

STAN FIZYCZNY GLEB PARKU LUDOWEGO W LUBLINIE

Monika Jaroszuk-Sierocińska, Anna Słowińska-Jurkiewicz

Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. S. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: monika.jaroszuk@up.lublin.pl

Streszczenie. Przeprowadzono badania właściwości fizycznych gleb kulturoziemnych w Parku Ludowym w Lublinie. Próbkę do badań pobrano z pięciu pedonów, z warstw 0-25, 25-50 i 50-75 cm do cylindrów o objętości 100 cm³. Oznaczono gęstość objętościową gleby, gęstość stałej fazy i pojemności wodne w stanach wysokiego i niskiego potencjału wody. Wykonano obliczenia porowatości ogólnej, retencji wody produkcyjnej i użytecznej dla roślin oraz pojemności powietrznej w różnych stanach potencjału wody. Stan fizyczny gleb parku ukształtowany w efekcie intensywnych działań antropogenicznych, a szczególnie wprowadzenia dużych ilości obcego materiału – ziemi sypawej i lessu, należy ocenić jako bardzo dobry. Gleby charakteryzowały się najczęściej bardzo małą gęstością objętościową, bardzo dużą porowatością ogólną, pełną pojemnością wodną i połową pojemnością wodną, bardzo dużą i dużą retencją wody użytecznej dla roślin i wody produkcyjnej oraz zróżnicowaną połową pojemnością powietrzną – od małej do nadmiernej.

Słowa kluczowe: Lublin, Park Ludowy, gleby kulturoziemne, stan fizyczny gleb

WSTĘP

Znaczenie terenów zielonych w miastach, coraz większych zarówno pod względem liczby ludności, jak i powierzchni, jest obecnie powszechnie uznawane. Wolch i in. (2014) stwierdzają, że parki, otwarte przestrzenie i inne formy terenów zielonych kształtują warunki, które są podstawą funkcjonowania miejskich ekosystemów, a także zapewniają miastom integralność. Tereny zielone sprzyjają aktywności fizycznej mieszkańców, ich psychicznemu dobrostanowi i, generalnie, zdrowiu publicznemu. Lepczyk i in. (2017) podkreślają znaczenie miejskich terenów zielonych dla ochrony różnorodności biologicznej. Elmqvist i in. (2015) zwracają uwagę na fakt, że inwestowanie w renowację, ochronę i zwiększanie atrakcyjności zielonej infrastruktury w miastach jest pożądane nie tylko ze

względów ekologicznych i społecznych, ale bardzo często przynosi realne korzyści ekonomiczne (usuwanie lokalnych zanieczyszczeń, sekwestracja i magazynowanie węgla, regulowanie przepływu wody, poprawa klimatu itd).

Jednym z najważniejszych parków Lublina jest Park Ludowy. W „Ilustrowanym przewodniku po Lublinie” (PTKrajozn. 1931) umieszczony został następujący opis: „Idąc ku dworcowi ul. Zamojską, dochodzimy do mostu na Bystrzycy, za którym zaraz na prawo rozciągają się łąki nadbystrzyckie... Na łąkach, obecnie dosyć podmokłych, projektuje się założenie w przyszłości dużego parku.” Plany te doczekały się realizacji w połowie XX w. Po zmeliorowaniu łąk, w latach 50. rozpoczęto prace przy budowie parku. Gawarecki i Gawdzik (1976) piszą: „...przystąpiono do urządzania Parku Ludowego, który dziś zaskakuje swoim pięknym zadrzewieniem”. Po kilku latach ci sami autorzy (Gawarecki i Gawdzik 1980) stwierdzają, że Park Ludowy jest jednym z największych kompleksów zieleni w mieście i wart jest spędzenia w nim chwili odpoczynku. Głównym projektantem Parku Ludowego był architekt Władysław Niemirski, ówczesny adiunkt, a następnie profesor Wydziału Ogrodniczego SGGW, który w tym samym czasie zaprojektował i nadzorował realizację Śląskiego Parku Kultury i Wypoczynku. Współpracowali z nim Henryk Kordas i Józef Maciejewski (w późniejszych latach autor znakomitych projektów urzędzenia terenów zielonych na osiedlach Lubelskiej Spółdzielni Mieszkaniowej). Niestety po roku 1980 Park Ludowy ulegał systematycznej dewastacji. Brak konserwacji urządzeń melioracyjnych doprowadził do podniesienia poziomu wody gruntowej i okresowego podtapiania fragmentów parku. Kolejnym, szczególnie niekorzystnym działaniem było nieumiejętne deponowanie na terenie parku ziemi spławiakowej z osadników Cukrowni Lublin. Ziemia spławiakowa jest cennym odpadem przemysłu cukrowniczego i może być wykorzystywana rolniczo (Dz. Ustaw 2015). W przypadku Parku Ludowego szkodliwe okazało się jednak składowanie ziemi na powierzchni, skutkujące podniesieniem poziomu gruntu wokół pni drzew i pogorszeniem warunków wodno-powietrznych w strefie korzeniowej. W konsekwencji następowało zamieranie drzew i ich usuwanie. W ciągu następnych lat dokonywało się systematyczne wymieszanie wprowadzonego materiału ziemistego z glebą naturalną i tworzenie antropogenicznego poziomu terric (IUSS Working Group WRB 2015). W latach 2000-2001 wykonane zostały kolejne prace melioracyjne, które przyniosły poprawę stosunków wodnych. W roku 2002 na terenie parku zlokalizowano pierwszy obiekt Międzynarodowych Targów Lubelskich (obecnie Targi Lublin S.A.), a następnie kolejne obiekty. W konsekwencji obszar parku zmniejszył się z 31 ha do 23,5 ha, a ponadto radykalnemu przekształceniu uległa oryginalna efektowna kompozycja przestrzenna, nawiązująca do francuskich ogrodów barokowych. W dniu 27.04. 2017 r. Rada Miasta Lublin podjęła uchwałę w sprawie Programu Rewitalizacji dla Lublina na lata 2017-2023 (Uchwała Nr 735/XXIX/2017 Rady Miasta Lublin 2017). W uchwale tej przewiduje się

