i związana z ukształtowaniem terenu (rys. 8, 9, 10). Na obszarach górskich i podgórskich występuje największa ilość opadów, w okresie roku od 600 do ponad 1000 mm, a w sezonie wegetacyjnym od 500 do ponad 600 mm. W północnej części województwa, gdzie zalegają najbardziej podatne na suszę gleby wartość opadu rocznego zwiera się w przedziale od 435 – do 550 mm, a dla okresu wegetacyjnego jest mniejsza od 350 mm (rys. 9, 10). Niekorzystny rozkład opadów atmosferycznych oraz duży udział gleb lekkich, najbardziej podatnych na przesuszanie w północnej części województwa sprawiają, że obszar ten jest w największym stopniu potencjalnie zagrożony suszą rolniczą (rys. 11). Strefa największego zagrożenia suszą obejmuje głównie obszar powiatu milickiego, górowskiego, głogowskiego, lubińskiego,

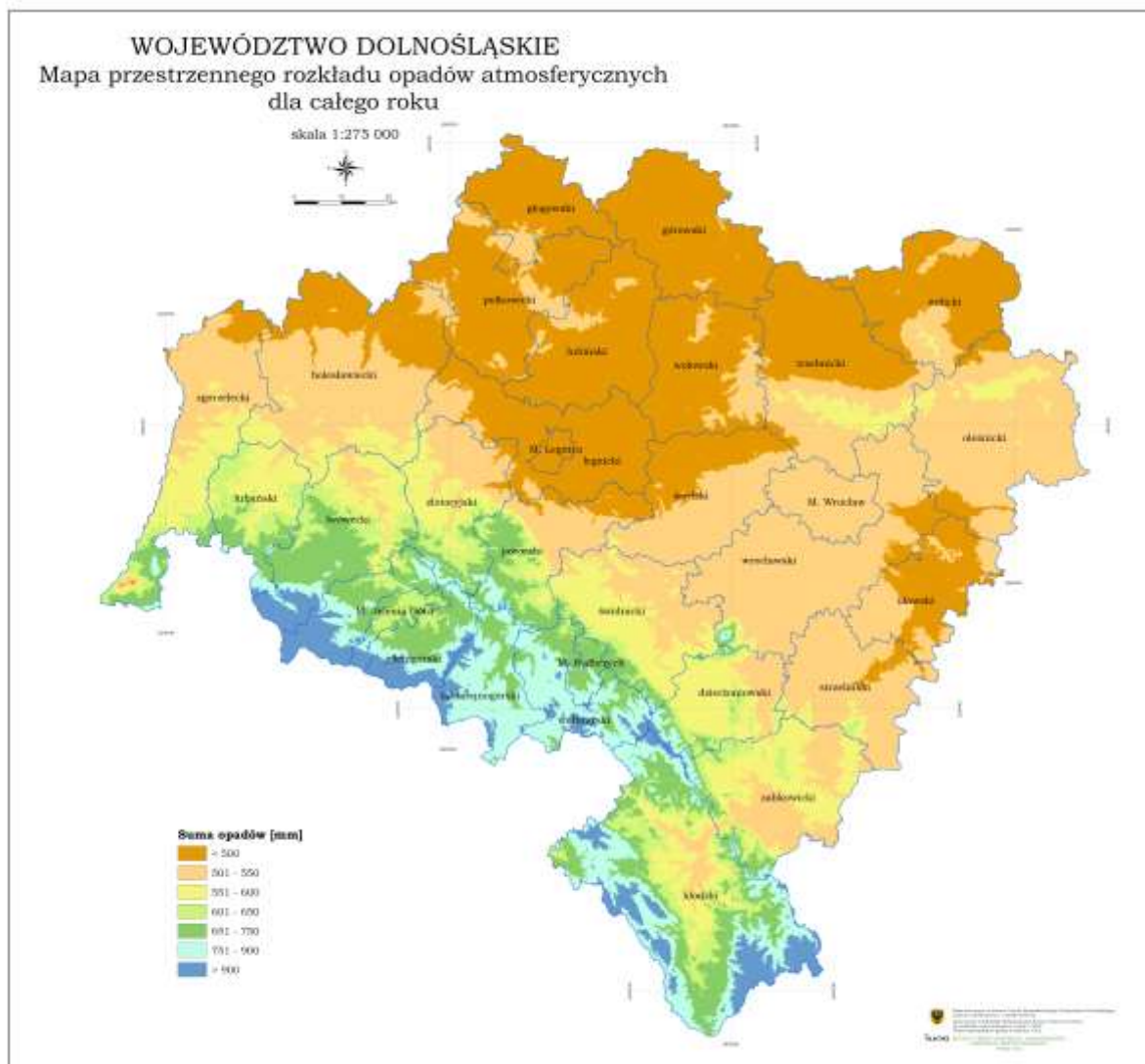
trzebnickiego oraz polkowickiego (rys. 11). Wyniki monitoringu suszy rolniczej uzyskane w IUNG-PIB w Puławach umożliwiły określić rzeczywisty zasięg suszy w województwie dolnośląskim w latach 2007-2013 (rys. 12). Obraz przedstawiony na rysunku 12 jest sumą zasięgów stref suszy rolniczej (maksymalny zasięg) jakie wystąpiły w województwie. Strefa suszy objęła prawie w całości grunty orne w powiecie milickim, górowskim, polkowickim, głogowskim i oleśnickim. W analizowanych latach susza nie wystąpiła w powiecie jaworskim, jeleniogórskim, dzierzoniowskim, kamiennogórskim, kłodzkim, lwóweckim, strzelińskim, świdnickim oraz wałbrzyskim.



