

WŁAŚCIWOŚCI WODNE GLEB NA OBSZARZE POEKSPLOATACYJNYCH DEFORMACJI TERENU SPOWODOWANYCH DZIAŁALNOŚCIĄ GÓRNICICTWA WĘGLA KAMIENNEGO

SOIL WATER PROPERTIES ON AREA OF POST EXPOLITED DEFORMATION CAUSED BY COAL MINE ACTIVITY

Sławomir Klatka, Marek Ryczek, Krzysztof Boron
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki oznaczeń właściwości wodnych gleb na obszarze podlegającym wpływowi działalności eksploatacyjnej ZGE „Janina” w Libiążu. Ze względu na zbliżony skład granulometryczny wyznaczone krzywe charakterystyki wodnej badanych gleb były mało zróżnicowane. Jedynie dla poziomów próchnicznych krzywe nieco odbiegały od pozostałych. Uzyskane wyniki badań laboratoryjnych wskazują również, że omawiane gleby charakteryzują się małą retencyjnością wodną i dużą przepuszczalnością. Gleby tego typu są powszechnie uznawane za podatne na procesy degradacji hydrologicznej. Wyznaczone właściwości wodne gleb pozwalają na stwierdzenie, że w kolejnych latach należy się liczyć z nasileniem procesów degradacji hydrologicznej omawianego terenu wraz z postępującymi deformacjami geomechanicznymi powierzchni.

Abstract. The results of investigations of soil water properties on the area influence by exploitation activity of the ZGE „Janina” in Libiąż were presented in the work. Regarding similar texture determined soils water characteristics curves were low differentiated. Only for humus horizons and for samples containing loose sands the curves abandoned from the other ones. Obtained results show either small water retention and high water permeability. Soils of such types are regarded as very susceptible for processes of hydrological degradation. Determined water properties of soil allow to state that during the following years on examined area process of hydrological degradation and geomechanical deformations of ground surface will extend.

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Sławomir Klatka, Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: rmklatka@cyf-kr.edu.pl.

Słowa kluczowe: właściwości wodne gleb, degradacja hydrologiczna gleb, oddziaływanie górnictwa węgla kamiennego na środowisko

Key words: soil water properties, soil hydrological degradation, influence of coal mining on environment

