

**Ryszard OLESZCZUK, Jan SZATYŁOWICZ, Tomasz BRANDYK,
Tomasz GNATOWSKI**

Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie
Department of Environmental Improvement WULS – SGGW

Charakterystyka procesu kurczenia dla torfów niskich średnio rozłożonych

Characteristics of shrinkage process for lowland medium decomposed peat soils

Słowa kluczowe: krzywa kurczenia, kurczliwość pozioma, pionowa i całkowita, wskaźnik zmian geometrii

Key words: shrinkage curve, horizontal, vertical and total shrinkage, shrinkage geometry factor

Wprowadzenie

Utrata uwilgotnienia gleb torfowych w procesie wysychania powoduje zmniejszanie się ich objętości (Ilnicki 1967, Szymanowski 1993, Szatyłowicz i in. 1996, Oleszczuk 2006). W warunkach naturalnych proces kurczenia powoduje m.in. obniżanie się powierzchni gleby oraz tworzenie się szczelin (Szuniewicz i in. 1993, Frąckowiak i Feliński 1994, Oleszczuk i in. 1999). Powstające na skutek kurczenia szczeliny pionowe powodują występowanie przepływu preferencyjnego wody, natomiast szczeliny poziome ograniczają wysokość podsiąku kapilarnego. Występujące szczeliny

zwiększają również areację wierzchnich warstw, co przyczynia się do przyspieszenia tempa procesów murszenia i mineralizacji materii organicznej (Okruszko 1993, Gotkiewicz i in. 1994).

Badaniami kurczenia gleb torfowych zajmowało się wielu autorów w Polsce, m.in. Ilnicki (1967), Szymanowski (1993), Szatyłowicz i inni (1996), Oleszczuk i inni (2003, 2005), a zagranicą Pyatt i John (1989), van den Akker i Hendriks (1997), Hendriks (2004), Camporese i inni (2004) oraz Kennedy i Price (2005). Kurczliwość torfu zależy głównie od jego rodzaju, właściwości fizycznych, stopnia rozkładu oraz budowy strukturalnej (Okruszko 1960, Ilnicki 1967, Päivänen 1982, Szymanowski 1982, 1993, Myślińska 2001).

Do opisu zmian objętości gleby na skutek utraty wilgotności wykorzystuje się tzw. krzywą kurczenia, która wyraża związek pomiędzy wskaźnikiem porowatości (e) – stosunek objętość porów

do objętości fazy stałej, i stopniem objętościowym wody (θ) – stosunek objętość wody do objętości fazy stałej gleby (Bronswijk i Evers-Vermeer 1990, Kim i in. 1992). W celu określenia kierunku kurczenia się gleby torfowej podczas procesu wysychania wykorzystuje się charakterystyki kurczliwości pionowej i poziomej (Ilnicki 1967, Olszta 1975, Maciak i Liwski 1996, Biernacka i Kurzawski 2007). W modelach numerycznych opisujących przepływ wody w glebach o zmiennej geometrii kierunku procesu kurczenia gleby jest często przedstawiany za pomocą tzw. wskaźnika zmian geometrii (r_s), który określa, czy dana gleba kurczy się izotropowo ($r_s = 3$) czy anizotropowo ($r_s \neq 3$) – Bronswijk (1990), Kim i inni 1992, Szatyłowicz (1997). W przypadku gleb mineralnych (gliny ciężkie) podczas procesu wysychania zachodzi zazwyczaj kurczenie izotropowe w całym zakresie zmian uwilgotnienia (Bronswijk 1990, Kim i in. 1992, Szatyłowicz 1997), natomiast w przypadku gleb torfowych wartość tego parametru zależy od uwilgotnienia i wzrasta w miarę utraty wody w procesie wysychania. W końcowej fazie procesu jest to zazwyczaj kurczenie anizotropowe (Oleszczuk 1998, Brandyk i in. 2003).

Celem niniejszej pracy jest analiza i porównanie charakterystyk procesu kurczenia (krzywa kurczenia, kurczliwość całkowita, pozioma, pionowa oraz wskaźnik zmian geometrii) opracowanych dla czterech rodzajów torfów typu niskiego (mechowiskowy, turzycowiskowy, szuwarowy i olesowy) pochodzących z obszaru doliny rzeki Biebrzy.

