

TOMASZ TOMASZEWICZ, JUSTYNA CHUDECKA

# Ocena gleb Starego Miasta Szczecina jako potencjalnego siedliska leśnego z zastosowaniem Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych

Evaluation of soils from the Old Town in Szczecin as a potential forest habitat using Forest Soil Trophism Index

## ABSTRACT

Tomaszewicz T., Chudecka J. 2018. Ocena gleb Starego Miasta Szczecina jako potencjalnego siedliska leśnego z zastosowaniem Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych. Sylwan 162 (4): 343-350.

The aim of this study was to evaluate the soils from the Old Town in Szczecin (NW Poland) as a potential forest habitat using the Forest Soil Trophism Index (ITGL). For this purpose, six drillings were made, from which the samples of anthropogenic materials were taken. The method of soil material collection for the study did not allow the determination of bulk density required to calculate Soil Trophic Index – the indicator currently used in forest science. The methods commonly used in the soil sciences were used to determine the following properties of the soil samples: texture, pH in H<sub>2</sub>O, pH in KCl, electrical conductivity (EC), organic carbon content, total nitrogen content, base capacity (BC) and total content of Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Cu and Hg. It was found that the soils from the Old Town in Szczecin were alkaline and contained higher amounts of salts and heavy metals (especially Pb and Zn) than natural soils. The degradation degree of these soils was not significantly enough to prevent the succession of vegetation when anthropic pressure ceased. The ITGL values were high, in the range of 38.9-44.5, because of the presence of organic carbon in whole soil profile, which was also rich in nitrogen, high values of pH in H<sub>2</sub>O and base capacity. The ITGL values indicated the hypertrophic character of soil materials and potential habitat of the fresh broadleaved forest. After the colonization of tested area by pioneer species of trees, one expects the dominance of beech, oak, maple and linden, i.e. species frequently occurring in the immediate vicinity and at the same time the species constituting of potential vegetation for the Baltic Natural-Forest Province.

## KEY WORDS

urban soils, texture, chemical properties, potential forest habitat

## ADDRESSES

Tomasz Tomaszewicz – e-mail: Tomasz.Tomaszewicz@zut.edu.pl

Justyna Chudecka – e-mail: Justyna.Chudecka@zut.edu.pl

Katedra Gleboznawstwa, Łąkarstwa i Chemii Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny; ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

## Wstęp

W okresie poprzedzającym rozwój rolnictwa dominowały w krajobrazie Polski siedliska leśne. Masowe wylesienia postępowywały w wyniku działalności człowieka, w tym użytkowania osadniczego i rolniczego, a w późniejszym okresie również przemysłowego [Swędrzyński 2014]. Określenie

„Stare Miasto” odnosi się do najstarszego obszaru miasta, najwcześniej zasiedlonego, a więc najdłużej w sposób ciągły pozbawionego drzew, nadbudowanego przez depozycję wszelkich odpadów, w tym przede wszystkim resztek materiałów budowlanych [Greiner 2015; Chudecka, Tomaszewicz 2017]. W Szczecinie obszar Starego Miasta poddawany był antropopresji przez ponad 1000 lat, a warstwa osadów antropogenicznych osiąga grubość nawet 700 cm [Chudecka 2009]. Suchocka [2013] podkreśla, że podłoże miejskie, zanieczyszczone różnymi odpadami budowlanymi, jest często bardzo złej jakości. Wykazuje alkaliczny odczyn, co w połączeniu z często pojawiającym się nadmiernym zasoleniem potęguje skutki suszy fizjologicznej dla roślin. Dodatkowo ubicie gleby miejskiej zmniejsza jej przepuszczalność i utrudnia wymianę gazową, co skutkuje deficytem powietrza. Zdaniem Chudeckiej [2009] zanieczyszczenie podłoża gruzem, jonami sodu oraz metalami ciężkimi i substancjami ropopochodnymi stworzyło w centrum Szczecina niekorzystny substrat dla rozwoju roślin. Siuta i Kucharska [1997] twierdzą, że negatywne zmiany siedlisk miejskich ulegają pogłębieniu w miarę zbliżania się do centrów miast, a decydującym czynnikiem jest w tym przypadku gęstość zabudowy i związane z tym przekształcenie pedosfery. Według Borowskiego i Latochy [2006] wzajemnie potęgujące się negatywne oddziaływanie czynników miejskich prowadzi do szybkiego zamierania drzew. Z tego względu konieczne jest z jednej strony poznanie tych czynników i zminimalizowanie ich negatywnego wpływu na drzewa, a z drugiej – dobranie gatunków o maksymalnej tolerancji na te uwarunkowania.