realizację projektu pt. „Stworzenie wielofunkcyjnej przestrzeni publicznej w Parku Ludowym w Lublinie przy jednoczesnej ochronie obszarów cennych przyrodniczo”. Przedsięwzięcie obejmuje uporządkowanie terenu Parku Ludowego – m.in. regenerację istniejącej zieleni i nowe nasadzenia, budowę kładki nad Bystrzycą, wykonanie nowego układu komunikacji wewnętrznej, wybudowanie przystani kajaków, utworzenie stref wypoczynku.

Warunkiem prawidłowego funkcjonowania ekosystemu Parku Ludowego jest dobra kondycja środowiska glebowego, a przede wszystkim ustabilizowany układ warunków wodno-powietrznych. Już niejednokrotnie okazywało się, że zakłócenia tego układu powodują radykalne pogorszenie kondycji szaty roślinnej, szczególnie drzewostanu. Celem niniejszej pracy jest dokonanie oceny właściwości wodnych i powietrznych gleb w parku oraz zwrócenie uwagi na potencjalne zagrożenia pokrywy glebowej, związane z użytkowaniem parku i pracami rewaloryzacyjnymi.

OBIEKT BADAŃ

Park Ludowy zajmuje obszar ograniczony ulicami: al. J. Piłsudskiego, Lubelskiego Lipca 80, Stadionową, Muzyczną. Od zachodu graniczy z rzeką Bystrzycą. Powierzchnia parku wynosi ok. 23 ha. Teren parku jest płaski, a jego wysokość bezwzględna wynosi ok. 170 m n.p.m. Adamiec i Trzaskowska (2012) zaliczają Park Ludowy do parków półotwartych (udział roślinności wysokiej 45%). Naturalną pokrywą glebową doliny Bystrzycy w tej części Lublina tworzyły głównie gleby mułowo-bagienne (mułowo-błotne) (Musierowicz 1961). Według Systematyki Gleb Polski (PTGleb. 2011) odpowiada to glebom torfowym saprowym zamulonym. Wieloletnie antropogeniczne oddziaływania spowodowały jednakże przeobrażenia budowy i właściwości tych gleb. Szczególnie silnie na charakter gleb w parku wpłynęło wprowadzenie ziemi spławiakowej i lessu, znacząco zmieniających parametry naturalnego materiału glebowego. W konsekwencji gleby parku należy obecnie zaliczyć zgodnie z IUSS Working Group WRB (2015) do Terric Anthrosols, a zgodnie z Systematyką Gleb Polski (PTGleb. 2011) do rzędu gleb antropogenicznych, typu gleb kulturoziemnych, podtypu gleb kulturoziemnych regulówkowych.

Odkrywki glebowe usytuowano na trawnikach na linii przechodzącej z zachodu na wschód, od obwałowania rzeki Bystrzycy, przez dawny centralny punkt parku – miejsce przecięcia dwóch głównych osi. Ostatnia odkrywka znajdowała się na terenie obecnych Targów Lublin. Współrzędne geograficzne odkrywek są następujące: pedon 1 – 51°14'9.27"N, 22°33'30.7"E; pedon 2 – 51°14'9.13"N, 22°33'35.82"E; pedon 3 – 51°14'8.88"N, 22°33'41.44"E; pedon 4 – 51°14'9.29"N, 22°33'46.01"E; pedon 5 – 51°14'11.34"N, 22°33'52.42"E.