Praca ta finansowana była ze środków na naukę w latach 2006–2008 jako projekt badawczy nr 2 P06 029 30.

Material i metodyka badań

Próbki o nienaruszonej strukturze pobrano w trzech powtórzeniach z torfu mechowiskowego, szuwarowego i olesowego w Środkowym Basenie Biebrzy, natomiast próbki torfu turzycowiskowego pobrano w Dolnym Basenie Biebrzy. W celu eliminacji wpływu stopnia rozkładu materii organicznej na wielkość i charakterystyki kurczenia wszystkie analizowane w pracy rodzaje gleb torfowych charakteryzują się średnim stopniem rozkładu (H_4 według skali von Posta). W tabeli 1 przedstawiono rodzaje oraz właściwości fizyczne rozpatrywanych warstw glebowych. Rodzaje gleb torfowych określono metodą mikroskopową (według klasyfikacji Tołpy i innych 1967), stopień rozkładu materii organicznej według skali von Posta, gęstość gleby metodą grawimetryczną, a gęstość fazy stałej przy wykorzystaniu metody alkoholowej (Maciak i Liwski 1996). Wartości porowatości obliczono na podstawie pomierzonych wartości gęstości gleby i gęstości fazy stałej.

Z przedstawionych w tabeli 1 danych wynika, że warstwy torfu mechowiskowego i szuwarowego charakteryzują się mniejszymi wartościami gęstości gleby w porównaniu z warstwami torfu turzycowiskowego i olesowego. Najmniejszą gęstością fazy stałej wśród analizowanych rodzajów torfu charakteryzuje się torf mechowiskowy, największą zaś wy-

TABELA 1. Właściwości fizyczne dla poszczególnych rodzajów gleb torfowych z doliny Biebrzy
TABLE 1. Physical properties for considered peat types from the Biebrza Valley

Rodzaj torfu Peat type	Głębokość Depth [cm]	Gęstość gleby Bulk density [g·cm ⁻³]	Gęstość fazy stałej Particle density [g·cm ⁻³]	Porowatość Porosity [%]	Stopień objętościowy wody ^a Moisture ratio ^a [cm ³ ·cm ⁻³]
Mechowiskowy Moss	90–100	0,132	1,590	91,69	10,86
Turzycowiskowy Sedge	20–40	0,210	1,940	89,17	8,08
Szuwarowy Reed	100–110	0,122	1,490	91,81	11,13
Olesowy Alder	30–40	0,208	1,460	85,75	5,94

^aStopień objętościowy wody przy stanie pełnego nasycenia / Moisture ratio at saturation.

kazuje rozpatrywany w pracy torf turzycowiskowy (zlokalizowany bezpośrednio w pobliżu koryta rzeki Biebrza, który może być namulony z racji częstych wylewów rzeki).

Pomiary charakterystyk kurczenia dla analizowanych rodzajów torfu przeprowadzono na cylindrycznych próbkach o objętości 487,2 cm³ (wys. 8,2 cm, śred. 8,7 cm), pobranych w trzech powtórzeniach z rozpatrywanych warstw z zachowaniem ich naturalnej struktury. Pobrane próbki glebowe w warunkach laboratoryjnych nasycano do pełnej pojemności i poddawano procesowi wysychania, podczas którego wykonywano systematyczne pomiary ich masy, średnicy i wysokości, z dokładnością do 0,1 cm. Objętość badanych próbek podczas procesu wysychania była określana na podstawie średnich wartości wysokości i średnicy próbek, przy czym średnie te uzyskano odpowiednio z 9 pomiarów wysokości i 6 pomiarów średnicy próbek. Po okresie około 8 tygodni próbki wysuszono w temperaturze 105°C w celu określenia ich masy fazy stałej.

