



**POLSKA • AKADEMIA • NAUK**  
**Instytut Badań Systemowych**

**MONITORING ŚRODOWISKA:  
BADANIA POKRYWY GLEBOWEJ  
PARKU SZCZYTNICKIEGO  
WE WROCŁAWIU**

**Redakcja:**

**Stanisława E. Licznar**

**Michał Licznar**

**Paweł Licznar**





**MONITORING ŚRODOWISKA:  
BADANIA POKRYWY GLEBOWEJ  
PARKU SZCZYTNICKIEGO  
WE WROCŁAWIU**

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

**Seria: BADANIA SYSTEMOWE**

**Tom 53**

---

Redaktor naukowy:

**Prof. Jakub Gutenbaum**

Warszawa 2007

**MONITORING ŚRODOWISKA:  
BADANIA POKRYWY GLEBOWEJ  
PARKU SZCZYTNICKIEGO  
WE WROCŁAWIU**

**Redakcja:**

**Stanisława E. Licznar**

**Michał Licznar**

**Paweł Licznar**

Publikacja wydana ze środków projektu badawczego MINISTERSTWA NAUKI i SZKOLNICTWA WYŻSZEGO nr P04G08425.

Praca prezentuje oryginalne wyniki badań morfologii gleb, ich składu granulometrycznego, właściwości fizycznych i chemicznych oraz zawartości siarki i metali ciężkich na obszarze Parku Szczytnickiego we Wrocławiu. Przedstawiono szczegółowy opis obiektu badań, w tym: historię użytkowania badanego obszaru, charakterystykę warunków geomorfologicznych i geologicznych, klimatu, warunków wodnych oraz szaty roślinnej. Istotnym osiągnięciem pracy jest zastosowanie algorytmów aproksymacji krigingowej w opracowaniu danych pochodzących z monitoringu gleb silnie przekształconych w wyniku antropopresji. Oryginalny sposób opracowania wyników badań elementów środowiska glebowego na obszarach przekształconych działalnością człowieka, przedstawiony w pracy, powinien znaleźć szersze zastosowanie a prezentowana publikacja powinna być dostępna w bibliotekach terenowych inspektoratów ochrony środowiska oraz uczelni, w których są prowadzone wykłady z zakresu monitoringu środowiska.

Recenzenci:

Dr hab. Janusz Łomotowski

Dr hab. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2006

Instytut Badań Systemowych PAN  
Newelska 6, PL 01-447 Warsaw

Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw IBS PAN  
e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl



*Senia*  
**Bibl. podręczna**

45644

**ISBN 83-894-7510-3**

**9788389475107**

**ISSN 0208-8029**

# 1. WSTĘP

Tereny zieleni odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu środowiska szczególnie terenów mocno zurbanizowanych. Wśród nich bardzo ważną rolę pełnią parki. Powszechnie uważa się, że wywierają dobroczynny wpływ w sensie sanitarno-higienicznym, estetycznym i kulturalnym, a skupiska drzew tłumią hałas miejski i zmniejszają szum środków komunikacji (Drapella-Hermansdorfer, 1997; Hrynkiewicz-Sudnik, 1996; Lis, 2005). Ponadto soczysta zieleń parków, piękne rabaty i kwietniki, a zwłaszcza złagodzone i częściowo filtrowane powietrze wpływają korzystnie na nastrój i usposobienie ludzi. W wielkich aglomeracjach miejskich parki są elementem architektoniczno-estetycznym.

Na terenie Wrocławia „miasta - ogrodu” ogółem lasy i zieleń miejska zajmują 22% powierzchni. W jego obrębie parki i skwery zajmują 651 ha, a parki leśne 236 ha (Haladyn, 1997). W stosunku do innych wiekowych miast Polski Wrocław posiada dużą ilość parków, które cechują się bogactwem gatunków roślin drzewiastych oraz znaczną liczbą zabytkowych drzew, sędziwych pomników przyrody. System zieleni miejskiej Wrocławia przedstawia układ promienisto-pierścieniowy, skoncentrowany głównie wokół położonych w centrum dzielnic Śródmieście i Stare Miasto (Drapella-Hermansdorfer i Ogiński, 1998; Hrynkiewicz-Sudnik, 1996).

W aglomeracji miejskiej Wrocławia największym i zarazem najstarszym jest Park Szczytnicki. Położony jest on we wschodniej części miasta na tzw. Wielkiej Wyspie, gdzie utworzony został Szczytnicki Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy (Drapella-Hermansdorfer, 1996; Masztalski, 1997). Obejmuje on tereny wystawowe, Halę Ludową i Ogród Zoologiczny, które tworzą otulinę zabytkowego Parku Szczytnickiego. Obszar ten reprezentuje wartości rangi europejskiej, wykracza poza potrzeby lokalne i służy promocji miasta na zewnątrz.