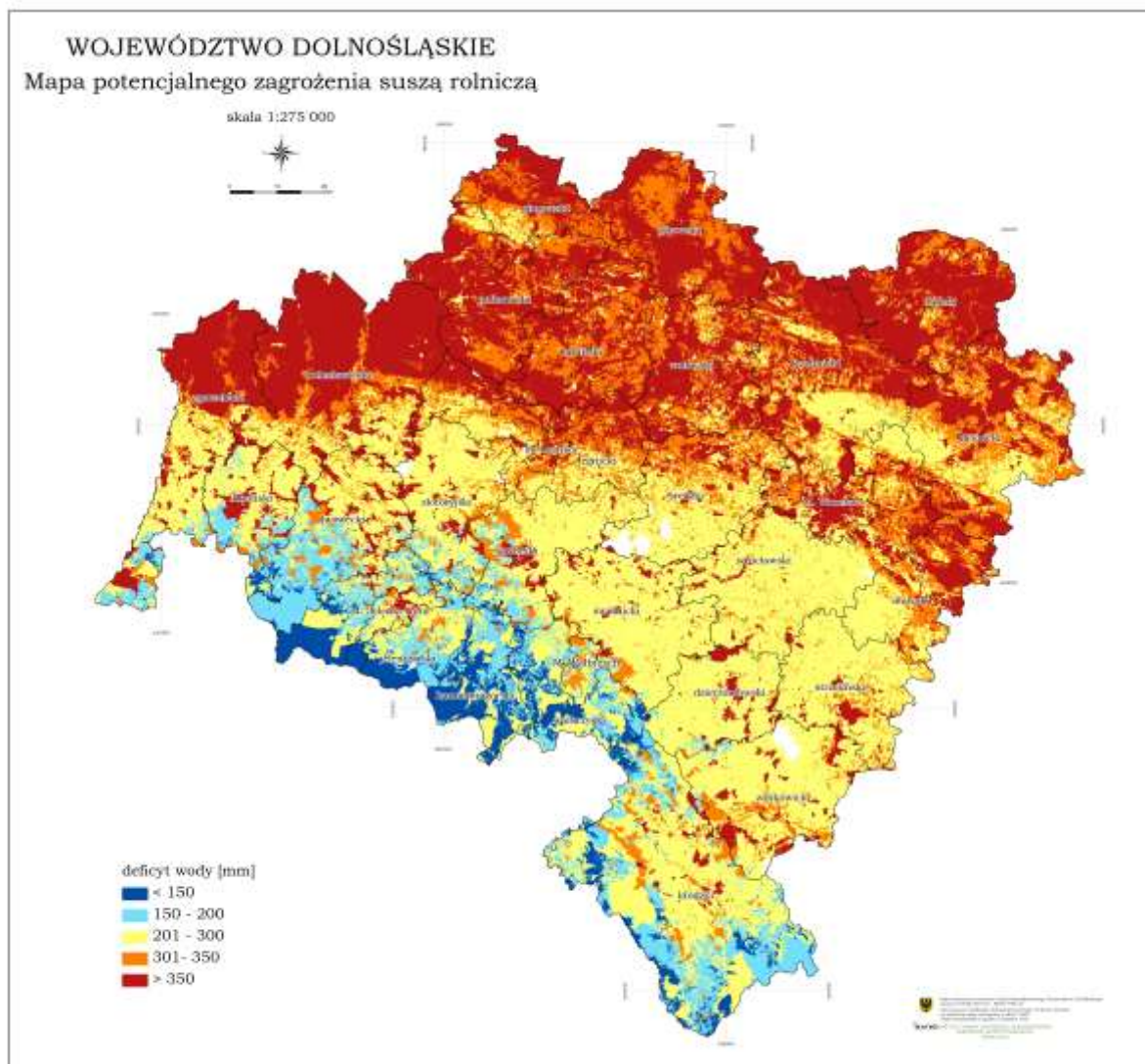
Rys. 8. Mapa przestrzennego rozkładu opadów atmosferycznych dla okresu wiosennego (kwiecień – czerwiec)