Otrzymane w ten sposób wyniki pomiarów średnicy, wysokości oraz masy próbek glebowych umożliwiły opracowanie krzywych kurczenia dla rozpatrywanych warstw glebowych jako zależności pomiędzy wskaźnikiem porowatości (e) a stopniem objętościowym wody (θ). Pomiary wysokości i średnicy próbek umożliwiły obliczenie wartości kurczliwości pionowej, poziomej i całkowitej na podstawie następujących wzorów (Ilnicki 1967, Maciak i Liwski 1996, Biernacka i Kurzawski 2007):

– kurczliwość pionowa

$$K_v = \frac{h_s - h_k}{h_s} \cdot 100\% \quad (1)$$

– kurczliwość pozioma

$$K_h = \frac{d_s - d_k}{d_s} \cdot 100\% \quad (2)$$

– kurczliwość całkowita

$$K_c = \frac{V_s - V_k}{V_s} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie:

h_s – wysokość próbki przy stanie pełnego nasycenia [cm],

h_k – wysokość próbki przy k -tym stanie uwilgotnienia [cm],

d_s – średnica próbki przy stanie pełnego nasycenia [cm],

d_k – średnica próbki przy k -tym stanie uwilgotnienia [cm],

V_s – objętość próbki przy stanie pełnego nasycenia [cm³],

V_k – objętość próbki przy k -tym stanie uwilgotnienia [cm³].

Wartości wskaźnika zmian geometrii (r_s) obliczono według formuły (Bronswijk 1990, Kim i in. 1992):

$$r_s(s, k) = \log\left(\frac{V_k}{V_s}\right) / \log\left(\frac{h_k}{h_s}\right) \quad (4)$$

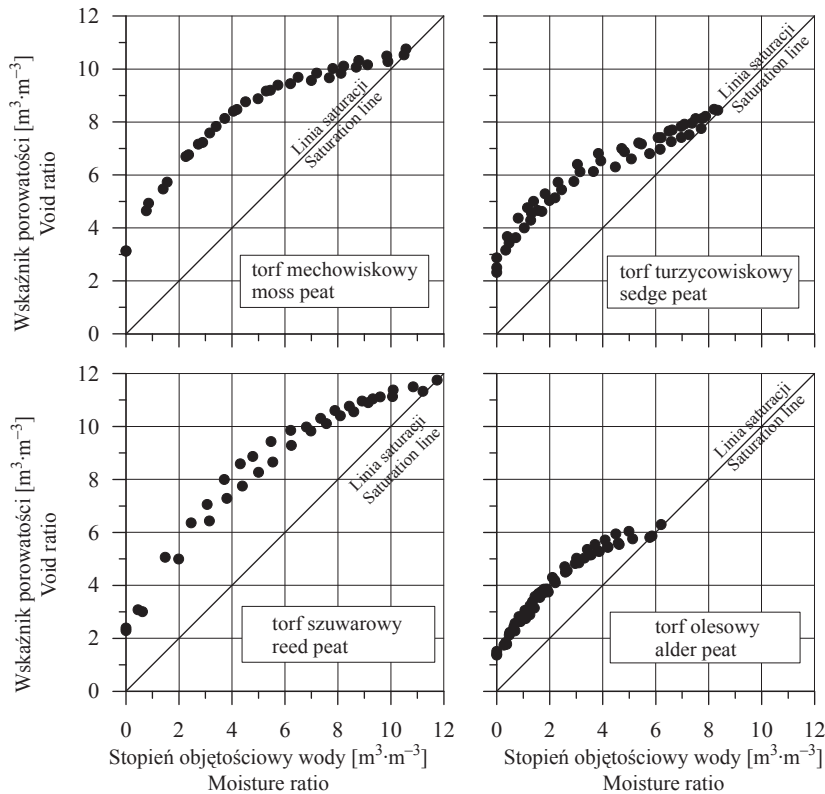
gdzie $r_s(s, k)$ – wskaźnik zmian geometrii przy zmianie uwilgotnienia gleby od stanu pełnego nasycenia (s) do stanu uwilgotnienia (k), pozostałe objaśnienia jak we wzorach (1)–(3).

