

*Andrzej Boczoń, Michał Wróbel*

## **WPLYW ZASTOSOWANIA HYDROŻELU ZEBA SP NA STAN UWILGOTNIENIA GLEBY PIASZCZYSTEJ**

### ***EFFECT OF APPLICATION OF HYDROGEL ZEBA SP ON SANDY SOIL MOISTURE***

#### **Streszczenie**

Autorzy przedstawili wyniki badań nad zmianami właściwości wodnych typowej dla polskich lasów gleby piaszczystej słabogliniastej po zastosowaniu preparatu ZEBA SP. Wyjątkowość tego absorbentu wynika z faktu, że jest otrzymywany ze skrobi kukurydzianej i dlatego może stanowić alternatywę dla hydrożeli dotychczas oferowanych w Polsce.

Przeprowadzono badania laboratoryjne, w których wyznaczono krzywe pF gleb z różną zawartością absorbentu ZEBA SP, a także założono doświadczenia wazonowe określając wpływ różnych stężeń preparatu na zmiany wilgotności gleby i tempo jej wysychania.

Badania wykazały, że najlepsze efekty daje preparat w stężeniu 0,5%. Taka ilość preparatu: zwiększyła efektywną i potencjalną retencję użyteczną gleb o 17%; wydłużyła czas wysychania gleby od stanu maksymalnego do minimalnego uwilgotnienia od 14 do 19 dni w porównaniu z glebą bez absorbentu; zwiększyła długość dostępności wody glebowej dla roślin od 9 do 20 dni.

**Słowa kluczowe:** hydrożel, krzywa pF, wilgotność gleb

#### ***Summary***

*The authors present the results of research on the changes of the hydrological properties of sandy soil after applying the hydrogel ZEBA SP. Uniqueness of the absorbent is due to the fact that is obtained from maize corn starch and therefore can be an alternative to the hydrogels offered in Poland.*

*In the laboratory experience, in which pF curves of the soil were outlined with the different content of ZEBA SP absorbent was conducted, as well as experi-*

*ence in vases was assumed determining the influence of different concentrations of preparation on changes of the soil moisture and the pace of the soil drying.*

*Examinations showed, around preparation is giving the best effects in the concentration of the 0.5%. Such an amount of preparation: increased the effective and potential useful retention of the soil by the 17%; extended the time of drying of the soil from the state maximum to the minimal humidity from 14 up to 19 days in comparing with the soil without absorbent; increased the availability of the soil water for plants from 9 up to 20 days.*

**Key words:** hydrogel, pF curve, soil moisture

## WSTĘP

Drzewostany na terenie Polski rosną głównie na słabych glebach piaszczystych, posiadających niewielkie zdolności zatrzymywania wody. Szczególnie przy odnawianiu lasu lub zalesianiu nowych terenów zapewnienie sadzonkom dobrych warunków wzrostu po przeniesieniu ze szkółek jest ważne. W długich okresach bezdeszczowych, które coraz częściej pojawiają się w naszym kraju, występuje potrzeba zapewnienia uprawom dostępu do wody. W celu poprawienia warunków wodno – powietrznych gleb coraz częściej stosuje się substancje hydrożelowe. Znajdują one szerokie zastosowanie w ogrodnictwie, a ostatnio także w leśnictwie. Hydrożel to substancja syntetyczna, która może zmagazynować nawet 1000 razy więcej wody niż sama waży a przy tym jest nietoksyczna dla roślin.

Celem przedstawionych w niniejszej pracy badań było określenie wpływu zastosowania hydroabsorbentu ZEBA SP na właściwości wodne gleb piaszczystych.

## METODYKA

Doświadczenia przeprowadzono dla próbek gleby piaszczystej słabogliniastej z przeznaczonego do odnowienia zrębu w Nadleśnictwie Żednia. Badania obejmowały określenie zmian krzywej pF po zastosowaniu preparatu ZEBA SP oraz jego wpływu na zmiany wilgotności gleby w doświadczeniach wazonowych.

### Wyznaczenie krzywej pF.

W warunkach laboratoryjnych przygotowano próbki gleby zawierające trzy różne dawki absorbentu ZEBA SP tak, aby jego zawartość wynosiła 0,5%, 1% i 2% masy próby glebowej. Po doprowadzeniu gleb do gęstości odpowiadającej gęstości polowej, pobrano z każdej gleby po 3 próbki po 100 cm<sup>3</sup> każda, do przeprowadzenia badań nad krzywą sorpcji wody. Jako materiał porównawczy w podobny sposób pobrano 3 próbki gleby bez absorbentu.