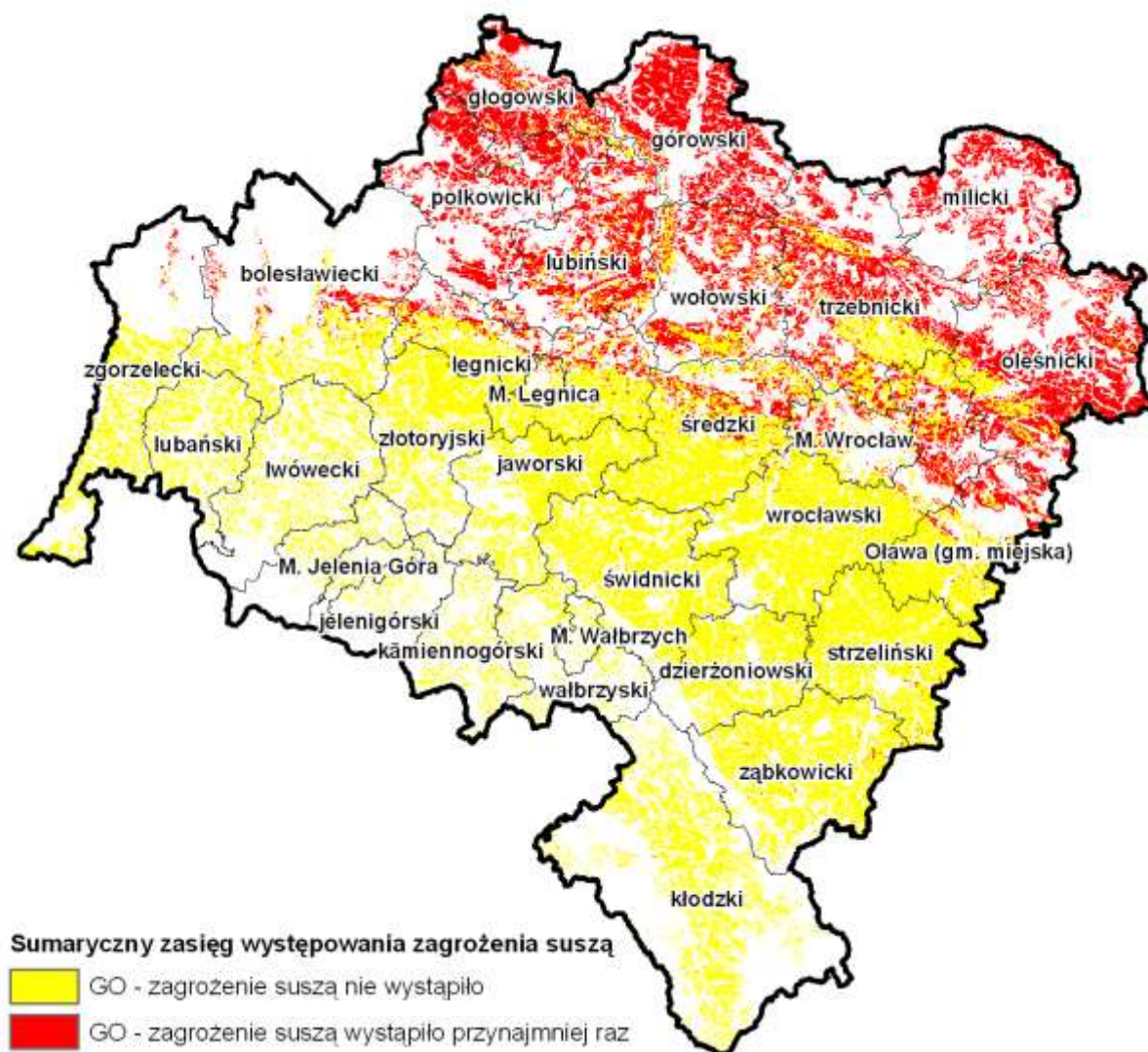
Rys. 9. Mapa przestrzennego rozkładu opadów atmosferycznych dla okresu wegetacyjnego (kwiecień – październik)