Celem artykułu było określenie jakości gleb Starego Miasta Szczecina, w tym stopnia ich degradacji, w aspekcie wprowadzania nowych nasadzeń drzew, zaplanowanych w programie rewitalizacji miasta. Wyliczone dla tego obszaru wartości Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych (ITGL) pozwoliły na określenie żyzności gleb, a tym samym potencjalnego typu siedliskowego lasu, ułatwiając dobór gatunków/odmian drzew wprowadzanych w ramach rewitalizacji centrów miast w celu poprawy mikroklimatu.

## Materiał i metody

Badania prowadzone w obrębie Starego Miasta w Szczecinie obejmowały wykonanie odwiertów przez całą warstwę osadów antropogenicznych aż do stropu zalegania materiałów naturalnych, co nie zawsze było możliwe ze względu na dużą gęstość starych instalacji i budowli podziemnych. Wykonano sześć odwiertów o maksymalnej głębokości 230 cm. W próbkach pobranych z wyodrębnionych warstw i poziomów glebowych oznaczono:

- uziarnienie metodą areometryczną Casagrande’a w modyfikacji Prószyńskiego; podział materiałów na frakcje wykonano według Systematyki... [1989];
- pH w wodzie ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ) i w roztworze chlorku potasu o stężeniu  $1 \text{ mol KCl/dm}^3$  ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) – metodą potencjometryczną;
- przewodność elektryczną (EC) – metodą konduktometryczną przy stosunku wagowym gleba:woda 1:2,5;
- zawartość węgla organicznego (Corg.) metodą Tiurina;
- zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla;
- zawartość kationów zasadowych (S) ekstrahowanych octanem amonu o stężeniu  $1 \text{ mol CH}_3\text{COONH}_4/\text{dm}^3$  i pH 7,0 – techniką ASA;
- ogólną zawartość metali: Zn, Pb, Cd, Ni, Cr i Cu metodą emisyjnej spektrometrii plazmowej (ICP EAS) na spektrofotometrze sekwencyjnym JY 24, po wcześniejszej mineralizacji jednogramowej naważki w mieszaninie (1:1) stężonych kwasów azotowego i nadchlorowego;
- ogólną zawartość Hg techniką ASA za pomocą aparatu AMA 245.

Oznaczone właściwości posłużyły do oceny stopnia antropogenicznego zdegradowania podłoża w aspekcie wzrostu i rozwoju roślin oraz do obliczenia wartości ITGL zgodnie z wytycznymi Brożka [2001]. Na podstawie wartości ITGL określono troficzność gleb i potencjalny typ siedliskowy lasu. Zastosowanie aktualnie obowiązującego w leśnictwie Siedliskowego Indeksu Glebowego (SIG) było niemożliwe, gdyż próbki pozyskiwano z odwiertów, a nie z odkrywek, co uniemożliwiło pobór materiału o nienaruszonej strukturze i oznaczenie gęstości objętościowej, niezbędnej do wyliczenia cząstkowych wskaźników składających się na SIG. Ponadto, zdaniem Pietrzykowskiego i in. [2010], z dwóch wskaźników stosowanych do oceny przydatności siedliskowej naturalnych gleb leśnych, tj. Siedliskowego Indeksu Glebowego (SIG) i Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych (ITGL), ten drugi, chociaż starszy i aktualnie rzadziej stosowany, jest bardziej przydatny do oceny gleb urbanoziemnych.

## Wyniki i dyskusja

Badane gleby Starego Miasta w Szczecinie zaliczono do rzędu gleb antropogenicznych, typu urbiziemnych, podtypu urbiziemnych próchnicznych (AVpr) [Systematyka... 2011].