Do wyznaczenia krzywej pF wykorzystano zestaw laboratoryjny firmy Ejikelkamp. Nazwa krzywej została zaczerpnięta od wprowadzonej jednostki pF = log h (cm H<sub>2</sub>O), która zapobiega stosowaniu jednostek ciśnienia o dużej rozpiętości w wartościach liczbowych. W zakresie ciśnień od 0 do 0,1 bara wykorzystano aparat piaskowy, zaś od 0,2 do 15 barów komory ciśnieniowe. Przed uruchomieniem działania aparatu piaskowego próbki gleby poddane są ważeniu, po czym zostają w pełni nasycone wodą i poddaje się je wpływowi ciśnienia. Po zakończeniu badania z zadaniem ciśnieniem próbki wyjmowano, ważono i wkładano ponownie do bloku zmieniając jednocześnie wywierane ciśnienie. W celu wykonania pomiaru przy wyższych ciśnieniach próbki przeniesiono do komór ciśnieniowych gdzie można wywierać ciśnienie w granicach 0,1–15 barów. Otrzymane wyniki mas próbek przeliczono na wilgotność objętościową za pomocą wzoru [Mocek, Drymuła, Moszner 1997]:

$$\Theta_{obj} = \frac{m_w - m_s}{V_{pr}} * 100 \quad [\%]$$

gdzie:

- $\Theta_{obj}$  – wilgotność objętościowa [%]
- $m_w$  – masa gleby wilgotnej [g]
- $m_s$  – masa gleby suchej [g]
- $V_{pr}$  – objętość próbki [cm<sup>3</sup>]

Oznaczenia rysunków i tabel zgodnie z Mocek, Drymuła, Moszner 1997, Ugęła, Ugęła 1979:

- PPW – połowa pojemność wodna (field water capacity) – odpowiada procentowi wody przy pF 2,0
- PHWR – punkt hamowania wzrostu roślin – odpowiada procentowi wody przy pF 3,7
- PTWR – punkt trwałego wędnięcia roślin – odpowiada procentowi wody przy pF 4,2
- ERU – efektywna retencja użyteczna – odpowiada wilgotności w przedziale pF 2,0 – 3,7
- PRU – potencjalna retencja użyteczna – odpowiada wilgotności w przedziale pF 2,0 – 4,2

#### **Doświadczenie wazonowe.**

W celu wykazania zmian uwilgotnienia gleby po zastosowaniu różnych dawek absorbentu założono doświadczenie wazonowe. Cztery rury PCV o  $\phi=150$ mm zwanych wazonami wypełniono 15 cm warstwą mieszaniny absorbentu i gleby. Poszczególne wazonny zawierały:

- wazon nr 1 – 0% absorbentu – kontrola,
- wazon nr 2 – 0,1% absorbentu,
- wazon nr 3 – 0,25% absorbentu,
- wazon nr 4 – 0,5% absorbentu.

W każdym wazonie 5 cm poniżej powierzchni mieszanki zainstalowano czujnik mierzący wilgotność gleby metodą Time Domain Reflectometry (TDR) (Malicki i inni, 1996; Malicki i inni, 1998). Pomiarów wykonywano w 1-godzinnych odstępach czasu.

Wykonano dwie serie pomiarowe: w pierwszej trwającej 45 dni mierzono wilgotność gleby po dodaniu do każdego wazonu 30 mm wody, w drugiej badano zmniejszanie uwilgotnienia gleby po osiągnięciu pełnej pojemności wodnej we wszystkich wazonach – okres pomiaru wyniósł 42 dni.

Przy określeniu długości okresu z wodą dostępną dla roślin dla stężenia absorbentu 0,0% i 0,1% przyjęto krzywą pF jak przy stężeniu 0,0%, a dla stężenia absorbentu 0,25% i 0,50% jak dla stężenia 0,50%.

Dla każdej z serii pomiarowych określono dobowe zmiany wilgotności gleby jako różnice wilgotności gleby zmierzonej o godzinie 0:00 w danym dniu i w dniu go poprzedzającym.