Rys. 10. Mapa przestrzennego rozkładu rocznych opadów atmosferycznych



Rys. 11. Mapa potencjalnego zagrożenia suszą rolniczą



Rys. 12. Mapa rzeczywistego zasięgu suszy rolniczej w latach 2007 – 2013

Tabela 3. Powierzchnia i udział kategorii podatności gleb na suszę rolniczą

Powiat	Kategoria	Powierzchnia [ha]	[%]
Bolesławiec	nieklasyfikowane	83389,87	64,0
	I	12580,36	9,7
	II	12007,63	9,2
	III	12949,43	9,9
	IV	9426,58	7,2
Dzierżonów	nieklasyfikowane	9685,09	20,3
	I	1723,07	3,6
	II	3362,23	7,0
	III	7798,36	16,3
	IV	25246,52	52,8
Głogów	nieklasyfikowane	12515,93	28,2
	I	7324,89	16,5
	II	8092,98	18,3

	III	12751,25	28,8
	IV	3621,70	8,2
Gora	nieklasyfikowane	19859,60	27,2
	I	19751,94	27,0
	II	21071,50	28,8
	III	11138,75	15,2
	IV	1245,58	1,7
Jawor	nieklasyfikowane	11707,77	20,1
	I	1121,77	1,9
	II	4004,51	6,9
	III	11956,49	20,6
	IV	29340,21	50,5
Jelenia_Gora	nieklasyfikowane	29797,16	47,7
	I	4300,91	6,9
	II	7709,31	12,3
	III	11588,52	18,6
	IV	9031,78	14,5
Jelenia_Gora_Miasto	nieklasyfikowane	4778,36	43,8
	I	573,21	5,2
	II	1671,03	15,3
	III	2491,40	22,8
	IV	1407,15	12,9
Kamienna_Gora	nieklasyfikowane	13199,95	33,4
	I	1291,00	3,3
	II	3679,25	9,3
	III	12438,58	31,4
	IV	8948,23	22,6
Klodzko	nieklasyfikowane	63834,47	38,9
	I	15683,98	9,6
	II	18111,80	11,0
	III	24672,79	15,0
	IV	41914,36	25,5
Legnica	nieklasyfikowane	11922,68	16,1
	I	10510,17	14,2
	II	8471,32	11,4
	III	15379,25	20,7
	IV	27844,96	37,6
Legnica_Miasto	nieklasyfikowane	1452,96	25,8
	I	354,23	6,3
	II	582,47	10,4
	III	889,44	15,8
	IV	2347,58	41,7
Luban	nieklasyfikowane	9648,90	22,5
	I	710,61	1,7
	II	4048,13	9,4
	III	10860,81	25,4
	IV	17572,55	41,0