METODY BADAŃ

Próbki do badań właściwości fizycznych gleby o zachowanej naturalnej strukturze pobrano w listopadzie 2012 roku w pięciu powtórzeniach z warstw 0-25, 25-50 i 50-75 cm do metalowych cylindrów o objętości 100 cm³. Gęstość objętościową gleby określono na podstawie stosunku masy gleby wysuszonej w temperaturze 105°C do jej objętości. Porowatość ogólną obliczono na podstawie gęstości stałej fazy i gęstości objętościowej gleby. Pełną pojemność wodną (0,0 kPa) określono po całkowitym nasyceniu gleby wodą. Zawartość wody w stanach potencjału od -0,98 do -49,03 kPa oznaczono w komorach niskociśnieniowych, zaś w stanach potencjału od -155,4 do -1554 kPa w komorach wysokociśnieniowych, na porowatych płytach ceramicznych wyprodukowanych przez Eijkelkamp Agrisearch Equipment. Ze względu na to, że podczas wykonywania odkrywek glebowych nie stwierdzono występowania zwierciadła wody gruntowej na głębokości mniejszej niż 2 m, za stan połowej pojemności wodnej w badanej warstwie 0-75 cm przyjęto potencjał wody -15,54 kPa. Na podstawie wartości pojemności wodnych obliczono retencję wody użytecznej dla roślin (od -15,54 do -1554 kPa) i wody produkcyjnej (od -15,54 do -490,3 kPa). W pracy zamieszczono wartości pojemności wodnych i retencji wody wyrażone w m³·m⁻³. Pojemność powietrzną w poszczególnych stanach potencjału wody obliczono na podstawie różnicy między pełną pojemnością wodną i odpowiednimi pojemnościami wodnymi wyrażonymi w m³·m⁻³. Rozkład granulometryczny w materiale mineralnym (< 20 g·100⁻¹·g⁻¹ węgla organicznego) oznaczono metodą areometryczną Bouyoucosa-Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Zawartość podfrakcji frakcji piasku oznaczono metodą przemycania przez zestaw sit o średnicach oczek w mm: 1,0; 0,5; 0,25 i 0,1. Pozostałe oznaczone właściwości: gęstość stałej fazy metodą piknometryczną, zawartość węgla organicznego za pomocą analizatora węgla organicznego (TOC) Shimadzu Corporation, z wykorzystaniem zespołu spalania próbek stałych SSM-5000A, odczyn gleby potencjometrycznie, zawartość CaCO₃ metodą Scheiblera.

Wyniki analiz właściwości fizycznych gleb Parku Ludowego opracowano statystycznie. Przeprowadzono analizę wariancji dla klasyfikacji podwójnej ortogonalnej (pedon × warstwa). Istotność różnic między średnimi wyznaczono przy użyciu testu Tukey'a ($\alpha = 0,05$).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Współczesna pokrywa glebowa Parku Ludowego powstała w efekcie zmieszania naturalnego materiału torfowo-mułowego z materiałami wprowadzonymi przez człowieka (ziemia szałwiakowa, less). Konsekwencją tych działań było duże zróżnicowanie podstawowych właściwości tworzywa glebowego, zarówno między pedonami,

jak i w ich obrębie. Tylko trzy spośród analizowanych próbek spełniały kryterium materiału organicznego (IUSS Working Group WRB 2015), były to próbki z warstwy 50-75 cm pedonów 1, 3 i 4, zawierające $\geq 20 \text{ g} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ węgla organicznego (tab. 1). Rozkład granulometryczny próbek mineralnych odpowiadał najczęściej pyłowi gliniastemu (pedony 1, 3, 4 oraz warstwy 0-25 cm i 25-50 cm pedonu 5), w pedonie 2 i warstwie 50-75 cm pedonu 5 występowała glina piaszczysta (tab. 1).

Tabela 1. Podstawowe właściwości badanych gleb
Table 1. Basic properties of investigated soils

Pedon	Warstwa Layer (cm)	Zawartość frakcji o średnicy w mm Content of fraction of diameter in mm			Węgiel organiczny Organic carbon	CaCO ₃	Odczyn Reaction (pH _{KCl})
		2-0,05	0,05-0,002	≤ 0,002			
		g · 100 ⁻¹ · g ⁻¹					
1.	0-25	28	60	12	8,73	20,76	6,9
	25-50	35	53	12	9,41	18,84	6,9
	50-75	–	–	–	32,98	0,00	6,3
2.	0-25	56	39	5	15,07	8,34	6,8
	25-50	49	44	7	11,27	8,28	6,8
	50-75	49	46	5	11,78	5,80	6,9
3.	0-25	33	61	6	7,99	2,98	6,9
	25-50	30	60	10	6,17	2,51	7,1
	50-75	–	–	–	20,32	3,59	6,6
4.	0-25	32	60	8	3,18	0,00	6,7
	25-50	22	70	8	4,90	4,62	7,2
	50-75	–	–	–	40,86	0,00	6,1
5.	0-25	23	68	9	2,32	2,54	7,2
	25-50	20	70	10	1,34	7,20	7,2
	50-75	54	41	5	11,52	13,64	7,1

W większości próbek stwierdzono występowanie CaCO₃, bezwęglanowe były tylko próbki o największym udziale węgla organicznego (warstwa 50-75 cm pedonów 1 i 4) oraz warstwa 0-25 cm pedonu 4 (tab. 1). Węglan wapnia występował często w postaci bardzo silnie rozdrobnionych muszli ślimaków.

Odczyn pH_{KCl} większości próbek był obojętny, z wyjątkiem organicznego, bezwęglanowego materiału z warstwy 50-75 cm pedonów 1 i 4, w którym był lekko kwaśny (tab. 1).