## WYNIKI BADAŃ

### **1. Właściwości retencyjne gleb po zastosowaniu absorbentu.**

W tabeli 1 oraz na rycinie 1 zawarto wyniki określające krzywą pF obrazującą zdolność do retencjonowania wody. Pokazują one, że wraz ze zwiększeniem zawartości absorbentu ZEBA SP wzrasta pełne nasycenie wodą próbek gleby (tabela 1) w całym zakresie stosowania preparatu od 45,9% wilgotności w glebie bez preparatu ZEBA SP do 73,1% w przypadku 2,0% zawartości absorbentu. W przypadku pomiaru z zadaniem ciśnieniem, które ma symulować warunki panujące w glebie, otrzymane wyniki pokazują, że jedynie w przypadku zawartości absorbentu w ilości 0,5% dochodzi do „rozciągnięcia” krzywej pF co będzie skutkowało lepszymi właściwościami wodnymi w glebie. W przypadku zawartości wagowej preparatu w ilości 1,0% znacznemu przesunięciu ulega wilgotność gleby przy  $pF=4,2$  - która stanowi granicę wody dostępnej dla roślin - o około 7%, przy jednoczesnym „spłaszczeniu” krzywej (rys.1). Zastosowanie preparatu w ilości 2,0% skutkuje dalszym „spłaszczeniem” krzywej pF oraz przesunięciem w niższe rejony wilgotności. Te zmiany krzywej pF powodują zróżnicowanie właściwości wodnych gleb pod względem ich zdolności retencyjnych jak i dostępności wody dla roślin. Połowa pojemność wodna przy  $pF=2,0$  osiągała wartości 22,5% w przypadku braku zastosowania preparatu, 23,6% przy 0,5% zawartości preparatu, 25,9% przy 1,0% zawartości preparatu i 15,3% przy 2,0% zawartości preparatu. Porównanie cech takich jak efektywna retencja użyteczna (ERU) oraz potencjalna retencja użyteczna (PRU) pokazują, że zwiększenie tych dwóch parametrów wskazujących na możliwości wykorzystywania wody przez rośliny następuje jedynie w przypadku zastosowania preparatu ZEBA SP w ilości 0,5% (tabela 2). W tym przypadku ERU zwiększyła się o 1,5% a PRU o 1,6%, ze względu na wąski przedział tych parametrów, takie zwiększenie ma duże znaczenie dla możliwości pobierania wody przez rośliny

gdyż oba parametry zwiększyły się o 17%. Zwiększenie ilości absorbentu do 1,0% i 2,0% doprowadziło do zmniejszenia zarówno efektywnej jak i potencjalnej retencji użytecznej w obu przypadkach, dlatego tak wysokie stężenia preparatu ZEBA nie są wskazane do stosowania.

**Tabela 1.** Zmiany wilgotności gleby z różną zawartością absorbentu przy zmianach ciśnienia panującego w glebie

**Table 1.** Changes of the soil moisture with the different content of absorbent at changes of the soil matric potential

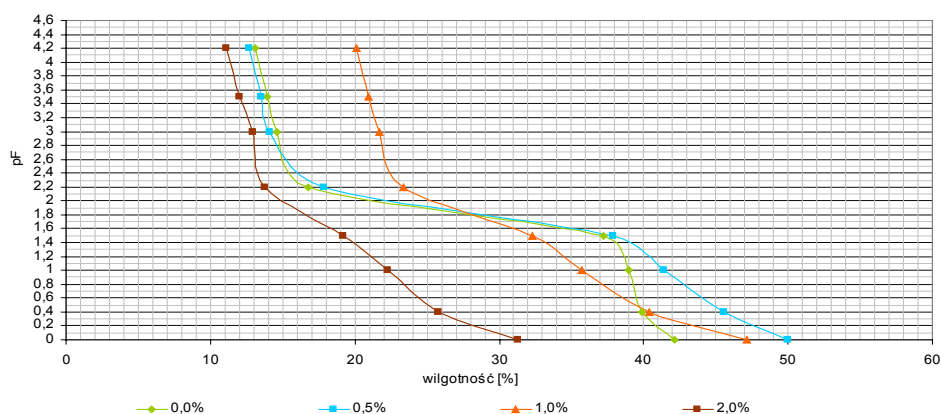
Zawartość absorbentu	Pełne	Ciśnienie [bar]							
	nasycenie	0,002	0,01	0,03	0,1	0,3	1	3,2	15
	wodą	Wilgotność gleby [%]							
0,0%	45,9	42,2	39,9	39,0	37,3	16,8	14,6	13,9	13,1
0,5%	62,3	50,0	45,5	41,4	37,9	17,9	14,1	13,5	12,7
1,0%	71,6	47,2	40,4	35,8	32,3	23,4	21,7	20,9	20,1
2,0%	73,1	31,3	25,8	22,3	19,2	13,7	12,9	12,0	11,1