W przypadku gdy wskaźnik zmian geometrii przyjmuje wartość równą 3, kurczenie przebiega izotropowo (jednakowo we wszystkich kierunkach). Osiadanie gleby bez tworzenia się szczelin następuje, gdy wartość $r_s = 1$. Natomiast gdy wartość tego parametru zawiera się w przedziale od 1 do 3, wówczas proces osiadania przeważa nad procesem tworzenia się szczelin. W miarę wzrostu wartości r_s powyżej 3 proces tworzenia się szczelin dominuje nad procesem osiadania.

Wyniki badań

Kształty krzywych kurczenia dla badanych rodzajów torfów z doliny Biebrzy przedstawiono na rysunku 1. Z przedstawionego rysunku wynika, że największym zakresem zmian wskaźnika porowatości (e) charakteryzuje się torf szuwarowy, którego wartości zmieniają się w przedziale od około 11,13 do około 2,38 cm³·cm⁻³. Nieco mniejszy zakres zmian tego wskaźnika wykazuje torf mechowiskowy (10,86–3,10 cm³·cm⁻³), turzycowiskowy (8,08–2,20 cm³·cm⁻³), natomiast najmniejsze zmiany wskaźnika porowatości podczas procesu kurczenia wykazuje torf olesowy (5,94–1,60 cm³·cm⁻³). Podczas procesu wysychania we wszystkich analizowanych utworach glebowych wyróżniono 3 fazy kurczenia – kurczenie strukturalne, normalne i resztkowe. Kurczenie strukturalne występuje w zakresie największych uwilgotnień (ubytek objętości wody jest znacznie większy niż odpowiadająca mu zmiana objętości gleby). Faza kurczenia normalnego występuje, gdy ubytek objętości wody jest równy ubytkowi objętości gleby, i jest szczególnie widoczna w przypadku torfu szuwarowego, który wykazuje stałą wartość objętości powietrza prawie w całym zakresie zmian uwilgotnienia. W końcowej fazie procesu wysychania zaobserwowano kurczenie resztkowe, w której utrata objętości gleby jest znacznie większa w porównaniu z objętością utraconej wody.

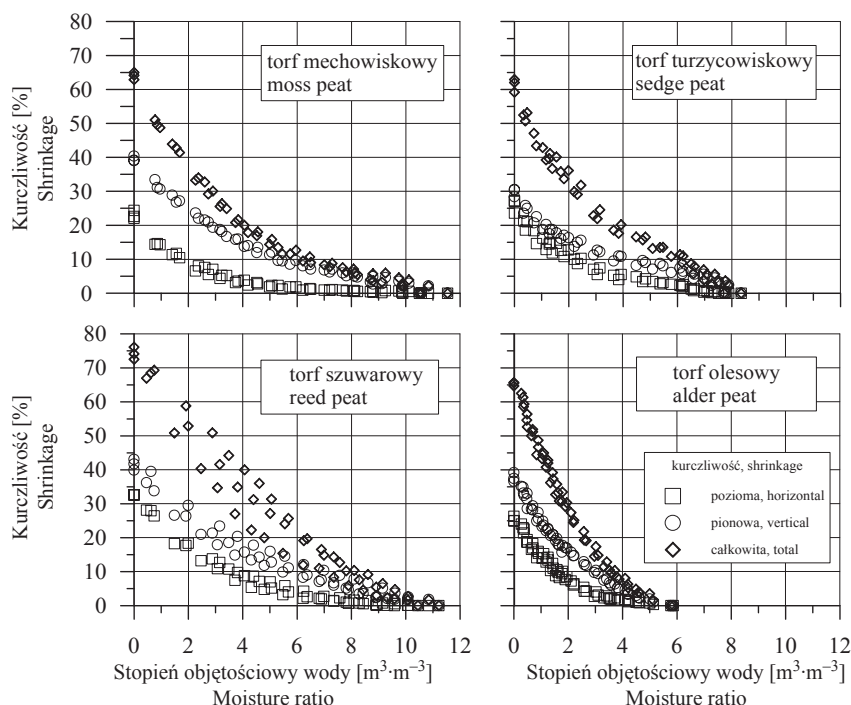
Wyniki pomiarów kurczliwości poziomej, pionowej i całkowitej dla