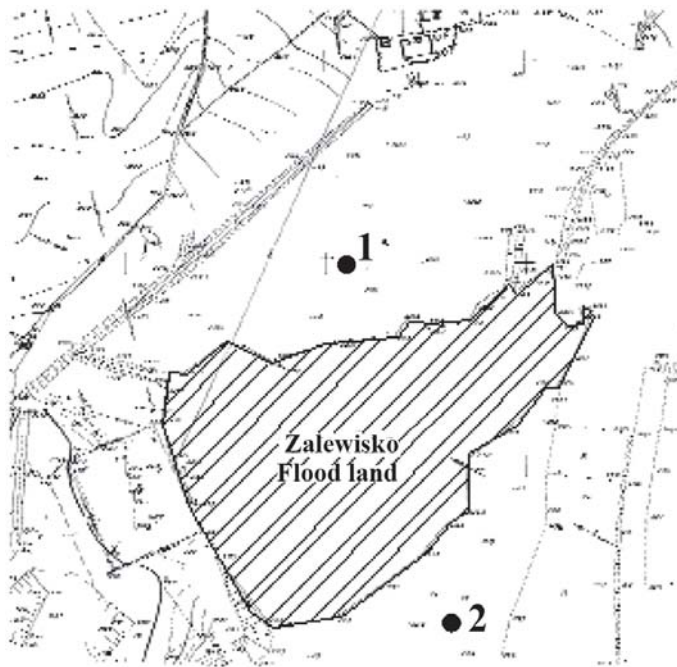
WSTĘP

Wydobyciu węgla kamiennego, niezależnie od stosowanych technologii eksploatacji, towarzyszą negatywne skutki w środowisku przyrodniczym wynikające z ingerencji człowieka w naturalne struktury geologiczne i przyrodnicze. Oddziaływanie kopalń węgla kamiennego na środowisko ma charakter bezpośredni oraz pośredni. Oddziaływania bezpośrednie polegają na przejęciu terenów przyrodniczo użytkowanych na potrzeby danego zakładu górniczego, natomiast pośrednie doprowadzają do niezamierzonych zmian poszczególnych elementów środowiska. Skutkiem tego są przekształcenia geomechaniczne, hydrologiczne i przyrodnicze powierzchni obszarów górniczych. Zjawiska wywołane deformacjami geomechanicznymi na powierzchni terenu mają zasadniczy wpływ na zmianę stosunków wodnych gleb i mogą powodować powstawanie zawodnień, podtopień i zalewisk [Boroń i Klatka 1999]. O rozmiarze i natężeniu tego typu degradacji oprócz samej działalności górniczej decydują również właściwości wodne gleb, które w znacznym stopniu determinują powstawanie zawodnień wodogruntowych [Klatka i in. 2007]. Celem pracy była analiza właściwości wodnych gleb zdegradowanych przez przemysł wydobywczy na przykładzie obszaru poeksploatacyjnego Zakładu Górniczo-Energetycznego „Janina” w Libiążu.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na obszarze geomechanicznych przekształceń powierzchni we wsi Żarki koło Libiąża. Obszar ten o powierzchni 9,77 ha podlegał degradacji spowodowanej eksploatacją górniczą ZGE „Janina”. Na przestrzeni ostatnich lat wystąpiły tam osiadania powierzchni, które doprowadziły do zmiany warunków wodnych gleb. W zachodniej części obszaru powstało zalewisko o powierzchni około 2 ha. Podniesienie zwierciadła wody gruntowej na tym terenie spowodowało degradację hydrologiczną gleb. W celu scharakteryzowania właściwości gleb omawianego terenu wykonano dwie odkrywki z pełnym opisem cech morfologicznych i pobrano materiał do badań laboratoryjnych. Lokalizację wykonanych odkrywek przedstawiono na rys 1.

W laboratorium oznaczono skład granulometrycznych metodą areometryczną Casagrande’a w modyfikacji Prószyńskiego oraz inne właściwości fizyczne metodami standardowo stosowanymi w gleboznawstwie. Przy oznaczaniu grup i podgrup granulometrycznych badanych gleb zastosowano normę PN-R-04033 [1998]. Współczynniki filtracji oznaczono w aparacie Katedry Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie z regulowaną wysokością ciśnienia wody i elektronicznym odczytem objętości. Aparat ten jest oparty na prawie Darcy. Zbiórce zestawienie uzyskanych wyników zamieszczono w pracy Klatki i in. [2007]. Krzywe charakterystyki wodnej zostały oznaczone w komorach ciśnieniowych z porowatą płytą ceramiczną [Kowalik 1972] oraz sparametryzowane do równania van Genuchtena [Wösten i van Genuchten 1988, Boroń i Ryczek 1999]:



Rys.1. Lokalizacja odkrywek glebowych

Fig. 1. Soil opening location

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{(1 + |\alpha \cdot h|^n)^m} \quad (1)$$

gdzie:

- θ – objętościowa zawartość wody w glebie aktualna, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$,
- θ_r – objętościowa zawartość wody w glebie w stanie powietrzno-suchym, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$,
- θ_s – objętościowa zawartość wody w glebie w stanie pełnego nasycenia, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$,
- h – ciśnienie ssące, cm,
- α, n – parametry równania, wyznaczone metodami statystycznymi
- m – parametr równania obliczony ze wzoru

$$m = 1 - \frac{1}{n} \quad (2)$$

Zawartość wody łatwo dostępnej przyjęto dla przedziału ciśnień ssących od 316 cm ($pF = 2,5$) do 1585 cm ($pF = 3,2$). Obliczone parametry do modelu van Genuchtena i zapasów wody łatwo dostępnej zamieszczono w tabeli 2, natomiast wykreślone krzywe przedstawiono na rys. 2 i 3.

WYNIKI BADAŃ

Na podstawie badań terenowych i laboratoryjnych można stwierdzić, że w rejonie objętym badaniami występują gleby typu murszastego z dużą zawartością piasku. Według nowej Systematyki gleb Polski [2011] należą one do typu 7.6 Gleby murszaste w podtypie 7.6.1 Gleby murszaste typowe. W składzie granulometrycznym badanych gleb występuje grupa granulometryczna oznaczona jako piasek oraz podgrupy granulometryczne: piasek (p), piasek słabogliniasty (ps) i piasek gliniasty (pg). Jest to materiał tworzący poziomy o bardzo dużej przepuszczalności i o małej retencji wodnej. Wyznaczone metodą laboratoryjną współczynniki filtracji gleb wahały się w granicach od $2,06 \cdot 10^{-5}$ do $8,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Najwyższe wartości zanotowano dla piasków [Klatka i in. 2007].