**Tabela 2.** Wybrane charakterystyki retencyjności gleb przy różnej zawartości absorbentu

**Table 2.** Properties of retention of soils with different content of absorbent

Zawartość absorbentu	wilgotność gleby w punkcie charakterystycznym [%]				ERU	PRU
	PPW pF 2,0	PPW pF 2,5	PHWR pF 3,7	PTWR pF 4,2		
0,0%	22,5	15,9	13,7	13,1	8,8	9,4
0,5%	23,6	16,5	13,3	12,6	10,3	11
1,0%	25,9	22,7	20,7	20,1	5,2	5,8
2,0%	15,3	13,4	11,7	11,1	3,6	4,2

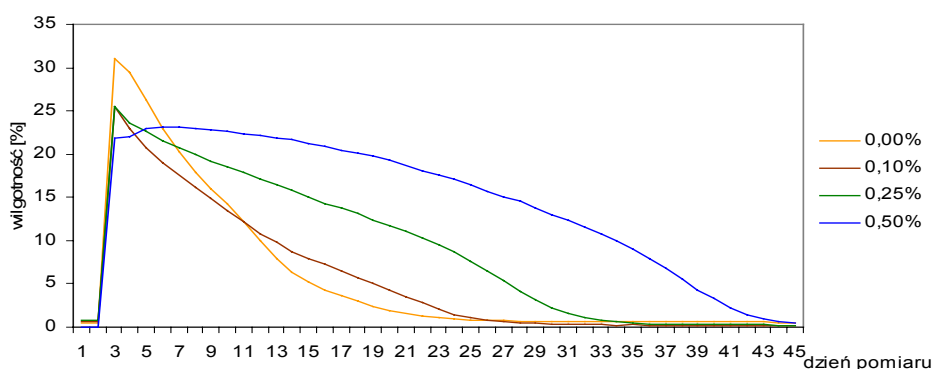
PPW – połowa pojemność wodna; PHWR - punkt hamowania wzrostu roślin; PTWR - punkt trwałego wędnięcia roślin; ERU - efektywna retencja użyteczna; PRU - potencjalna retencja użyteczna



**Rysunek 1.** Krzywe pF gleby z różną zawartością absorbentu  
**Figure 1.** PF curves of soil with different content in absorbent

## 2. Doświadczenie wazonowe - I seria pomiarów

W I serii pomiarów (rys.2) można zaobserwować odmienny przebieg krzywych wilgotności przy najmniejszych stężeniach preparatu (0,0%, 0,1%) i przy stężeniach najwyższych (0,25% i 0,5%). Przy najmniejszych stężeniach krzywa jest wklęsła, a wilgotność wraca do najniższego poziomu sprzed dodania wody – poniżej 1% – po około 21 dniach. W przypadku wyższych stężeń krzywa ma kształt wypukły a wilgotność poniżej 1% zostaje osiągnięta po 30 dniach przy stężeniu 0,25% i 40 dniach przy stężeniu 0,5%.