RYSUNEK 1. Pomierzone krzywe kurczenia dla torfu: a – mechowiskowego, b – turzycowiskowego, c – szuwarowego, d – olesowego
 FIGURE 1. Measured shrinkage characteristics curves for peats: a – moss, b – sedge, c – reed, d – alder

rozpatrywanych rodzajów torfu przedstawiono na rysunku 2. W przypadku wszystkich analizowanych warstw wartości kurczliwości poziomej w zakresie największych wartości uwilgotnienia (w początkowej fazie procesu wysychania) przyjmują wartości zbliżone do zera w porównaniu z większymi wartościami kurczliwości pionowej i całkowitej w tym samym zakresie zmian uwilgotnienia. W przypadku torfu turzycowiskowego i szuwarowego wartości kurczliwości pionowej i poziomej są w całym zakresie zmian uwilgotnienia zbliżone do siebie. Największą kurczliwość całkowitą

w końcowej fazie procesu wysychania wykazuje torf szuwarowy (około 74%), torfy mechowiskowy i olesowy wykazują zbliżone wartości kurczliwości całkowitej – na poziomie około 65% w końcowej fazie procesu wysychania (po wysuszeniu w temperaturze 105°C), natomiast najmniejszą kurczliwość całkowitą charakteryzuje się torf turzycowiskowy (około 61%). Powyższe wyniki dotyczące kurczliwości całkowitej są zbliżone do wyników badań opublikowanych przez Szymanowskiego (1993), który na podstawie przeprowadzonych pomiarów wykazał, że największą kurczliwością



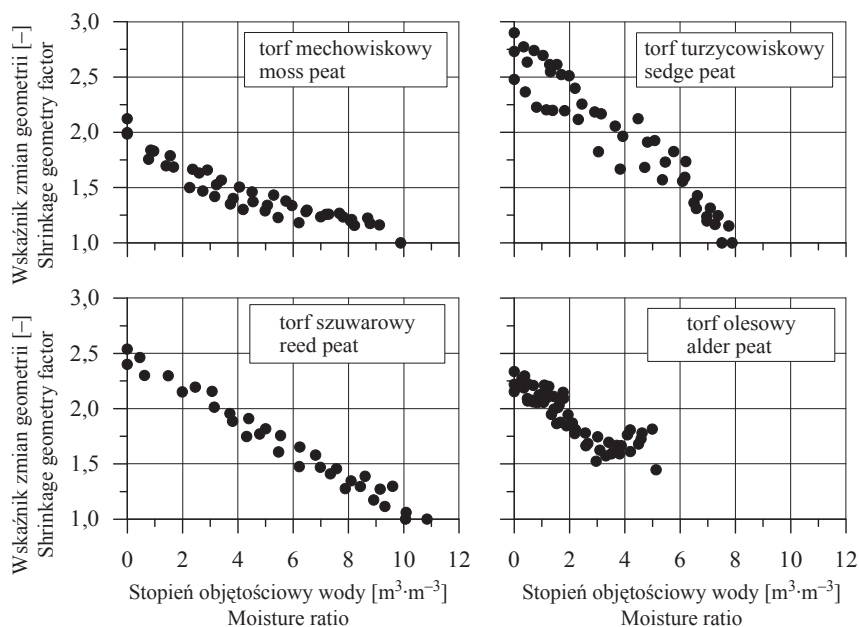
RYSUNEK 2. Pomierzone wartości kurczliwości poziomej, pionowej i całkowitej dla torfu: mechowiskowego, turzycowiskowego, szuwarowego oraz olesowego
 FIGURE 2. Measured values of horizontal, vertical and total shrinkage for moss, sedge, reed and alder peats

całkowitą charakteryzują się torfy szuwarowe, nieco mniejszą torfy turzycowiskowe i olesowe, a najmniejszą torfy mechowiskowe.