Rozważania na temat przydatności badanego podłoża jako siedliska leśnego poprzedzono oceną jego chemizmu pod kątem występowania cech, które mogłyby ograniczyć lub uniemożliwić jego zasiedlenie przez roślinność drzewiastą (tab. 1). Badane gleby charakteryzowały się odczynem alkalicznym ( $pH_{KCl}$  7,4-8,3), z wyjątkiem odwiertu 2, gdzie w warstwie 0-25 cm stwierdzono odczyn obojętny ( $pH_{KCl}$  6,7). Odnotowane wartości pH nie należą do uniemożliwiających wprowadzenie gatunków lasotwórczych. Lasota i in. [2010] oraz Lasota i Błońska [2014] w wierzchnich poziomach gleb pod lasami notowali  $pH_{KCl}$  w zakresie 6,7-8,0. Zalesione bukiem

Tabela 1.

Wartości  $pH_{KCl}$ , maksymalnego zasolenia (EC [ $\mu S/cm$ ]) i najwyższej zawartości metali ciężkich [mg/kg] w materiale glebowym ze Starego Miasta w Szczecinie [Chudecka 2009]

Values of  $pH_{KCl}$ , maximum salinity (EC [ $\mu S/cm$ ]) and the highest content of heavy metals [mg/kg] in soil material from Old Town of Szczecin [Chudecka 2009]

Głębokość Depth [cm]	$pH_{KCl}$	EC	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Cu	Hg
Odwiert 1 – Brama Portowa									
0-25	7,5	231,7	211,2	152,3	1,11	9,5	20,8	61,9	0,4783
<25	7,6-7,7	220,8	137,3	146,8	0,71	9,2	17,5	55,4	1,0214
Odwiert 2 – Kościół Garnizonowy									
0-25	6,7-7,4	151,5	142,0	151,7	0,87	12,5	27,5	89,3	0,9135
<25	7,5-7,9	790,0	142,0	174,2	0,73	20,3	19,8	47,6	2,1404
Odwiert 3 – Dom Handlowy „Posejdon”									
0-25	7,9	965,0	506,3	412,3	0,71	3,7	8,2	17,0	0,0486
<25	7,8-7,9	1746,0	748,8	543,1	0,88	4,6	11,1	20,9	0,0691
Odwiert 4 – stare mury miejskie									
0-25	7,6	148,8	290,0	135,0	1,15	12,3	20,9	17,0	0,1015
<25	7,6-8,3	148,8	290,0	135,0	1,15	14,7	20,9	17,2	0,1015
Odwiert 5 – Plac Orła Białego									
0-25	7,4	209,2	185,1	109,7	1,14	15,9	28,8	31,0	0,1731
<25	7,4-8,3	1141,0	685,2	601,1	1,66	20,3	28,8	146,4	0,1845
Odwiert 6 – ul. Tkacka									
0-25	7,5	240,3	198,2	138,6	2,34	31,3	42,5	36,7	1,7199
<25	7,8-7,9	620,0	234,6	332,6	2,34	31,3	42,5	36,5	0,3887

gleby antropogeniczne powstałe z odpadów górnictwa galmanowego wykazywały w poziomach mineralnych  $pH_{KCl}$  w przedziale 6,6-8,4 [Pietrzykowski i in. 2011], zrekultywowana w kierunku leśnym hałda odpadów z górnictwa miedzi  $pH_{KCl}$  7,1-7,5 [Wójcik, Kowalik 2006], natomiast zalesiona hałda popiołu  $pH_{KCl}$  7,8-10,8 [Strączyńska, Strączyński 2007; Gilewska, Otremba 2010; Pietrzykowski i in. 2013a].

Zasolenie gleb uznawane jest za jeden z głównych czynników powodujących zamieranie drzew w miastach [Suchocka 2011]. Maksymalne zmierzone wartości EC w glebach Starego Miasta Szczecina zawierały się w przedziale 148,8-1746,0  $\mu S/cm$  (tab. 1). Pietrzykowski i in. [2013a] podali, że zrekultywowane odpady paleniskowe, o wartościach przewodnictwa elektrycznego w zakresie 474,2-534,06  $\mu S/cm$ , zapewniały warunki do wzrostu olsz szarej, czarnej i zielonej. Zdaniem Świercz i Zajęckiej [2016] EC gleby wynoszące 950-1080  $\mu S/cm$  nie było fitotoksyczne również dla wiązu. Stwierdzona w odwiercie nr 3 najwyższa wśród uzyskanych wyników wartość EC (1746,0  $\mu S/cm$ ) była i tak znacznie niższa od uznanej przez Boronia i in. [2011] za toksyczną dla roślin (3000  $\mu S/cm$ ). Pozwala to na stwierdzenie, że zasolenie badanych gleb nie uniemożliwiałyby wzrostu i rozwoju roślinności.