Prawidłowy rozwój roślinności w parkach uzależniony jest od fizjografii terenu, klimatu, wody, ale również od gleby i skażenia środowiska powodowanego oddziaływaniem aglomeracji miejskich. Dotychczas Park Szczytnicki był przedmiotem wielu opracowań dotyczących jego historii, przemian terytorialnych oraz kompozycji szaty roślinnej (Bińkowska, 1995,

1996; Bińkowska i in., 1995; Borcz, 2002; Cebrat, 1998; Drapella- Hermansdorfer i in., 1996; Łanowiecki i Chudzyński, 2004, Malczyk i in., 1998; Szopińska, 1999; Szamańska, 1999; Wąs, 1993). Natomiast nieliczne są prace charakteryzujące pokrywę glebową i jej stan (Karczewska i in., 2000; Licznarowie, 2005; Meinhardt, 1995, 1996).

Rozwijająca się dynamicznie w pobliżu parku aglomeracja miejska niesie niebezpieczeństwo dla środowiska przyrodniczego. W związku z powyższym zachodzi konieczność charakterystyki pokrywy glebowej Parku Szczytnickiego.



## 6. WPŁYW AGLOMERACJI MIEJSKIEJ WROCŁAWIA NA STAN ŚRODOWISKA GLEBOWEGO PARKU SZCZYTNICKIEGO

Koncentracja ludności, przemysłu i szlaków komunikacyjnych na niewielkiej przestrzeni uruchamiają wzmoczoną fazę antropogenezy środowiska, w tym również gleb (Gliński i Turski, 2002). Ten etap rozwoju ujawnia wśród czynników glebotwórczych dominujący wpływ człowieka na kształtowanie pokrywy glebowej. W wyniku mniej lub bardziej świadomej działalności człowieka zachodzi często włączanie w proces glebotwórczy materiałów niewystępujących normalnie w przyrodzie, mechaniczne zniekształcenie budowy gleby, zachwianie proporcji składników oraz zmiana składu chemicznego i właściwości masy glebowej (Bowanko i Ajnos, 2003; Czarnowska, 1995, 1997; Czarnowska i Bednarz, 2000; Czarnowska i Goworek, 1991; Czarnowska i Kazanecka, 2001; Dobrzański i in., 1975; Laskowski i Tołoczko, 1998). Są to zjawiska zachodzące powszechnie na terenach wielkich aglomeracji miejskich nie tylko w centrum miasta, ale również na terenach rekreacyjnych, skwerach i parkach (Czarnowska, 1999; Czarnowska i Konecka-Betley, 1977; Czerwiński, 1978; Dobrzański i in., 1975; Drozd i in., 1998; Gąsiorek i Niemyska-Łukaszczyk, 2004; Greinert, 2001; Kabała i Kaszubkiewicz, 2004; Konecka-Betley i in., 1999, 2002; Kusińska, 1991; Licznarowie, 2005; Meinhardt, 1995, 1998).

Antropopresja w Parku Szczytnickim wynikająca z jego bogatej historii w przeszłości jest również ważnym czynnikiem kształtującym jego aktualną pokrywę glebową. Przeobrażenia zachodzące w aluwialnych glebach parku przyczyniły się do powstania gleb urbanoziemnych. Na terenie parku, obok mad brunatnych i próchnicznych występują również pararendziny antropogeniczne, gleby antropogeniczne próchniczne i gleby antropogeniczne o niewykształconym profilu. Antropogeniczne gleby urbanoziemne zalegają przeważnie na obrzeżach parku, w pobliżu dróg, ulic i zabudowań. Typowym przykładem tych gleb są pararendziny antropogeniczne, „gleby młode” powstałe na gruzowiskach zburzonych zabudowań oraz miejscach wysypisk gruzu budowlanego w latach powojennych.

Podobnie przekształcenie mad przyczyniło się do powstania gleb antropogenicznych próchnicznych, poprzez wprowadzenie niewęglanowych domieszek, substancji organicznej (np. Ogród Japoński) oraz głęboką uprawę. Występują one w sąsiedztwie mad próchnicznych, co pozwala łączyć ich genezę z procesami antropogenizacji omawianej jednostki. Odmienną budowę morfologiczną w porównaniu z madami wykazują również gleby ukształtowane w miejscach nagromadzenia zwałowisk ziemnych (gleby nasypowe) oraz gleby ogłowione we wglębnikach. Aczkolwiek wymienione gleby mają dobrze wykształcony poziom próchniczny, to ich cechy morfologiczne odbiegają zdecydowanie od występujących w madach brunatnych i próchnicznych. W nawiązaniu do Systematyki Gleb Polski (1989) można je zaliczać do gleb antropogenicznych o niewykształconym profilu glebowym.

Obok powyższych zmian morfologicznych w glebach parku zachodzi antropogenizacja masy glebowej w poziomach próchnicznych. Spotyka się w nich często odłamki cegły, kamienie, ceramikę, szkło, żużel oraz różne fragmenty z metalu i sztucznych tworzywa.