Wyznaczone krzywe charakterystyki wodnej gleb były mało zróżnicowane ze względu na zbliżony skład granulometryczny gleb. Jedynie w wypadku poziomów próchnicznych krzywe nieco odbiegały od pozostałych, co spowodowane było wyższą od pozostałych poziomów zawartością materii organicznej. Zawartość materii organicznej w glebach murszastych zależy od nasilenia procesów murszenia. Według Owczarzaka i in. [2003] jej ilość i stopień rozkładu wpływają na właściwości wodne gleb, nadając im specyficzne cechy. Wartości objętościowej zawartości wody w stanie pełnego nasycenia wahały się od $0,4027$ do $0,4064 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ w poziomach próchnicznych i od $0,3418$ do $0,4060 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ w poziomach leżących poniżej. Objętościowa zawartość wody w stanie połowej pojemności wodnej mieściła się przedziale od $0,3355$ do $0,3666 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ w poziomach próchnicznych i od $0,0473$ do $0,1558 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ w poziomach niższych. Objętościowa zawartość wody w glebie w warunkach hamowania wzrostu roślin ($pF = 3,2$) wyniosła od $0,2508$ do $0,3179 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ w poziomach próchnicznych i od $0,0158$ do $0,0863 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$

Tabela 1. Skład granulometryczny badanych gleb.

Table 1. Texture of investigated soils

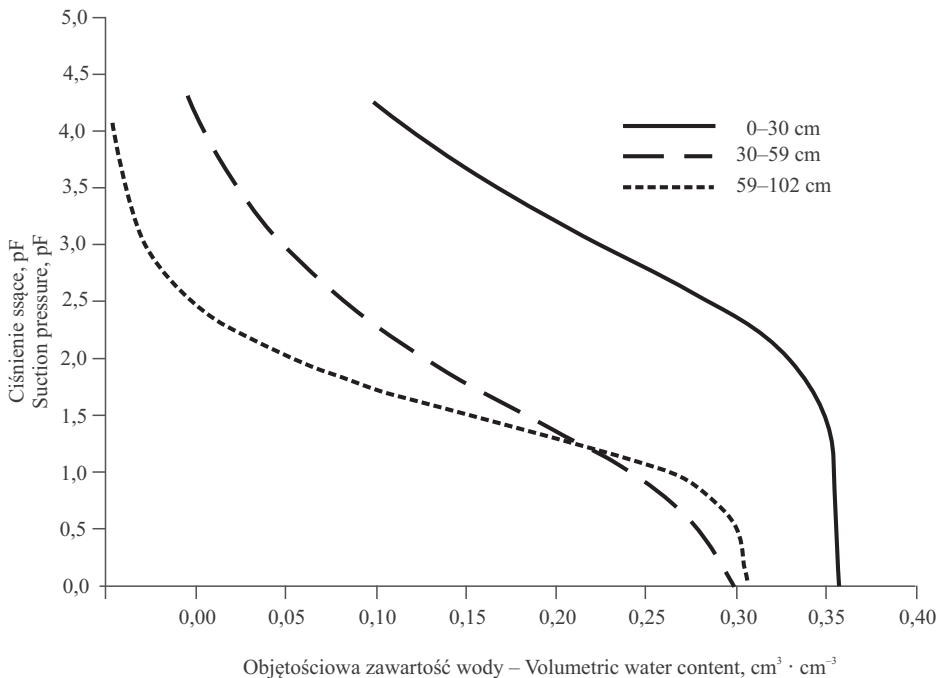
| Nr odkrywki Opening number | Poziom Depth cm | Zawartość frakcji, % Separate contents, % | | | Podgrupa granulometryczna Grain size subclass |
|-------------------------------|-----------------------|--|---------------|------------|--|
| | | 2–0,05 mm | 0,05–0,002 mm | < 0,002 mm | |
| 1 | 0–30 | 94 | 4 | 2 | piasek sand |
| | 30–59 | 85 | 8 | 7 | piasek gliniasty loamy sand |
| | 59–102 | 99 | 1 | 0 | piasek sand |
| 2 | 0–40 | 89 | 6 | 5 | piasek słabogliniasty loamy sand |
| | 40–75 | 99 | 1 | 0 | piasek sand |
| | 75–110 | 98 | 2 | 0 | piasek sand |
| | 110–150 | 99 | 1 | 0 | piasek sand |

Tabela 2. Obliczone parametry do modelu van Genuchtena i zapasów wody łatwo dostępnej
 Table 2. Determined parameters for the van Genuchten's model and easy available water storage