Ocenę ogólnej zawartości metali ciężkich wykonano w oparciu o aktualnie obowiązujący w tym zakresie przepis prawny [Rozporządzenie... 2016]. W wierzchniej warstwie badanych gleb (0-25 cm) nie stwierdzono zawartości metali ciężkich przekraczających dopuszczalne wartości graniczne przyjęte dla gruntów leśnych. Materiał zalegający głębiej charakteryzował się dopuszczalną zawartością Cd, Ni, Cr, Cu i Hg, natomiast ilość Pb we wszystkich przypadkach przekraczała poziom dopuszczalny. Dla cynku przekroczenie wartości granicznej odnotowano w dwóch odwiertach (nr 3 i 5; tab. 1). Znana i potwierdzana jest duża odporność drzew na znaczną zawartość w podłożu metali ciężkich. Ta ich właściwość wykorzystywana jest w rekultywacji terenów skażonych tymi pierwiastkami, gdzie procesy fitoekstrakcji i fitostabilizacji ograniczają migrację metali w środowisku. Karczewska i in. [2010] podają, że w zalesionej strefie ochronnej Huty Miedzi Legnica wierzchnia warstwa gleb (0-30 cm) w 2005 roku zawierała maksymalnie: 3896 mg Cu/kg, 5125 mg Pb/kg i 4,55 mg Cd/kg. Średnie zawartości Cu, Zn i Cd wynosiły odpowiednio: 865, 431 i 0,66 mg/kg gleby. Mimo tak znacznej ilości metali nie oddziaływały one fitotoksycznie na wprowadzone tam zadrzewienia, wykonane głównie z wykorzystaniem najbardziej odpornych na zanieczyszczenie odmian topoli [Karczewska, Kabała 2010]. W próbkach materiałów poflotacyjnych skarpy obsadzonej od kilku lat śliwą tarniną odnotowano przekroczenia dopuszczalnej zawartości: cynku 7-10-krotnie, ołowiu 4,8-10-krotnie oraz kadmu 4,5-5-krotnie [Ciarkowska, Hanus-Fajerska 2011]. Pietrzykowski i in. [2013b] podkreślili, że buk zwyczajny i klon jawor to gatunki drzew odznaczające się wysoką tolerancją na znaczną zawartość metali ciężkich w glebie. Z kolei Wójcik i Kowalik [2006] podali, że do rekultywacji hałdy po górnictwie miedzi z powodzeniem zastosowano olszę czarną, brzozę brodawkowatą, sosnę czarną i modrzew europejski.

Jednym sposobem oceny obszaru Starego Miasta Szczecina jako potencjalnego siedliska leśnego było wykorzystanie właściwości występującego tam materiału glebowego i wyliczenie dla badanych odwiertów wartości Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych (ITGL). Uziarnienie badanych gleb, w połowie determinujące wartość ITGL, było korzystne ze względu na znaczną zawartość frakcji drobnych (pyłu i części spławialnych) oraz relatywnie niewielką (jak na materiał antropogeniczny) ilość szkieletu. Pozostałe cechy brane pod uwagę przy obliczaniu ITGL to stosunek C:N, pH w  $H_2O$  i suma zasad wymiennych (S). Uwzględnienie tych sześciu wskaźników cząstkowych pozwala na uzyskanie metodą Brożka [2001] wartości ITGL, które dla badanych odwiertów były wysokie (najwyższą wartością ITGL, jaką można uzyskać, jest 49) i kształtowały się w zakresie 38,9-44,5 (tab. 2). Brożek i Zwydak [2010] dla gleb leśnych w typie czarnoziem

Tabela 2.