Lubin	nieklasyfikowane	22259,85	31,3
	I	16681,01	23,5
	II	15294,65	21,5
	III	11339,93	15,9
	IV	5550,68	7,8
Lwówek_Slaski	nieklasyfikowane	21456,28	30,2
	I	3537,84	5,0
	II	5908,05	8,3
	III	18486,33	26,0
	IV	21584,13	30,4
Milicz	nieklasyfikowane	32637,34	45,7
	I	24427,79	34,2
	II	8958,94	12,5
	III	3425,49	4,8
	IV	1967,35	2,8
Olawa	nieklasyfikowane	11708,24	22,4
	I	6368,42	12,2
	II	7659,79	14,6
	III	8920,64	17,0
	IV	17698,31	33,8
Olesnica	nieklasyfikowane	31693,55	30,2
	I	25784,87	24,6
	II	19623,48	18,7
	III	17211,12	16,4
	IV	10499,48	10,0
Polkowice	nieklasyfikowane	29405,53	37,8
	I	25955,02	33,4
	II	12092,49	15,5
	III	6619,94	8,5
	IV	3728,13	4,8
Środa_Slaska	nieklasyfikowane	9051,79	13,8
	I	3672,01	5,6
	II	9588,25	14,6
	III	14258,49	21,7
	IV	29116,51	44,3
Strzelin	nieklasyfikowane	5097,00	8,2
	I	1380,69	2,2
	II	3723,13	6,0
	III	14892,17	24,0
	IV	37053,70	59,6
Świdnica	nieklasyfikowane	9636,98	13,0
	I	1450,72	2,0
	II	4211,49	5,7
	III	15845,52	21,4
	IV	42924,50	58,0
Trzebnica	nieklasyfikowane	26763,16	26,1
	I	25664,88	25,1

	II	15751,71	15,4
	III	12919,88	12,6
	IV	21283,51	20,8
Walbrzych	nieklasyfikowane	16226,91	37,7
	I	6884,37	16,0
	II	6085,14	14,2
	III	9766,49	22,7
	IV	4038,14	9,4
Walbrzych_Miasto	nieklasyfikowane	4510,28	53,3
	I	1759,88	20,8
	II	829,17	9,8
	III	840,59	9,9
	IV	526,23	6,2
Wolow	nieklasyfikowane	22890,19	33,9
	I	14892,61	22,1
	II	11057,04	16,4
	III	11103,41	16,5
	IV	7503,63	11,1
Wroclaw	nieklasyfikowane	12923,93	11,6
	I	8474,32	7,6
	II	11337,21	10,2
	III	23274,66	20,9
	IV	55325,50	49,7
Wroclaw_Miasto	nieklasyfikowane	13062,82	44,7
	I	1723,90	5,9
	II	4112,12	14,1
	III	6282,80	21,5
	IV	4073,18	13,9
Zabkowice_Slaskie	nieklasyfikowane	13736,00	17,8
	I	6430,68	8,3
	II	6935,51	9,0
	III	8276,46	10,7
	IV	41753,50	54,1
Zgorzelec	nieklasyfikowane	42738,26	50,9
	I	4128,75	4,9
	II	6035,09	7,2
	III	15343,15	18,3
	IV	15654,77	18,7
Zlotoryja	nieklasyfikowane	10434,38	18,5
	I	1692,68	3,0
	II	2809,52	5,0
	III	17327,70	30,8
	IV	24015,59	42,7

Tabela 4. Udział rzeczywistego zagrożenia suszą rolniczą gleb gruntów ornych wg kryteriów SMSR w latach 2007 – 2013.

Powiat	Udział GO zagrożonych suszą [%]
bolesławiecki	19,9
dzierżoniowski	0,2
głogowski	88,1
górowski	98,0
jaworski	0,1
jeleniogórski	0,0
kamiennogórski	0,0
kłodzki	0,1
legnicki	18,4
lubański	0,1
lubiński	79,7
lwówecki	0,1
M. Jelenia Góra	0,0
M. Legnica	17,3
M. Wałbrzych	0,0
M. Wrocław	36,4
milicki	99,3
oleśnicki	84,8
oławski	20,6
polkowicki	96,3
strzeliński	0,6
średzki	15,5
świdnicki	0,1
trzebnicki	65,4
wałbrzyski	0,0
wołowski	72,6
wrocławski	13,1
ząbkowicki	0,8
zgorzelecki	2,7
złotoryjski	0,0

Literatura:

- 1) *Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M.*, 1998: Crop evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO: Rome; 300 pp.
- 2) *Ślusarczyk E.* 1979: Określenie retencji użytecznej gleb mineralnych dla prognozowania i projektowania nawodnień. Melioracje Rolne nr 3 (53).
- 3) *Ślusarczyk E.* Określenie retencji ogólnej i użytecznej w podstawowych gatunkach gleb ornych w latach 1971-1975, IUNG Puławy 1975.
- 4) *Zawadzki S.* Gleboznawstwo PWRiL Warszawa 1999.