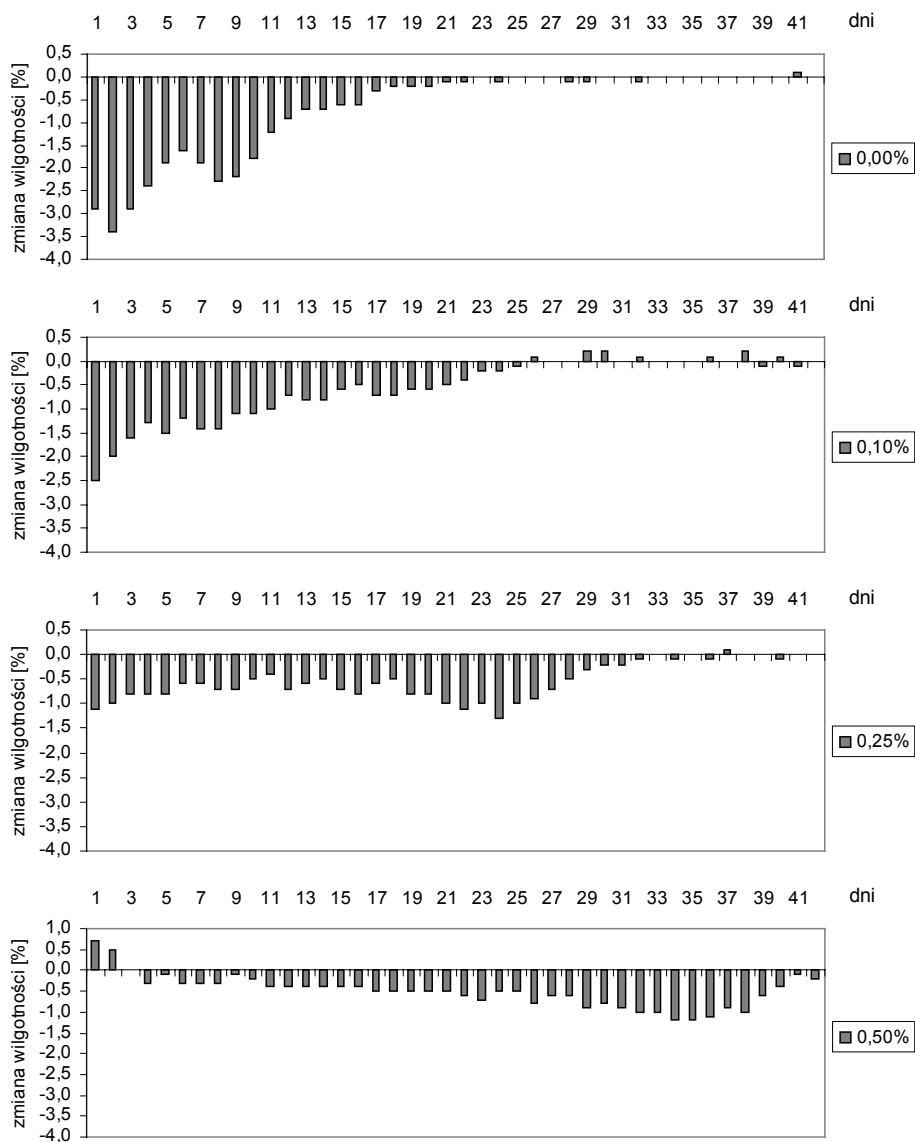
**Rysunek 2.** Zmiany wilgotności gleby w czasie przy różnej zawartości absorbentu w I serii pomiarów

**Figure 2.** Changes in soil moisture with different content in absorbent during I series of measurements

W przypadku wazonów bez absorbentu lub z niską jego zawartością wartości maksymalne wilgotności osiągnięte były pierwszego dnia pomiarowego. W przypadku wazonu z największą zawartością preparatu najwyższa wilgotność na głębokości 5cm wystąpiła w 4 dniu po dodaniu wody. To pokazuje, że absorbent zmniejsza szybkość pionowego przepływu wody w glebie.

Odmienny kształt krzywych wilgotności (rys. 2) są skutkiem zróżnicowania tempa wysychania gleby po zastosowaniu różnych dawek absorbentu (rys. 3). W przypadku niskich stężeń absorbentu najszybciej zmniejszanie wilgotności gleby w wazonach następowało w pierwszych dniach po zalaniu wodą i powoli malało wraz z upływem czasu do osiągnięcia wartości minimalnych. W przypadku stężeń wyższych najszybciej wilgotność zmniejszała się około 23 dnia przy stężeniu absorbentu 0,25% i około 33 dnia przy stężeniu 0,5%. Szczególnie w przypadku najwyższego stężenia można zaobserwować, że po dodaniu wody tempo zmniejszania się wilgotności stopniowo się zwiększało do osiągnięcia wartości maksymalnych. W pierwszych pięciu dniach po dodaniu wody do wazonów wilgotność gleby zmniejszała się średnio o: 2,7% przy stężeniu prepa-

ratu ZEBAs 0,0%; 1,8% przy stężeniu 0,1%; 0,9% przy stężeniu 0,25%; 0,0% przy stężeniu 0,5%.

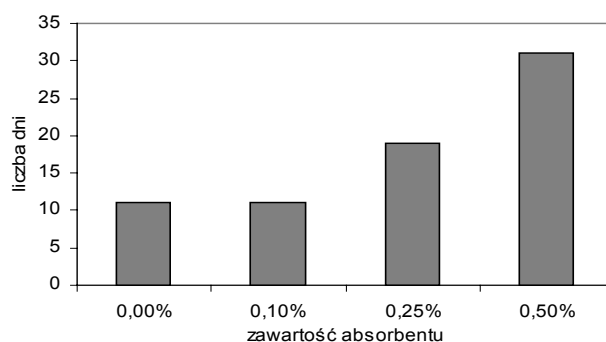


**Rysunek 3.** Dobowe zmiany wilgotności gleby w I serii pomiarów przy zawartości absorbentu 0,0%, 0,10%; 0,25%; 0,50%

**Figure 3.** Daily changes of soil moisture in I series of measurements with the contents of the absorbent 0,0%, 0,10%; 0,25% 0,50%;

Średnia dobowa prędkość wysychania gleby w wazonach w okresach do osiągnięcia wilgotności minimalnej – 1% wynosiła: 1,3% przy stężeniu preparatu ZEB A 0,0%; 1,0% przy stężeniu 0,1%; 0,7% przy stężeniu 0,25%; 0,5% przy stężeniu 0,5%.