Wskaźniki liczbowe i wartości Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych (ITGL) obliczone według kryteriów Brożka [2001]

Numerical indexes and values of Forest Soil Trophism Index (ITGL) calculated according to Brożek [2001]

Miąższość warstwy Layer thickness [cm]	Frakcja			I <sub>Skel</sub>	I <sub>Silt</sub>	I <sub>Clay</sub>	C:N	I <sub>C:N</sub>	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	I <sub>pH</sub>	S [cmol/ dm <sup>3</sup> ]	I <sub>S</sub>	ITGL
	>1,0	0,1-0,02	<0,02										
Odwiert 1 – Brama Portowa													
0-12	30,5	19,5	12	1	8	7	10,2	9	7,8	9	14,52	9	42,9
12-22	19,9	24,4	14	0	8	7	12,1	8	7,6	9	19,59	9	
22-33	44,5	25,6	14	2	9	7	10,8	9	7,9	9	39,64	10	
33-40	46,9	26,6	14	2	9	7	8,6	10	7,9	9	16,95	9	
40-60	35,1	28,0	16	1	9	8	5,5	10	7,9	9	16,07	9	
60-80	25,8	24,0	11	0	8	7	6,5	10	8,1	10	14,64	9	
80-90	46,8	28,1	17	2	9	8	11,4	9	8,0	10	28,80	10	
Odwiert 2 – Kościół Garnizonowy													
0-8	8,1	31,1	21	0	9	8	15,1	7	7,2	9	9,78	8	44,5
8-20	11,5	31,5	21	0	9	8	19,7	5	7,5	9	12,18	9	
20-40	17,7	30,2	19	0	9	8	16,7	6	7,8	9	15,76	9	
40-60	6,8	26,1	14	0	9	7	7,8	10	7,9	9	35,45	10	
60-80	11,6	24,9	22	0	8	8	10,9	9	7,7	9	28,43	10	
80-110	8,4	24,9	23	0	8	8	9,8	10	8,0	10	14,63	9	
110-160	36,8	23,6	27	1	8	9	9,7	10	8,2	10	22,06	10	
160-220	1,9	29,7	29	0	9	9	6,6	10	8,4	10	7,98	8	
Odwiert 3 – Dom Handlowy „Posejdon”													
0-80	43,4	11,1	14	2	7	7	14,8	7	8,1	10	32,45	10	39,0
80-120	53,1	11,6	13	3	7	7	14,5	7	8,0	10	32,09	10	
120-170	56,8	9,6	14	3	6	7	6,8	10	7,9	9	29,33	10	
170-230	58,0	11,8	13	3	7	7	9,5	10	7,9	9	34,57	10	
Odwiert 4 – stare mury miejskie													
0-30	32,2	16,1	8	1	8	6	93,9	1	7,8	9	33,49	10	41,8
30-90	41,1	14,2	19	2	7	8	2,2	10	8,6	10	32,98	10	
90-150	48,4	15,0	23	2	7	8	4,1	10	8,8	10	20,31	10	
150-180	40,0	16,8	26	1	8	9	3,5	10	8,7	10	30,68	10	
Odwiert 5 – Plac Orła Białego													
0-40	26,4	28,0	13	0	9	7	14,5	7	7,8	9	29,68	10	40,4
40-60	53,3	18,5	12	3	8	7	17,7	6	8,3	10	28,03	10	
60-80	53,6	18,5	11	3	8	7	20,2	4	8,2	10	29,43	10	
80-140	55,1	20,4	19	3	8	8	10,6	9	8,4	10	32,41	10	
140-200	69,4	12,0	18	4	7	8	10,8	9	8,3	10	36,64	10	
Odwiert 6 – ul. Tkacka													
0-10	32,3	16,7	8	1	8	6	13,2	8	8,1	10	33,50	10	38,9
10-20	41,8	14,4	11	2	7	7	12,9	8	8,3	10	33,21	10	
20-40	24,7	18,1	14	0	8	7	13,3	8	8,0	10	58,67	10	
40-50	29,8	23,1	22	0	8	8	12,5	8	8,3	10	32,36	10	
100-160	55,9	19,7	15	3	8	7	17,8	6	8,0	10	40,62	10	
160-210	53,7	19,7	16	3	8	8	22,4	3	8,2	10	31,97	10	

frakcja – zawartość frakcji o danej średnicy [%]; content of the soil fraction with a given diameter [%]