Na rysunku 3 przedstawiono przebiegi wartości wskaźnika zmian geometrii dla poszczególnych rodzajów gleb torfowych z doliny Biebrzy. W początkowej fazie procesu kurczenia (zakres największych uwilgotnień) wartości tego wskaźnika zbliżone są do wartości 1, co oznacza jedynie kurczenie się (osiadanie powierzchni) próbek, bez tworzenia się szczelin. Zaawansowanie procesu wysychania powoduje zwiększenie wartości tego parametru powyżej 1, co oznacza przewagę kurczliwości pionowej (osiadania powierzchni) gleby nad kurczliwo-

ścią poziomą (tworzeniem się szczelin). W końcowej fazie proces wysychania torfu turzycowiskowego zbliżony jest do kurczenia izotropowego w porównaniu z pozostałymi rodzajami torfu, które w zakresie najniższych uwilgotnień kurczą się anizotropowo.

W tabeli 2 przedstawiono zestawienie średnich wartości kurczliwości poziomej, pionowej, całkowitej i wartości wskaźnika zmian geometrii (r_s) dla poszczególnych rodzajów torfów w końcowej fazie ich wysychania (po wysuszeniu próbek w temperaturze 105°C). Przedstawione w tabeli zakresy wartości kurczliwości poziomej, pionowej i całkowitej wykazują zbliżoną tendencję do wartości tych parametrów opra-



RYSUNEK 3. Pomierzone wartości wskaźnika zmian geometrii dla torfu: mechowiskowego, turzycowiskowego, szuwarowego i olesowego

FIGURE 3. Measured values of shrinkage geometry factor for: moss, sedge, reed and alder peats

TABELA 2. Średnie wartości kurczliwości poziomej, pionowej, całkowitej i wskaźnika zmian geometrii dla poszczególnych rodzajów torfów niskich z obszaru doliny Biebrzy

TABLE 2. The average values of horizontal, vertical, total shrinkage and values of shrinkage geometry factor for considered peat types from the Biebrza Valley

Rodzaj torfu Peat type	Kurczliwość / Shrinkage [%]			Wskaźnik zmian geometrii Shrinkage geometry factor [-]
	pionowa vertical	pozioma horizontal	całkowita total	
Mechowiskowy Moss	39,50	23,02	64,00	2,03
Turzycowiskowy Sedge	29,75	25,93	61,40	2,70
Szuwarowy Reed	41,53	32,60	74,23	2,46
Olesowy Alder	37,72	25,44	65,27	2,23

cowanych przez Olsztę (1975) dla gleb hydrogenicznych położonych w dolinie rzeki Huczwy (powiat hrubieszowski). Wyniki kurczliwości poziomej i pionowej dla poszczególnych rodzajów gleb torfowych przedstawione w tabeli 2

umożliwiają porównanie ich wartości z wynikami wskaźnika zmian geometrii (r_s). W przypadku torfów: mechowiskowego, szuwarowego i olesowego, w trakcie procesu kurczenia wartość kurczliwości pionowej wyraźnie przewa-

za nad kurczliwością poziomą. Powyższy kierunek zmian objętości potwierdzają również wartości wskaźnika zmian geometrii (2,03–2,46). Największą wartością wskaźnika zmian geometrii ($r_s = 2,7$) charakteryzuje się torf turzycowiskowy, którego wartość jest zbliżona do kurczenia izotropowego (jednakowe we wszystkich kierunkach). Powyższy przebieg procesu kurczenia potwierdzają również bardzo zbliżone do siebie wartości kurczliwości poziomej i pionowej.

Wnioski

1. Krzywe kurczenia opracowane dla czterech analizowanych rodzajów torfów z doliny Biebrzy charakteryzują się fazami kurczenia strukturalnego, normalnego i resztkowego. Spośród analizowanych gleb torfowych największą kurczliwością całkowitą charakteryzuje się torf szuwarowy (około 75%), mniejszą torf mechowiskowy i olesowy (około 65%), a najmniejszą zaś torf turzycowiskowy (około 61%).
2. Wszystkie rozpatrywane rodzaje torfów charakteryzują się mniejszymi wartościami kurczliwości poziomej w porównaniu z wartościami kurczliwości pionowej w całym zakresie zmian uwilgotnienia.
3. Przeprowadzone pomiary wskaźnika zmian geometrii oraz kurczliwości poziomej i pionowej wskazują na anizotropowy przebieg procesu kurczenia w torfach: mechowiskowym, szuwarowym i olesowym. Natomiast torf turzycowiskowy wykazuje wartości najbardziej zbliżone do kurczenia izotropowego (jedna-

kowego we wszystkich kierunkach), o czym świadczą największe wartości wskaźnika zmian geometrii spośród analizowanych rodzajów torfów, jak również bardzo zbliżone do siebie wartości kurczliwości poziomej (25,93%) i kurczliwości pionowej (29,75%).