Gęstość stałej fazy wynosiła 1,66-2,68 Mg · m⁻³. Najmniejsze wartości stwierdzono w próbkach organicznych (warstwa 50-75 cm pedonów 1, 3 i 4), zaś największe w próbkach o najmniejszej zawartości węgla organicznego (warstwy 0-25 i 25-50 cm pedonów 4 i 5) (tab. 2). Gęstość objętościowa zawierała się w bardzo szerokim przedziale 0,35-1,79 Mg · m⁻³ (tab. 2).

Tabela 2. Wybrane właściwości fizyczne badanych gleb
Table 2. Selected physical properties of investigated soils

Pedon	Warstwa / Layer (cm)	Gęstość stałej fazy	Gęstość objętościowa	Porowatość ogólna Total porosity (m ³ ·m ⁻³)
		Particle density (Mg·m ⁻³)	Bulk density	
1.	0-25	2,37	0,83	0,652
	25-50	2,38	0,76	0,682
	50-75	1,97	0,51	0,741
2.	0-25	2,16	0,60	0,724
	25-50	2,30	0,73	0,684
	50-75	2,30	0,70	0,694
3.	0-25	2,44	0,74	0,698
	25-50	2,50	1,17	0,531
	50-75	2,06	0,36	0,824
4.	0-25	2,55	1,01	0,604
	25-50	2,51	1,18	0,530
	50-75	1,66	0,35	0,790
5.	0-25	2,57	0,94	0,633
	25-50	2,68	1,79	0,332
	50-75	2,31	0,83	0,641
1			0,70	0,692
2			0,66	0,701
3	Średnie dla pedonów	–	0,76	0,685
4	Means for pedons		0,84	0,641
5			1,19	0,535
Średnie dla warstw Means for layers	0-25		0,82	0,662
	25-50	–	1,13	0,552
	50-75		0,55	0,738
	Pedon × warstwa	–	0,19	0,083
NIR (α = 0,05)	Pedon × layer			
LSD (α = 0.05)	Pedony / Pedons	–	0,06	0,038
	Warstwy / Layers		0,06	0,025

Podobnie jak w przypadku gęstości stałej fazy, o wartości tej cechy decydował przede wszystkim udział węgla organicznego w tworzywie glebowym. Najmniejsze wartości wystąpiły w trzech próbkach organicznych, a największa wartość 1,79 Mg·m⁻³, statystycznie istotnie większa od wszystkich pozostałych, w warstwie 25-50 cm w pedonie 5. W próbce tej zawartość węgla organicznego była najmniejsza ze wszystkich stwierdzonych (1,34 g·100⁻¹·g⁻¹), natomiast sumaryczna zawartość frakcji pyłu i łu wynosiła aż 80 g·100⁻¹·g⁻¹ i była największa. Taka kombinacja dużego udziału drobnych frakcji mineralnych i niewielkiej ilości związków próchnicznych sprzyjała, szczególnie w warunkach sedymentacji materiału o dużej zawartości wody, powstaniu masywnej, zbitej struktury.

Porowatość ogólna była bardzo duża, w większości powyżej $0,600 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, największa wartość $0,824 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ wystąpiła w warstwie 50-75 cm pedonu 3, zaś najmniejsza, $0,332 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, w najbardziej zagęszczonej warstwie 25-50 cm w pedonie 5 (tab. 2). Wartości graniczne różniły się statystycznie istotnie od pozostałych – najmniejsza od wszystkich, a największa nie różniła się istotnie tylko od jednej wartości, $0,790 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ w warstwie 50-75 cm pedonu 4.

Tabela 3. Pojemności wodne w stanach wysokiego potencjału wody w badanych glebach
Table 3. Water capacities at high soil water potentials in investigated soils

Pedon	Warstwa / Layer (cm)	Pojemność wodna w stanie potencjału wody w kPa Water capacity at water potential in kPa ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$)					
		0	-0,98	-9,81	-15,54	-30,99	-49,03
1.	0-25	0,644	0,581	0,525	0,512	0,492	0,486
	25-50	0,674	0,584	0,462	0,447	0,429	0,421
	50-75	0,716	0,614	0,490	0,478	0,468	0,460
2.	0-25	0,701	0,596	0,482	0,464	0,450	0,441
	25-50	0,680	0,615	0,472	0,454	0,441	0,434
	50-75	0,670	0,602	0,499	0,488	0,472	0,464
3.	0-25	0,669	0,582	0,479	0,461	0,447	0,434
	25-50	0,530	0,464	0,402	0,386	0,375	0,366
	50-75	0,802	0,736	0,636	0,613	0,598	0,586
4.	0-25	0,575	0,484	0,475	0,462	0,446	0,435
	25-50	0,590	0,497	0,486	0,475	0,460	0,453
	50-75	0,811	0,670	0,652	0,624	0,592	0,575
5.	0-25	0,626	0,569	0,498	0,483	0,471	0,460
	25-50	0,399	0,356	0,318	0,312	0,302	0,298
	50-75	0,652	0,610	0,554	0,540	0,523	0,514
1		0,678	0,593	0,492	0,479	0,463	0,456
2	Średnie dla pedonów	0,683	0,604	0,484	0,468	0,454	0,447
3		0,667	0,594	0,506	0,487	0,474	0,462
4	Means for pedons	0,658	0,598	0,538	0,520	0,499	0,488
5		0,559	0,511	0,457	0,444	0,432	0,424
Średnie dla warstw Means for layers	0-25	0,643	0,568	0,420	0,476	0,461	0,451
	25-50	0,574	0,507	0,428	0,415	0,401	0,395
	50-75	0,730	0,664	0,566	0,549	0,531	0,520
NIR ($\alpha = 0,05$) LSD ($\alpha = 0,05$)	Pedon \times warstwa Pedon \times layer	0,084	0,069	0,072	0,072	0,073	0,075
	Pedony / Pedons Warstwy / Layers	0,039 0,026	0,032 0,021	0,033 0,022	0,033 0,022	0,033 0,022	0,034 0,023