wyługowany uzyskali ITGL 43,1, a dla czarnych ziem ITGL 40. Meller i in. [2013] dla przewidzianych do zalesienia gleb porolnych uzyskali następujące wartości ITGL: 44,8 dla czarnej ziemi, 43,3 dla gleby płowej i 40,2 dla gleby deluwalnej. Wysokie dla gleb Starego Miasta Szczecina wartości ITGL są wynikiem obecności węgla organicznego w całej miąższości badanego materiału, w większości przypadków zasobnego również w azot, na co wskazują wartości stosunku C:N. Ponadto na zwiększenie wartości ITGL wpłynęły też wysokie wartości pH w H<sub>2</sub>O (7,2-8,8) i znaczna zasobność materiału w kationy zasadowe (tab. 2). Dwie ostatnie z wymienionych właściwości można uznać za względnie trwałe, z uwagi na występowanie w materiale dużej ilości węglanu wapnia pochodzenia antropogenicznego (z odpadów gruzowych), co przedstawiła Chudecka [2009]. Uzyskane wartości ITGL pozwalają sklasyfikować teren Starego Miasta Szczecina jako potencjalne hipertroficzne siedlisko leśne, na którym występuje szczególnie żyzne zbiorowisko lasu świeżego (Lśw) [Brożek, Zwydak 2010]. W warunkach naturalnych gleby o tak dużej troficzności w I krainie przyrodniczo-leśnej, tj. Krainie Bałtyckiej, w obrębie której leży Szczecin, byłyby zalesione przede wszystkim bukiem i dębem, a jako gatunki domieszkowe wymienia się grab, modrzew, daglezję, świerk i sosnę [Zasady... 2012]. Pietrzykowski i in. [2011] podkreślili, że gleby z wysoką koncentracją pierwiastków śladowych (Zn, Pb, Cd), o odczynie zasadowym lub obojętnym, z wysoką zawartością węglanów i tym samym wysokim stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami oraz przeważającym udziałem wapnia i magnezu w sumie zasad są właściwe dla wprowadzenia buka i jaworu, jako gatunków głównych w drzewostanie docelowym.

W najbliższym Staremu Miastu parku Żeromskiego dominuje starodrzew buków, klonów i dębów. Przy placach Żołnierza Polskiego i Grunwaldzkim oraz wzdłuż ulic Niepodległości i 3 Maja aleje tworzą lipy. Przy placu Ratuszowym rośnie szpaler platanów i skupiska cisów, a ponadto występują okazy gatunków obcych o dużej sile ekspansji. Dodatkowo w obszar miasta wkraczają puszcze Wkrzańska i Goleniowska, gdzie dominują bory sosnowe i sosnowo-bukowe, oraz Puszcza Bukowa z dobrze zachowanymi żyznymi buczynami [Stachak i in. 2000].

Ze względu na wyliczoną wartość ITGL oraz skład gatunkowy drzew w najbliższym sąsiedztwie Starego Miasta wprowadzane nasadzenia winny składać się z gatunków odpowiadających siedlisku lasu świeżego z dominacją buka, dębu, klonu i lipy. Wśród drzew porastających od kilkudziesięciu lat zdegradowane gleby gruzowe warszawskich osiedli najliczniej występowały gatunki klonów, topoli, lip oraz brzoza brodawkowata [Sitarski 2008]. W II połowie XX wieku w miastach zauważono spontaniczne pojawianie się ekspansywnych gatunków obcych, takich jak klon jesionolistny, robinia akacjowa, bożodrzew gruczołkowaty i dąb czerwony. Ich pojawianiu się sprzyja intensywne uprzemysłowienie miast i coraz lepsze ich powiązanie komunikacyjne z innymi regionami [Bomanowska 2006; Bornkamm 2007; Korczyński 2010]. Za gatunki przydatne do wprowadzenia na zdegradowane tereny miejskie Adamczak [2008] uważa klon zwyczajny, klon jawor, jesion wyniosły i dziki bez czarny. Łukasiewicz [2011] do drzew i krzewów najbardziej odpornych na radykalnie zmienione warunki środowiska miejsko-przemysłowego zalicza wyłącznie rośliny liściaste, zrzucające liście na zimę. Zdaniem autora w warunkach klimatycznych Poznania żadne gatunki iglaste nie wykazały tak dużej odporności na działanie kompleksu czynników stresowych dla roślin.