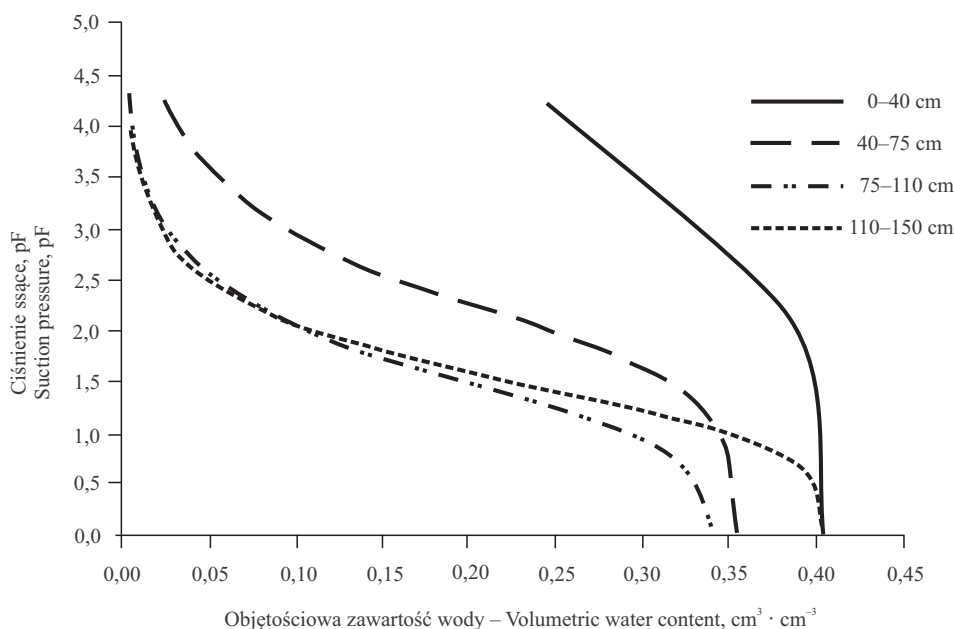
| Nr odkrywki Opening number | Poziom Depth cm | Parametry modelu van Genuchtena Van Genuchten's model parameters | | | | | | Zapas wody łatwo dostępnej Easy available water storage % |
|-------------------------------|-----------------------|---|--------|------------------------------------|--------|-------------------|--------|---|
| | | θ_r | | θ_s | | $\theta_{pF=2,5}$ | | |
| | | a | n | $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ | | | | |
| 1 | 0–30 | 0,0054 | 1,2198 | 0,1802 | 0,4064 | 0,3355 | 0,2508 | 20,83 |
| | 30–59 | 0,1364 | 1,2597 | 0,2061 | 0,3485 | 0,1309 | 0,0863 | 12,81 |
| | 59–102 | 0,0577 | 1,6956 | 0,4102 | 0,3575 | 0,0473 | 0,0155 | 8,91 |
| 2 | 0–40 | 0,0046 | 1,1142 | 0,1025 | 0,4027 | 0,3666 | 0,3179 | 22,80 |
| | 40–75 | 0,0174 | 1,4625 | 0,3162 | 0,3518 | 0,1558 | 0,0756 | 12,09 |
| | 75–110 | 0,0673 | 1,6177 | 0,3819 | 0,3418 | 0,0516 | 0,0191 | 9,49 |
| | 110–150 | 0,0605 | 1,7121 | 0,4159 | 0,4060 | 0,0495 | 0,0158 | 8,32 |

w innych poziomach. Zawartości wody łatwo dostępnej były zbliżone w poziomach próchnicznych i wynosiły 20,83% dla odkrywki 1 i 22,80% dla odkrywki 2. W poziomach niżej leżących wielkości te były uzależnione głównie od składu granulometrycznego i zawierały się w przedziale od 8,32% dla piasku do 12,81% dla piasku gliniastego.

Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że nie odbiegają one od podawanych w literaturze przedmiotu dla danych grup granulometrycznych gleb [Dobrzański 1993]. Są one



Rys 2. Krzywe charakterystyki wodnej gleb – odkrywka 1
 Fig. 2. Soil water characteristics functions – opening 1