Pojemność wodna w zakresie wysokich stanów potencjału wody, od 0 do $-49,03$ kPa, wykazywała w większości próbek bardzo wysokie wartości (tab. 3). Pełna pojemność wodna w czterech próbkach o największej zawartości węgla organicznego przekraczała wartość $0,700 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Największą pełną pojemność wodną,

powyżej $0,800 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, stwierdzono w próbkach z warstwy 50-75 cm pedonu 4 ($0,811 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) i pedonu 3 ($0,802 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$). Wartości te nie różniły się od siebie istotnie statystycznie, ale były istotnie większe od pozostałych. W przypadku polowej pojemności wodnej przy $-15,54 \text{ kPa}$ sytuacja była podobna – największe wartości tej cechy wystąpiły w tych samych materiałach jak poprzednio, wynosiły $0,624$ i $0,613 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ i były istotnie większe od pozostałych. We wszystkich stanach wysokiego potencjału wody najmniejszą pojemność wodną wykazywał zagęszczony materiał z warstwy 25-50 cm pedonu 5. Pełna pojemność wodna wynosiła w nim $0,399 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, a połowa pojemność wodna $0,312 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$.

Również w stanach niskiego potencjału wody: $-155,4 \text{ kPa}$ (punkt silnego zahamowania wzrostu roślin), $-490,3 \text{ kPa}$ (punkt całkowitego zahamowania wzrostu roślin) i -1554 kPa (punkt trwałego wędnięcia roślin odpowiadający retencji wody niedostępnej dla roślin), o wielkości pojemności wodnej decydowała przede wszystkim zawartość węgla organicznego (tab. 4). Największe wartości pojemności wodnej w punktach silnego i całkowitego zahamowania wzrostu roślin stwierdzono w próbkach z warstwy 50-75 cm pedonu 1 ($0,454$ i $0,407 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$), w punkcie trwałego wędnięcia roślin w próbkach z warstwy 50-75 cm pedonu 4 ($0,402 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$), a więc w materiałach najzasobniejszych w węgiel organiczny. Najmniejsze wartości omawianych cech wystąpiły w materiałach o najmniejszej zawartości węgla organicznego (warstwa 0-25 i 25-50 cm pedonu 5, warstwa 0-25 cm pedonu 4). W punkcie trwałego wędnięcia najmniejsza wartość wynosiła $0,095 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, odnotowano ją w warstwie 0-25 cm pedonu 5 i była statystycznie istotnie mniejsza od wszystkich pozostałych.

Retencja wody użytecznej dla roślin, będąca różnicą pomiędzy połową pojemnością wodną a wilgotnością punktu trwałego wędnięcia roślin ($-1554 < \Psi < -15,54 \text{ kPa}$), wykazała największą wartość $0,388 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ w materiale z warstwy 0-25 cm pedonu 5 (tab. 4). Kolejne wartości, $0,349$ i $0,346 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, wystąpiły w warstwach 0-25 i 25-50 cm w pedonie 4. Te trzy wyniki nie różniły się istotnie od siebie, ale wynik największy różnił się istotnie od pozostałych wyników. O tak dużej retencji wody użytecznej zadecydowała przede wszystkim mała wartość wilgotności punktu trwałego wędnięcia, związana z niewielką zawartością węgla organicznego. Najmniejsza retencja wody użytecznej, $0,092 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, wystąpiła w warstwie 50-75 cm pedonu 1, o bardzo dużej zawartości węgla organicznego ($32,98 \text{ g} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), bardzo dużej wilgotności punktu trwałego wędnięcia, a średniej polowej pojemności wodnej. Retencja wody produkcyjnej, czyli różnica pomiędzy połową pojemnością wodną a wilgotnością punktu całkowitego zahamowania wzrostu roślin ($-490,3 < \Psi < -15,54 \text{ kPa}$), kształtowała się analogicznie do retencji wody użytecznej (tab. 4).