## Wnioski

✦ Gleby Starego Miasta Szczecina były zalkalizowane, zawierały podwyższoną ilość soli i metali ciężkich (zwłaszcza Pb i Zn). Jednak odnotowany stopień degradacji tych gleb nie był na tyle znaczny, by uniemożliwić wprowadzenie roślinności drzewiastej.

- ✦ Wysokie wartości ITGL, zawierające się w zakresie 38,9-44,5, wskazywały na hipertroficzną podłoża i potencjalne siedlisko lasu świeżego (Lśw).
- ✦ Wartości ITGL oraz skład gatunkowy drzew w najbliższym otoczeniu Starego Miasta sugerują wprowadzanie nasadzeń z dominacją buka, dębu, klonu i lipy.

## Literatura

- Adamczak A. 2008. Miasto jako przestrzeń rozwoju spontanicznej roślinności drzewiastej. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 22: 89-99.
- Bomanowska A. 2006. Wybrane cechy flory segetalnej Kampinoskiego Parku Narodowego. *Pamiętniki Puławskie* 143: 27-35.
- Bornkamm R. 2007. Spontaneous development of woody vegetation on differing soils. *Flora* 202: 695-704.
- Boroń K., Ryczek M., Klatka S. 2011. Wpływ zasolenia na możliwości zagospodarowania przyrodniczego osadników posodowych byłych Krakowskich Zakładów Sodowych „Solvay”. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 561: 35-40.
- Borowski J., Latocha P. 2006. Dobór drzew i krzewów do warunków przyulicznych Warszawy i miast centralnej Polski. *Rocznik Dendrologiczny* 54: 83-93.
- Brożek S. 2001. Indeks trofizmu gleb leśnych. *Acta Agraria et Silvestria* 39: 17-33.
- Brożek S., Zwydak M. 2010. Atlas gleb leśnych Polski. Wydanie II poprawione i uzupełnione. CILP, Warszawa.
- Chudecka J. 2009. Charakterystyka substratu glebowego w warstwie antropogenicznej najstarszej części Szczecina. Rozprawa habilitacyjna. Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Szczecin
- Chudecka J., Tomaszewicz T. 2017. Zawartość metali ciężkich w osadach antropogenicznych z obszaru Starego Miasta Szczecina. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego, Inżynieria Środowiska* 166 (44): 15-26.
- Ciarkowska K., Hanus-Fajerska E. 2011. Porównanie właściwości fizyczno-chemicznych i biologicznych materiałów poplotacyjnych obsadzonych zróżnicowanym materiałem roślinnym. *Nauka Przyroda Technologie* 5 (6): 1-10.
- Gilewska M., Otremba K. 2010. Wpływ techniki sadzenia na efekty rekultywacji składowiska popiołów elektrownianych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego* 137, *Inżynieria Środowiska* 17: 86-93.
- Greinert A. 2015. The heterogeneity of urban soils in the light of their properties. *Journal of Soils and Sediments* 15 (8): 1725-1737.
- Karczewska A., Kabała C. 2010. Gleby zanieczyszczone metalami ciężkimi i arsenem na Dolnym Śląsku – potrzeby i metody rekultywacji. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo* 96 (576): 59-80.
- Karczewska A., Kaszubkiewicz J., Jezierski P., Kabała C., Król K. 2010. Stan zanieczyszczenia miedzią, ołowiem i kadmem gleb strefy ochronnej Huty Miedzi Legnica w 1982 i 2005 roku. *Roczniki Gleboznawcze* 61 (1): 45-51.
- Korczyński M. 2010. Udział gatunków obcych we florze segetalnej Bydgoszczy. *Fragmenta Agronomica* 27 (3): 70-75.
- Lasota J., Błońska E. 2014. Wartość siedliskotwórcza leśnych gleb niecałkowitych. *Sylwan* 158 (1): 10-17.
- Lasota J., Pacanowski P., Zwydak M. 2010. Gleby grądów zboczowych obszaru Pojezierzy Wschodniobałtyckich. *Studia i Materiały CEPL* 25: 328-340.
- Łukasiewicz S. 2011. Drzewa i krzewy polecane do obsadzeń ulicznych w miastach (ze szczególnym uwzględnieniem środkowozachodniej Polski). W: Drozdek M. E. [red.]. *Rośliny do zadań specjalnych*. Oficyna Wydawnicza PWSZ w Sulechowie. 319-330.
- Meller E., Niedźwiecki E., Malinowski R., Kubus M., Podlasiński M. 2013. Przydatność gleb przeznaczonych pod powiększenie kolekcji ogrodu dendrologicznego w Przelewicach. Cz. II. Właściwości sorpcyjne i zawartość składników chemicznych. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric., Aliment., Pisc. Zootech.* 305 (27): 51-66.
- Pietrzykowski M., Krzaklewski W., Piechnik Ł. 2011. Charakterystyka gleb na zalesionych obiektach starego górnictwa galmanowego. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (2): 325-334.
- Pietrzykowski M., Krzaklewski W., Woś B. 2013a. Zawartość pierwiastków śladowych (Mn, Zn, Cu, Cd, Pb, Cr) w liściach olsz (*Alnus* sp.) zastosowanych jako gatunki fitomelioracyjne na składowisku odpadów paleniskowych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego* 151, *Inżynieria Środowiska* 31: 6-34.
- Pietrzykowski M., Pająk M., Krzaklewski W. 2010. Próba zastosowania metod liczbowej wyceny gleb na podstawie Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych (ITGL) oraz Siedliskowego Indeksu Glebowego (SIG) do opisu zmienności warunków siedliskowych na zrehabilitowanych dla leśnictwa warunkach KWB „Bełchatów”. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 26 (3): 155-165.
- Pietrzykowski M., Śliwińska M., Krzaklewski W., Woś W. 2013b. Park zakonu oo. kamilianów w Tarnowskich Górach jako przykład zagospodarowania obiektu po historycznym górnictwie galeno-galmanowym. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego* 150, *Inżynieria Środowiska* 30: 13-22.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. 2016. Dz. U. poz. 1395.
- Sitarski M. 2008. Charakterystyka warunków glebowych i szaty roślinnej w wybranych osiedlach mieszkaniowych Warszawy. *Człowiek i Środowisko* 32 (1-2): 19-41.