Wolniejsze tempo wysychania gleby wpłynęło na zwiększanie długości występowania wody dostępnej dla roślin w glebie, dlatego wraz ze wzrostem stężenia absorbentu występują lepsze warunki dla wzrostu roślin. Przy poszczególnych stężeniach preparatu ZEB A SP długość okresu z wodą dostępną dla roślin liczoną do wystąpienia wilgotności przy  $pF=4,2$  wynosiła (rys. 4): 11 dni przy stężeniu preparatu ZEB A 0,0%; 11 dni przy stężeniu 0,1%; 19 dni przy stężeniu 0,25%; 31 dni przy stężeniu 0,5%.



**Rysunek 4.** Długość trwania okresu z wodą dostępną dla roślin w I serii pomiarów  
**Figure 4.** The duration of the period of water available for plants during I series of measurements

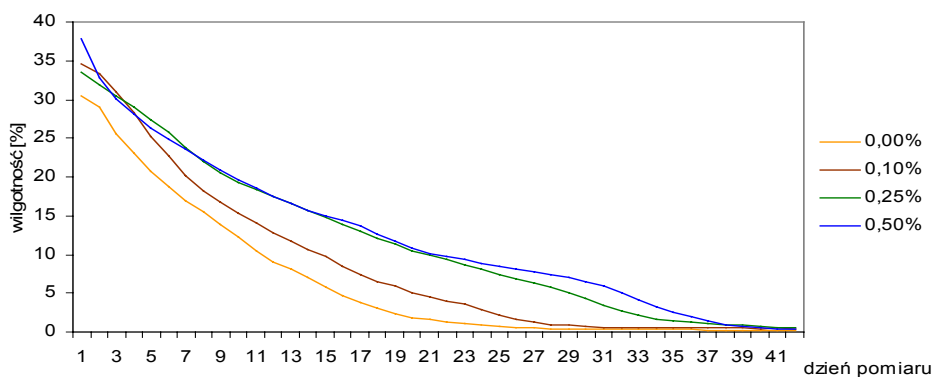
### 3. Doświadczenie wazonowe - II seria pomiarów

W II serii pomiarów kształt krzywych wilgotności jest do siebie zbliżony (rys. 5). Różnice występują natomiast w wielkości wartości wilgotności gleby przy poszczególnych stężeniach absorbentu.

Generalnie można powiedzieć, że wraz ze wzrostem stężenia preparatu ZEB A SP wzrasta wartość początkowa nasycenia gleby wodą. Średnia wilgotność gleby w wazonach w pierwszej dobie pomiarowej osiągała: 30,4% przy stężeniu preparatu ZEB A 0,0%; 34,6% przy stężeniu 0,1%; 33,5% przy stężeniu 0,25%; 37,9% przy stężeniu 0,5%.