Tabela 4. Pojemności wodne w stanach niskiego potencjału wody i retencje wodne badanych gleb
Table 4. Water capacities at low soil water potentials and water retention of investigated soils

Pedon	Warstwa / Layer (cm)	Pojemność wodna przy potencjale wody w kPa Water capacity at water potential in kPa			Retencja wody w zakresie potencjału wody w kPa Water retention in the range of water potential in kPa	
					$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$	
		-155,4	-490,3	-1554	-490,3 < ψ < -15,54	-1554 < ψ < -15,54
1.	0-25	0,342	0,329	0,320	0,183	0,192
	25-50	0,345	0,336	0,308	0,111	0,139
	50-75	0,454	0,407	0,386	0,071	0,092
2.	0-25	0,302	0,277	0,275	0,187	0,189
	25-50	0,360	0,338	0,325	0,116	0,129
	50-75	0,312	0,300	0,295	0,188	0,193
3.	0-25	0,230	0,226	0,222	0,235	0,239
	25-50	0,257	0,254	0,235	0,132	0,151
	50-75	0,324	0,320	0,304	0,293	0,309
4.	0-25	0,178	0,120	0,113	0,342	0,349
	25-50	0,228	0,140	0,129	0,335	0,346
	50-75	0,420	0,405	0,402	0,219	0,222
5.	0-25	0,132	0,105	0,095	0,378	0,388
	25-50	0,172	0,118	0,114	0,194	0,198
	50-75	0,440	0,395	0,382	0,145	0,158
1	Średnie dla pedonów Means for pedons	0,380	0,357	0,338	0,122	0,141
2		0,325	0,305	0,298	0,163	0,170
3		0,270	0,267	0,254	0,220	0,233
4		0,275	0,222	0,215	0,298	0,305
5		0,248	0,210	0,197	0,239	0,248
Średnie dla warstw Means for layers	0-25	0,237	0,211	0,205	0,265	0,271
	25-50	0,272	0,240	0,222	0,178	0,193
	50-75	0,390	0,366	0,354	0,183	0,195
NIR ($\alpha = 0,05$) LSD ($\alpha = 0,05$)	Pedon \times warstwa Pedon \times layer	0,010	0,018	0,006	0,072	0,072
	Pedony / Pedons	0,005	0,008	0,002	0,033	0,033
	Warstwy / Layers	0,003	0,005	0,003	0,022	0,022

Polowa pojemność powietrzna przy potencjale wody $-15,54$ kPa zawierała się w przedziale $0,238-0,088 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, w pięciu materiałach przekraczała $0,200 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ (warstwy 25-50 i 50-75 cm pedonu 1, 0-25 i 25-50 cm pedonu 2, warstwa 0-25 cm pedonu 3), a tylko raz (warstwa 25-50 cm pedonu 5) była mniejsza od $0,100 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ i wynosiła $0,088 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ (tab. 5). W stanie potencjału wody $-9,81$ kPa (odpowiadającemu pojemności wodnej przy poziomie wody gruntowej 100 cm) pojemność powietrzna była w czterech przypadkach większa od $0,200 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, a w dwóch

– mniejsza od $0,1200 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Nawet w stanie potencjału $-0,98 \text{ kPa}$ (odpowiadające-
mu pojemności wodnej przy poziomie wody gruntowej 10 cm) w dwu materiałach
– z warstw $50-75 \text{ cm}$ pedonu 1 i $0-25 \text{ cm}$ pedonu 2 pojemność powietrzna była
nieco większa od $0,100 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$.

Tabela 5. Pojemności powietrzne badanych gleb
Table 5. Air capacities of investigated soils

Pedon	Warstwa / Layer (cm)	Pojemność powietrzna w stanie potencjału wody w kPa Air capacity at water potential in kPa ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$)				
		-0,98	-9,81	-15,54	-30,99	-49,03
1.	0-25	0,064	0,119	0,132	0,152	0,159
	25-50	0,090	0,212	0,226	0,244	0,252
	50-75	0,103	0,226	0,238	0,249	0,257
2.	0-25	0,105	0,219	0,237	0,250	0,260
	25-50	0,065	0,208	0,226	0,239	0,246
	50-75	0,067	0,170	0,182	0,197	0,205
3.	0-25	0,087	0,190	0,208	0,222	0,234
	25-50	0,066	0,128	0,144	0,155	0,164
	50-75	0,066	0,166	0,189	0,204	0,216
4.	0-25	0,060	0,100	0,113	0,129	0,140
	25-50	0,071	0,104	0,115	0,129	0,137
	50-75	0,049	0,159	0,187	0,218	0,236
5.	0-25	0,056	0,127	0,142	0,155	0,166
	25-50	0,044	0,081	0,088	0,097	0,101
	50-75	0,042	0,098	0,112	0,129	0,138
1		0,085	0,186	0,199	0,215	0,223
2	Średnie dla	0,079	0,199	0,215	0,229	0,237
3	pedonów	0,073	0,162	0,180	0,194	0,205
4	Means for pedons	0,060	0,121	0,138	0,159	0,171
5		0,047	0,102	0,114	0,127	0,135
Średnie dla warstw Means for layers	0-25	0,074	0,151	0,167	0,182	0,192
	25-50	0,067	0,146	0,160	0,173	0,180
	50-75	0,066	0,164	0,182	0,199	0,210
NIR ($\alpha = 0,05$)	Pedon \times warstwa Pedon \times layer	n.s.	0,088	0,092	0,091	0,092
LSD ($\alpha = 0,05$)	Pedony / Pedons	0,032	0,041	0,042	0,044	0,042
	Warstwy / Layers	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,028

DYSKUSJA

Aktualne warunki wodno-powietrzne gleb Parku Ludowego zdeterminowane były z jednej strony charakterem tworzywa glebowego, zaś z drugiej – działaniem systemu odwadniającego. Materiał glebowy w warstwie $0-75 \text{ cm}$, w wyniku wprowadzenia dużych ilości substancji ziemistych, nie spełniał najczęściej kryterium materiału

organicznego, jednakże w większości próbek zawartość węgla była w porównaniu do innych analizowanych gleb parkowych zdecydowanie większa (Jaroszuk-Sierocińska i inn. 2017, Słowińska-Jurkiewicz i Jaroszuk-Sierocińska 2015).