- Siuta J., Kucharska A. 1997. Wieloczynnikowa degradacja ziemi w Polsce. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Stachak A., Grinn U., Haas-Nogal M., Kubus M., Nowak G., Nowakowska M. 2000. Zieleń Szczecina. Ilustrowany przewodnik dendrologiczny. Oficyna IN PLUS, Szczecin-Wołezkowo.
- Strączyńska S., Strączyński S. 2007. Charakterystyka gleb industrioziemnych pod nasadzeniami brzozy brodawkowatej. Roczniki Gleboznawcze 58 (3/4): 126-131.
- Suchocka M. 2011. Wpływ biotycznych warunków siedliskowych na stan drzew na terenach budowy oraz po zakończeniu inwestycji. Człowiek i Środowisko 35 (3-4): 19-34.
- Suchocka M. 2013. Podłoża strukturalne i inne metody ułatwiające rozwój drzew w trudnych warunkach siedliskowych miast. Zrównoważony Rozwój – Zastosowania 4: 39-49.
- Śwędryński A. 2014. Geneza zbiorowisk łąkowych Europy Środkowej w świetle zróżnicowanych teorii i koncepcji naukowych. Łąkarstwo w Polsce 17: 117-126.
- Systematyka gleb Polski. 1989. Roczniki Gleboznawcze 40 (3/4): 1-150.
- Systematyka gleb Polski. 2011. Roczniki Gleboznawcze 62 (3): 1-193.
- Świercz A., Zajęcka E. 2016. A Contribution to the Problem of Tree Necrosis in Cities: Soil Properties in the Habitat of *Ulmus glabra* Huds. and *Ulmus minor* Mill. Greenery Elements of the City of Kielce. Environmental Protection and Natural Resources 27, 1 (67): 1-7.
- Wójcik J., Kowalik S. 2006. Kształtowanie się wybranych właściwości inicjalnej gleby na zrehabilitowanej w kierunku leśnym hałdzie górnictwa miedzi. Inżynieria Środowiska 11 (1): 87-99.
- Zasady hodowli lasu. 2012. CILP, Warszawa.