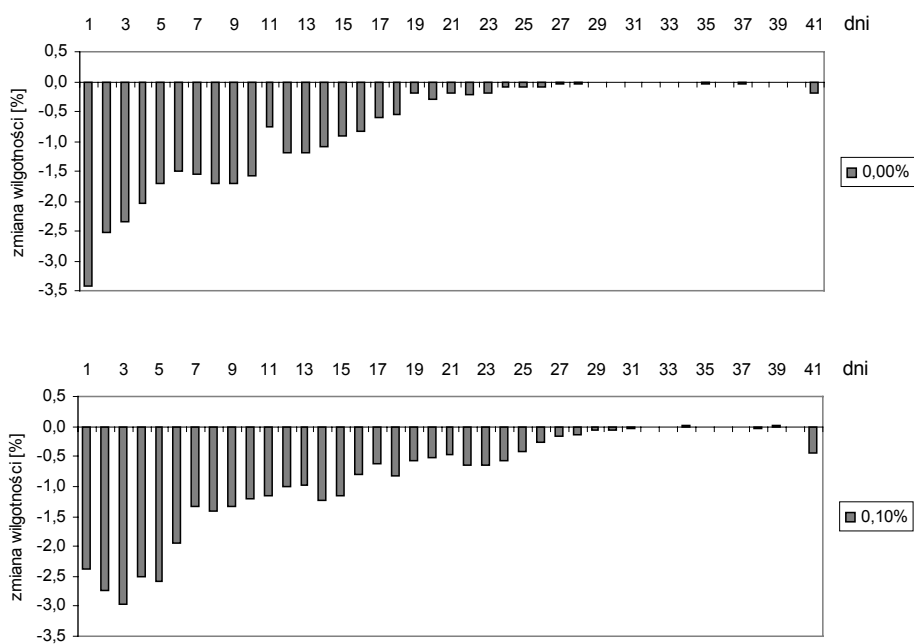
Podobnie jak w przypadku I serii pomiarowej obserwuje się także tutaj wydłużanie okresu wysychania do wartości najniższych tj. mniejszych niż 1,0% (rys. 6). Następuje to jednak w sposób bardziej proporcjonalnych do stężenia. W przypadku wazonu kontrolnego wilgotność poniżej 1,0% została osiągnięta w 24 dobie; przy stężeniu 0,1% w 29 dobie; przy stężeniach 0,25% i 0,5% w 38 dobie.

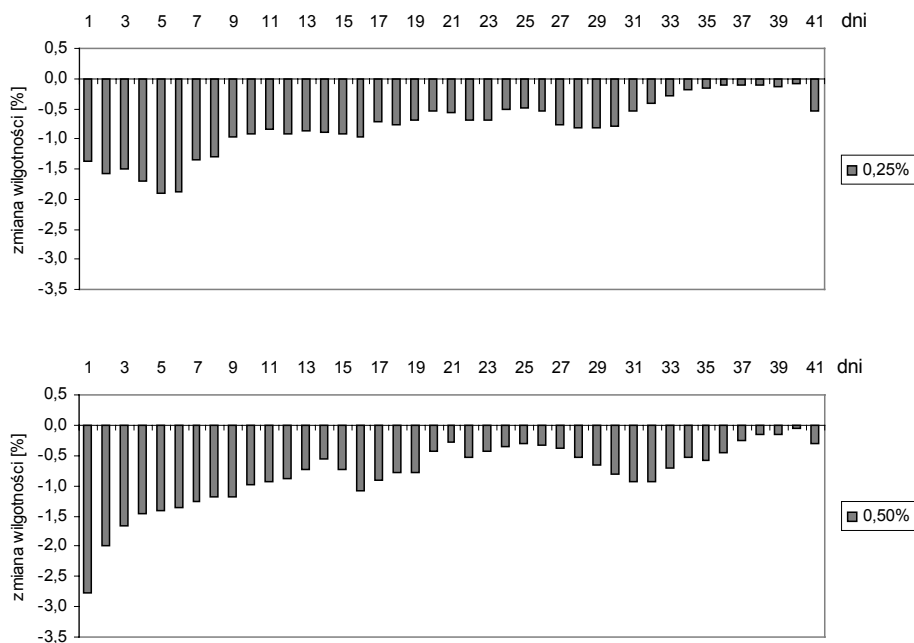




Rysunek 5. Zmiany wilgotności gleby w czasie przy różnej zawartości absorbentu w II serii pomiarów

Figure 5. Changes in soil moisture with different content in absorbent during II series of measurements