Literatura

- BIERNACKA E., KURZAWSKI G. 2007: Analiza zmian objętości gytii detrytusowej w procesie wysychania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 519: 19–29.
- BRANDYK T., SZATYŁOWICZ J., OLESZCZUK R., GNATOWSKI T. 2003: Water-related physical attributes of organic soils. In: *Organic soils and peat materials for sustainable agriculture*. Eds. L.-E. Parent, P. Innicki. CRC Press and International Peat Society, Boca Raton, Florida (USA): 33–66.
- BRONSWIJK J.J.B. 1990: Shrinkage geometry of a heavy clay soil at various stresses. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1500–1502.
- BRONSWIJK J.J.B., EVERS-VERMEER J.J. 1990: Shrinkage of Dutch clay soil aggregates. *Neth. J. Agric. Sci.* 38: 175–194.
- CAMPORESE M., PUTTI M., SALANDIN P., TEATINI P. 2004: Modeling peatland hydrology and related elastic deformation. In: *Proc. XV Int. Conf. on Computational Methods in Water Resources*. Eds. C.T. Miller et al. Elsevier Pub., 2: 1453–1464.
- FRĄCKOWIAK H., FELIŃSKI T. 1994: Obniżanie się powierzchni łąkowych gleb organicznych w warunkach intensywnego przesuszenia. *Wiad. IMUZ* 17(2): 29–35.
- GOTKIEWICZ J., SZUNIEWICZ J., KOWALCZYK Z., SZYMANOWSKI M. 1994: Transformation of drained peat soils in birch forest of the Middle Biebrza Basin. In: *Towards protection and sustainable use of the Biebrza wetlands: exchange and integration of research results for benefit of a Polish-Dutch joint research plan*. Eds. H. Okruszko, M.J. Wassen. Workshop “Biebrza