Konsekwencją bardzo dużej porowatości ogólnej materiału zasobnego w węgiel organiczny i węglan wapnia były bardzo duże wartości zarówno pełnej, jak i polowej pojemności wodnej ($-15,54$ kPa). Koloidalny charakter tych substancji decydował jednocześnie o bardzo dużych wartościach wilgotności punktu całkowitego zahamowania wzrostu roślin i punktu trwałego wędnięcia roślin. Kluczowe dla oceny stanu fizycznego badanych gleb są więc wartości retencji wody użytecznej dla roślin i polowej pojemności powietrznej. Biorąc pod uwagę kryteria zaproponowane przez Paluszka (2011), analizowane materiały glebowe sześć razy wykazywały bardzo dużą retencję wody użytecznej, po cztery – dużą i średnią, a tylko jeden raz – małą. W przypadku średnich wartości dla pedonów trzykrotnie retencja wody użytecznej była bardzo duża, a dwukrotnie średnia; średnio dla warstw – raz bardzo duża, a dwukrotnie duża. Polową pojemność powietrzną przy $-15,54$ kPa cztery razy oceniono jako nadmierną, cztery razy – bardzo dużą, dwa razy – dużą, cztery razy – średnią i jeden raz – małą. Średnio dla pedonów – dwa wyniki były bardzo duże, jeden duży i dwa średnie, zaś średnio dla warstw – jeden bardzo duży i dwa bardzo duże. Najkorzystniejszy, zrównoważony układ warunków wodno-powietrznych, w sytuacji gdy zarówno retencja wody użytecznej dla roślin, jak i połowa pojemność powietrzna należały do kategorii „bardzo duża”, reprezentowały następujące materiały: warstwy 0-25 i 50-75 cm pedonu 3 oraz warstwa 50-75 cm pedonu 4. Średnio dla pedonu układ: duża połowa pojemność powietrzna i bardzo duża retencja wody użytecznej wystąpił w pedonie 3, zaś średnio dla warstw – w warstwie 0-20 cm.

Tak więc, stan fizyczny gleb parku ukształtowany w efekcie intensywnych działań antropogenicznych, a szczególnie wprowadzenia dużych ilości obcego materiału – ziemi splotawakowej i lessu, należy ocenić jako bardzo dobry. Po upływie ponad trzydziestu lat od zdeponowania ziemi na terenie parku, negatywne efekty związane z podwyższeniem poziomu gruntu już nie występowały. Niewątpliwie dodatek materiałów ziemistych wpłynął na zmniejszenie zawartości węgla organicznego w glebach parku, zostało to jednak zrekompensowane zwiększonym udziałem drobnych cząstek mineralnych. Tylko w dwu przypadkach można uznać warunki wodno-powietrzne badanych gleb za niezadowalające: w organicznym materiale warstwy 50-75 cm w pedonie 1 połowa pojemność powietrzna była nadmiernie duża kosztem retencji wody użytecznej dla roślin ($0,238 : 0,092 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$), zaś w zagęszczonej, najmniej zasobnej w węgiel organiczny warstwie 25-50 cm pedonu 5 wystąpiła sytuacja odwrotna – połowa pojemność powietrzna była zbyt mała ($0,088 : 0,198 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$).

Jako wyjątkowo niekorzystne należy ocenić zlokalizowanie w tak cennym przyrodniczo ekosystemie parkowym obiektów Targów Lublin. W miejscach, w których powierzchnia gleby została przykryta różnymi masywnymi materiałami, nastąpiło radykalne pogorszenie wymiany gazowej z atmosferą i przemiana pokrywy glebowej w Ekranic Technosols. Działania takie są zasadniczo sprzeczne ze współczesnymi kierunkami w kształtowaniu przestrzeni miejskiej, zgodnie z którymi zwraca się szczególną uwagę na znaczenie obszarów dzikiej przyrody w miastach (resztki naturalnej roślinności, opuszczone parcele i nieużytki, torowiska kolejowe i inne nieformalne tereny zielone, duże stare drzewa) i zaleca wprowadzanie elementów dzikiej przyrody do parków i ogrodów miejskich (Kowarik 2017, Threlfall i Kendal 2017).

WNIOSKI

1. Gleby Parku Ludowego w Lublinie należą zgodnie z IUSS Working Group WRB do Terric Anthrosols, a zgodnie z Systematyką Gleb Polski do rzędu gleb antropogenicznych, typu gleb kulturoziemnych, podtypu gleb kulturoziemnych regulówkowych (rigosoli).