Rys 3. Krzywe charakterystyki wodnej gleb – odkrywka 2

Fig. 3. Soil water characteristics functions – opening 2

również zbliżone do wyników uzyskanych dla terenu podlegającego degradacji hydrologicznej na obszarze działalności eksploatacyjnej KWK „Szczygłowice” w Knurowie [Klatka i in. 2010]. Prognozowanie skutków degradacji górniczej w użytkach rolnych oraz dobór kierunku i metod rekultywacji na takich obszarach stwarza konieczność poznania właściwości wodnych gruntów [Klatka i Boroń 2001]. W przypadku terenów pogórnich zdolność gleb do retencjonowania wody opadowej oraz przepuszczalność decyduje w znacznym stopniu o rozmiarze i natężeniu degradacji hydrologicznej. Według Szafrąńskiego i in. [2011] brak wieloletnich badań właściwości wodnych gleb na terenach pogórnich wpływa na małą skuteczność stosowanych zabiegów rekultywacyjnych. Badania przeprowadzone na obszarze wsi Żarki pozwalają na stwierdzenie, że omawiane profile glebowe charakteryzują się niekorzystnymi właściwościami wodnymi, co w przyszłości może doprowadzić do znacznego nasilenia procesów zawodnień wodogruntowych i eliminację tych gleb z użytkowania rolniczego. Fakt ten należy uwzględnić na etapie projektowanych i podejmowanych w przyszłości zabiegów rekultywacyjnych.

WNIOSKI

1. Badany teren podlega degradacji spowodowanej działalnością eksploatacyjną Zakładu Górniczo-Energetycznego „Janina” w Libiążu. Skład granulometryczny badanych gleb na omawianym obszarze jest prawie jednorodny. Na omawianym obszarze występuje prawie jednorodny skład granulometryczny. Przeważają piaski luźne i słabogliniaste

o dużej przepuszczalności i małej retencyjności wodnej. Gleby o takim składzie granulometrycznym na obszarach podlegających wpływom górnictwa węgla kamiennego uważane są za podatne i mało odporne na procesy degradacji hydrologicznej.

2. Niewielkie zróżnicowanie w uziarnieniu badanej powierzchni wpłynęło na małe różnice we właściwościach wodnych analizowanych profili gruntów pogórnich i kształcie krzywych pF. Pomimo niewielkiej różnorodności, wyznaczone krzywe charakterystyki wodnej badanych gleb mogą stanowić podstawę do prognozowania wielu niekorzystnych zjawisk lub zmian zachodzących w badanym środowisku glebowym, spowodowanych degradacją hydrologiczną. Powinny one zostać uwzględnione także na etapie opracowania projektu rekultywacji tego terenu.

PIŚMIENNICTWO

- Boroń K., Klatka S., 1999. Evaluation of farmland degradation induced by coal mine activity. 10th International Solis Conference, 23–28.05.1999, Purdue University, West Lafayette (IN), 118–121.
- Boroń K., Ryczek M., 1999. Hydraulic conductivity in unsaturated zone of silt and ash. Proceed. International Symposium on Advances in water science. T. 1: Physics of soil water. Stara Lesna (Slovakia), 140–145.
- Dobrzański B., 1993. Gleboznawstwo. PWRiL Warszawa.
- Klatka S., Boroń K., 2001. Gospodarka wodna gleb terenu eksploatowanego przez KWK „Szczygłowice”. Zesz. Nauk. AR Krak. 382, ser. Inż. Środ. 21. 56–64
- Klatka S., Lipka K., Zajac E., 2007. Degradacja hydrologiczna gleb na obszarze pogórnich niecki osiadań Kopalni Węgla Kamiennego „Janina” w Libiążu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 519, 137–143.
- Klatka S., Ryczek M., Boroń K., 2010. Krzywe charakterystyki wodnej gleb zdegradowanych przez przemysł wydobywczy. Ochr. Środ. Zas. Natur. 42, 130–135.
- Kowalik P. 1972. Podstawy teoretyczne pomiarów potencjału wody glebowej. Problemy Agrofizyki 2. Zakład Narodowy im. Ossolińskich Wrocław.
- Owczarzak W., Mocek A., Gajewski P. 2003. Właściwości wodne gleb organicznych Doliny Grójeckiej w sąsiedztwie projektowanej odkrywki węgla brunatnego „Drzewce”. Acta Agrophys. 1(4), 711–720
- Systematyka gleb Polski, 2011. Wyd. 5. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. Roczn. Glebozn. 62(3), ss. 193.
- PN-R-04033, 1998. Gleby i utwory mineralne. Polski Komitet Normalizacyjny Warszawa, ss. 5.
- Szafrański Cz., Stachowski P., Kozaczyk P., 2011. Stan aktualny i prognozy poprawy gospodarki wodnej gruntów na terenach pogórnich. Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe. Roczn. Ochr. Środ. 13, 485–510.
- Wösten J.H.M., Van Genuchten M.Th., 1988. Division s-6-soil and water management and conservation. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, 1762–1770.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 5.11.2013