- Wetlands”, October 1993, IMUZ, report 3, A, pp.: 361–374.
- HENDRIKS R.F. 2004: An analytical equation for describing the shrinkage characteristics of peat soils. In: Proc. of the 12th International Peat Congress. Ed. J. Paivanen. 6–11 June, Tampere, 2: 1343–1348.
- ILNICKI P. 1967: Kurczliwość torfów w czasie suszenia w zależności od ich struktury i właściwości fizycznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 76: 197–311.
- KENNEDY G.W., PRICE J.S. 2005: A conceptual model of volume-change controls on the hydrology of cutover peats. *J. Hydrol.* 302: 13–27.
- KIM D.J., VEREECKEN H., FEYEN J., BOELS D., BRONSWIJK J.J.B. 1992: On the characterization of properties of an unripe marine clay soil. Shrinkage processes of an unripe marine clay soil in relation to physical ripening. *Soil Sci.* 153: 471–481.
- MACIAK F., LIWSKI S. 1996: Ćwiczenia z torfoznawstwa. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- MYŚLIŃSKA E. 2001: Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- OKRUSZKO H. 1960: Gleby murszowe torfowisk dolinowych i ich chemiczne oraz fizyczne właściwości. *Rocz. Nauk Rol. F.* 74: 5–89.
- OKRUSZKO H. 1993: Transformation of fen-peat soil under the impact of draining. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* 406: 3–73.
- OLESZCZUK R. 1998: Analiza stosunków wodnych w profilu gleby torfowo-murszowej z uwzględnieniem zjawisk pęcznienia i kurczenia. Maszynopis pracy doktorskiej. KKŚiM SGGW, Warszawa.
- OLESZCZUK R. 2006: Analysis of shrinkage process of raised bog peat. *Pol. J. Environ. Stud.* 15, 5d, part 1: 86–89.
- OLESZCZUK R., SZATYŁOWICZ J., BRANDYK T. 1999: Prediction of vertical peat-moorsh soil profile movements caused by moisture content changes. *Rocz. Akad. Rol. w Poznaniu, CCCX, Mel. i Inż. Środ.* 20, cz. I: 139–150.
- OLESZCZUK R., BOHNE K., SZATYŁOWICZ J., BRANDYK T., GNATOWSKI T. 2003: Influence of load on shrinkage behaviour of peat soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166: 220–224.
- OLESZCZUK R., SZATYŁOWICZ J., BRANDYK T., GNATOWSKI T. 2005: Metodyka oceny zmian objętości charakterystycznych warstw gleby torfowo-murszowej w procesie wysychania. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. w Krakowie* 420, *Inż. Środ.* 26: 157–168.
- OLSZTA W. 1975: Wpływ przesuszenia na zmiany fizycznych i wodnych właściwości hydrogenicznych utworów węglanowych. *Rocz. Nauk. Rol. F.* 79(1): 57–69.
- PÄIVÄNEN J. 1982: Physical properties of peat samples in relation to shrinkage under drying. *Silva Fennica* 16 (3): 247–265.
- PYATT D.G., JOHN A.L. 1989: Modelling volume changes in peat under conifer plantations. *J. Soil Sci.* 40: 695–706.
- SZATYŁOWICZ J. 1997: Analiza przepływu wody w glebach aluwialnych o zmiennej geometrii. Maszynopis pracy doktorskiej, KKŚiM SGGW, Warszawa.
- SZATYŁOWICZ J., OLESZCZUK R., BRANDYK T. 1996: Shrinkage characteristics of some fen peat soils. In: Proc. of 10th International Peat Congress. Ed. G.W. Luttig. 27 May – 2 June, Bremen, 2: 327–338.
- SZUNIEWICZ J., CHURSKI T., SZAJDA J. 1993: Ruchy powierzchni i retencja pulsacji w glebach torfowo-murszowych. *Wiad. IMUZ* 17(3): 191–205.
- SZYMANOWSKI M. 1982: Kurczliwość utworów torfowych. *Torf* 3: 12–25.
- SZYMANOWSKI M. 1993: Kurczliwość gleb torfowych niskopopielnych i ocena wilgotności w warunkach polowych przy wykorzystaniu krzywych sorpcji wody. *Wiad. IMUZ* 17(3): 175–189.
- TOŁPA S., JASNOWSKI M., PAŁCZYŃSKI A. 1967: System der genetischen Klassifizierung der Torfe Mitteleuropas. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 76: 9–99.
- van den AKKER J.J., HENDRIKS R.F. 1997: Shrinkage characteristics of Dutch peat soils. In: Peat in Horticulture. Proc. Inter. Peat Conf., Ed. G. Schmilewski, 2–7.11.1997, Amsterdam: 156–162.

Summary

Characteristics of shrinkage process for lowland medium decomposed peat soils. The paper presents the characteristics of the shrinkage process (shrinkage curves, vertical, horizontal, total shrinkage and shrinkage geometry factor) for lowland medium decomposed moss, sedge, reed and alder peat collected from Biebrza Valley. For all considered peat types during the drying three phases of shrinkage process: structural, normal and residual were recognised. The highest total shrinkage (about 75%) for reed peat, the lower for moss and alder (about 65%) and the lowest for sed-

ge peat (about 61%) were observed. The values of the horizontal shrinkage were lower than the values of vertical shrinkage for analysed peat types. According to the shrinkage geometry factor characteristic the moss, sedge and alder peats were shrinking anisotropy and the shrinkage of sedge peat was very closed to the isotropy (the same in all direction).

Authors' address:

Ryszard Oleszczuk, Jan Szatyłowicz, Tomasz Brandyk, Tomasz Gnatowski
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Katedra Kształtowania Środowiska
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
Poland
e-mail: ryszard_oleszczuk@sggw.pl