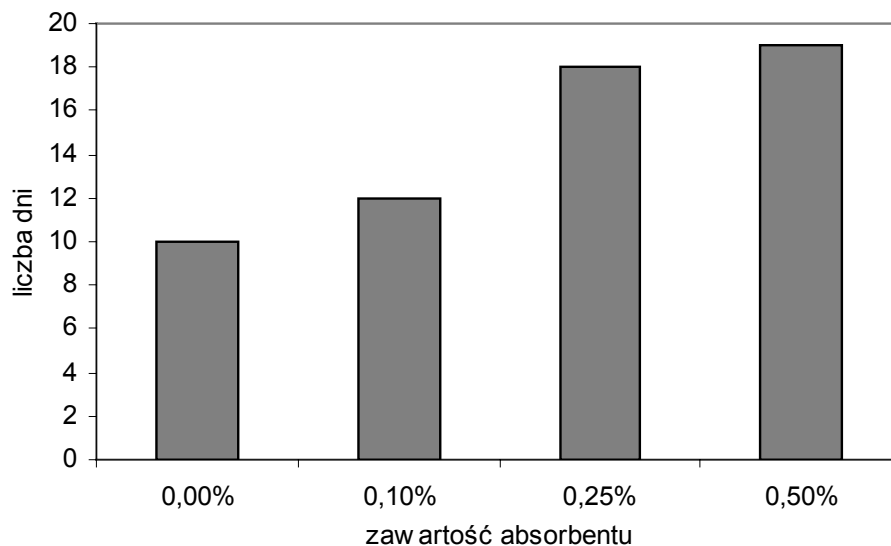


Rysunek 6. Dobowe zmiany wilgotności gleby w II serii pomiarów przy zawartości absorbentu 0,0%, 0,10%; 0,25% ;0,50

Figure 6. Daily changes of soil moisture in II series of measurements with the contents of the absorbent 0,0%, 0,10%; 0,25% 0,50%;

Zróznicowanie w terminie osiągnięcia wilgotności najniższych była w tym przypadku spowodowana zróznicowaniem wilgotności początkowej. W przypadku niskich stężeń absorbentu średnie dobowe tempo zmniejszania wilgotności w okresie do osiągnięcia wilgotności minimalnej – poniżej 1% wynosiło 1,2% przy stężeniu 0,0% oraz 1,1% przy stężeniu 0,1%. W przypadku stężeń wyższych średnie obniżanie wilgotności w ciągu doby wynosiło 0,8%.

W II serii pomiarów, podobnie jak w I serii wysychanie gleby wpłynęło na zwiększanie długości występowania wody dostępnej dla roślin w glebie. Przy poszczególnych stężeniach preparatu ZEBA SP długość okresu z wodą dostępną dla roślin liczony do wystąpienia wilgotności przy  $pF=4,2$  wynosiła (rys. 7): 10 dni przy stężeniu preparatu ZEBA 0,0%; 12 dni przy stężeniu 0,1%; 18 dni przy stężeniu 0,25%; 19 dni przy stężeniu 0,5%.



**Rysunek 7.** Długość trwania okresu z wodą dostępną dla roślin w II serii pomiarów przy różnej zawartości absorbentu [%]

**Figure 7.** The duration of the period of water available for plants during I series of measurements

## WNIOSKI

1. Preparat ZEBa SP zmniejsza szybkość przepływu pionowego wody w glebie. W przypadku powierzchniowej aplikacji preparatu zwiększenie zdolności retencjonowania wody przez tą warstwę gleby będzie skutkowało zmniejszonym odpływem wody w dół profilu glebowego.

2. Szybkość wysychania gleby po zastosowaniu absorbentu zmniejsza się od 20% do 70%, szczególnie w pierwszych dniach po dopływie wody do gleby.

3. Zastosowanie preparatu zwiększa wilgotność maksymalną gleby.

4. Najlepsze efekty uzyskano przy zastosowaniu preparatu ZEBa SP w stężeniu 0,5%, przy którym:

- nastąpiło zwiększenie efektywnej i potencjalnej retencji użytecznej gleb o 17%;

- czas wysychania gleby od stanu maksymalnego do minimalnego uwilgotnienia wydłużył się od 14 do 19 dni w porównaniu z glebą bez absorbentu;

- dostępności wody glebowej dla roślin wydłużyła się od 9 do 20 dni.

- średnia dobową szybkość wysychania gleby wyniosła 0,5% i 0,8% przy wartościach kontrolnych wynoszących odpowiednio 1,3% i 1,2%.

### BIBLIOGRAFIA

- Malicki M.A., Plagge R., Roth C.H., 1996: *Improving the calibration of dielectric TDR soil moisture determination taking into account the solid soil*. European Journal of Soil Science, 47: 357-366.
- Malicki M.A., Walczak R.T., Kokot J., Skierucha W.M., Kotliński J., Sobczuk H.A., 1998: *Monitoring wilgotności, zasolenia i temperatury gleby*. X Szkoła „Fizyka z elementami agrofizyki”, Lublin, 22-23 września 1998: 33-54.
- Mocek A., Drymuła S., Moszner P. 1997. *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*.
- Uggla H., Uggla Z. 1979. *Gleboznawstwo leśne*.

Dr inż. Andrzej Boczoń  
Mgr inż. Michał Wróbel  
Instytut Badawczy Leśnictwa  
Sękocin Stary  
ul. Braci Leśnej 3  
05-090 Raszyn  
tel. 22 7150535, a.boczon@ibles.waw.pl  
tel. 227150536, m.wrobel@ibles.waw.pl