2. Stan fizyczny gleb parku można ocenić ogólnie jako bardzo dobry. Gleby te charakteryzują się najczęściej bardzo małą gęstością objętościową, bardzo dużą porowatością ogólną, pełną pojemnością wodną i połową pojemnością wodną oraz bardzo dużą i dużą retencją wody użytecznej dla roślin i wody produkcyjnej.

3. Wartości połowej pojemności powietrznej gleb mieściły się w zakresie od małej do nadmiernej.

4. Podczas przeprowadzania w parku prac rewaloryzacyjnych należy zwrócić szczególną uwagę na ochronę pokrywy glebowej, a przede wszystkim nie dopuścić do nadmiernego zagęszczenia gleby.

5. Jednocześnie negatywnie, zarówno ze względów ekologicznych, jak i krajobrazowych, należy ocenić umieszczenie na terenie Parku Ludowego obiektów Targów Lublin.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiec P., Trzaskowska E., 2012. Diagnoza stanu i walorów parków miejskich Lublina oraz wytyczne do ich kształtowania. Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. – OL PAN. VIII/1, 7-18.
- Dziennik Ustaw, 2015. Poz. 132. Rozp. Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10.
- Elmqvist T., Setälä H., Handel S.N., van der Ploeg S., Aronson J., Blignaut J.N., Gómez-Baggethun E., Nowak D.J., Kronenberg J., de Groot R., 2015. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environ. Sustainabil.*, 14, 101-108.
- Gawarecki H., Gawdzik C., 1976. *Ulicami Lublina*. Wyd. Lubelskie, Lublin.
- Gawarecki H., Gawdzik C., 1980. *Lublin i okolice*. Wyd. Sport i Turyst., Warszawa.

- IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, ISBN 978-92-5-108369-7.
- Jaroszuk-Sierocińska M., Kołodziej B., Bryk M., Słowińska-Jurkiewicz A., 2017. Właściwości wodne i powietrzne gleb parku miejskiego – Ogrodu Saskiego w Lublinie. *Acta Agrophys.*, 24(2), 239-251.
- Kowarik I., 2017. Urban wilderness: Supply, demand, and access. *Urban Forestry & Urban Greening*, doi:10.1016/j.ufug.2017.05.017
- Lepczyk C.A., Aronson M.F.J., Evans K.L., Goddard M.A., Lerman S.B., Macivor J.S., 2017. Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation. *BioScience*, 67(9), 799-807, doi:10.1093/biosci/bix079
- Musierowicz A. (red.), 1961. Mapa gleb Polski, skala 1:300000, Wyd. Geolog., Warszawa. Arkusz D5 Lublin. Barański E., Dobrzański B., Musierowicz A. (red.).
- Paluszek J., 2011. Kryteria oceny jakości fizycznej gleb uprawnych Polski. *Acta Agroph.*, Rozpr. i Monogr., 191.
- Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, 2011. Systematyka gleb Polski. Wyd. V. Rocz. Glebozn., 62,3, 193.
- Polskie Towarzystwo Krajoznawcze, Oddz. Lubelski, 1931. Ilustrowany przewodnik po Lublinie.
- Słowińska-Jurkiewicz A., Jaroszuk-Sierocińska M., 2015. Stan fizyczny gleb parku dworskiego w Kozłówe, w województwie lubelskim. *Acta Agroph.*, 22(4), 445-456.
- Threlfall C.G., Kendal D., 2017. The distinct ecological and social roles that wild spaces play in urban ecosystems. *Urban Forestry & Urban Greening*, doi:10.1016/j.ufug.2017.05.012
- Uchwała Nr 735/XXIX/2017 Rady Miasta Lublin., 2017. Pobrano: styczeń 2018 z <https://bip2.lublin.eu/bip/um>.
- Wolch J.R., Byrne J., Newell J.P., 2014. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234-244, doi:10.1016/j.landurbplan.2014.01.017

PHYSICAL STATUS OF SOILS OF PARK LUDOWY IN LUBLIN

Monika Jaroszuk-Sierocińska, Anna Słowińska-Jurkiewicz

Institute of Soil Science, Environment Engineering and Management
University of Life Sciences in Lublin, ul. S. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, Poland
e-mail: monika.jaroszuk@up.lublin.pl

Abstract. A study was conducted on the physical properties of anthrosols in the Park Ludowy in Lublin. Soil samples for analyses were taken from five pedons, from layers of 0-25, 25-50 and 50-75 cm, into cylinders with volume of 100 cm³. Determinations included the bulk density of the soils, particle density, and water capacities at states of high and low water potential. Calculations of total porosity, retention of productive water and water usable for plants, as well as of air capacities at various states of water potential were performed. The physical status of the soils in the Park, formed as an effect of intensive anthropogenic activity, and especially of the introduction of large amounts of foreign material – sugar beet flume mud and loess, should be assessed as very good. The soils were most often characterised by very low bulk density, very high total porosity, full water capacity and field water capacity, very high and high retention of water usable for plants and productive water, and by diversified field air capacity – from low to excessive.

Keywords: Lublin, Park Ludowy, Anthrosols, physical status of soils