Zaburzenia budowy morfologicznej, obecność domieszek antropogenicznych oraz zapylenie atmosfery aglomeracji miejskiej Wrocławia wywierają trwałe wpływy na właściwości gleb Parku Szczytnickiego. W literaturze powszechnie akcentuje się wpływ aglomeracji miejskich na właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb.

Przy silnie zróżnicowanych wartościach pH, odczyn powierzchniowych warstw gleb Parku Szczytnickiego waha się od silnie kwaśnego do zasadowego podobnie, jak na terenie miasta Warszawy (Czerwiński i in., 1990). Prowadzone badania wykazały, że aglomeracja miejska Wrocławia oddziałuje dwukierunkowo na właściwości fizykochemiczne gleb parku. Antropogeniczne nagromadzenie gruzu wapiennego spowodowało wzrost pH i zmiany odczynu gleb. W poziomach próchnicznych parareńdzin antropogenicznych (gleb gruzowych) odczyn jest obojętny lub zasadowy. Równoległe kumulacja siarki, zwłaszcza jej formy S-SO<sub>4</sub>, przyspiesza przyrodnicze procesy zakwaszenia gleb. Potwierdza to istotnie ujemna korelacja między pH w H<sub>2</sub>O a Sog oraz S-SO<sub>4</sub> (Tabela 24).

Kształtowany warunkami przyrodniczymi i antropopresją odczyn oraz zawartość koloidów mineralnych i organicznych wywierają istotny wpływ na właściwości sorpcyjne gleb. Dane z tabeli 24 pozwalają wnioskować, że obecność CaCO<sub>3</sub> w parareńdzinach antropogenicznych spowodowała wzrost wartości pH, obniżenie ilości jonów wodorowych związanych hydrolytycznie z kompleksem sorpcyjnym oraz wzrost sumy kationów o charakterze zasadowym i wysycenie nimi kompleksu sorpcyjnego. Analogicznie

w pozostałych jednostkach typologicznych proces zakwaszenia wywierał niekorzystny wpływ na ich właściwości sorpcyjne.

W kształtowaniu właściwości fizykochemicznych gleb parku ważną rolę odgrywa zawartość koloidów organicznych. Istotne zależności między zawartością C-organicznego a pH, sumą kationów o charakterze zasadowym (S), pojemnością sorpcyjną (T) i udziałem kationów o charakterze zasadowym (V), pozwalają wnioskować, że proces usuwania substancji organicznej z powierzchni gleb parku (liści i koszonej trawy) wpływa niekorzystnie na właściwości fizykochemiczne gleb. Tym samym wzrost zakwaszenia i spadek próchniczności wskutek antropopresji może być jednym ze wskaźników spadku buforowości i odporności gleb na degradację chemiczną (Siuta i in., 1985). Jednocześnie zależność między zawartością frakcji ilastej i właściwościami sorpcyjnymi wydają się świadczyć o większej podatności na degradację chemiczną gleb lekkich i bardzo lekkich, które przeważają na terenie parku.

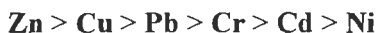
Na obszarze parku obok spadku próchniczności gleb obserwuje się również zmiany jej jakości. Przejawia się to obniżeniem udziału połączeń próchnicznych ekstrahowanych. Zwolniony proces humifikacji i mała jego wydajność są cechą charakterystyczną materii organicznej w glebach zieleńców i parków (Łakomic, 1984; Kusińska, 1991).

Powszechną właściwością gleb obszarów miejskich jest występowanie w nich znacznej zawartości metali ciężkich. Jak podkreśla Czarnowska (1995), szczególnie zanieczyszczenie obserwuje się w powierzchniowej warstwie gleb zieleńców przyulicznych. Proces wzbogacania gleb w metale ciężkie zachodzi również na terenach parków i rezerwatów położonych w aglomeracjach miejskich i obszarach z dala położonych (Dobrzański i in., 1975a; Drozd i in., 1998a; Konecka-Betley i in., 1999, 2002; Meinhardt, 1995, 1998; Kusza i Strzyszc, 2005). Na podstawie badań prowadzonych w latach 1990-1995 Meinhardt (1995) stwierdziła w punktach pomiarowych Parku Szczytnickiego wyższe zawartości Zn, Pb, Cu i Hg niż w glebach niezanieczyszczonych. Występowanie znacznych ilości metali ciężkich w powierzchniowej warstwie gleb parku potwierdzają w kolejnych doniesieniach Meinhardt (1998), Karczewska i in. (2000), Licznarowie (2005) oraz badania w ramach realizacji niniejszej pracy. Prowadzone w tym zakresie szczegółowe badania wykazały, że średnia zawartość form ogólnych metali ciężkich w glebach parku układa się w szeregu:



a ich zawartość jest zdecydowanie wyższa, niż w glebach użytków rolnych (Terelak i in., 1995). Świadczy to o zanieczyszczeniu gleb parku metalami

ciężkimi. Uwzględniając Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. można uszeregować udział metali ciężkich w zanieczyszczeniu gleb parku w następującej kolejności:



W nawiązaniu do cytowanego powyżej Rozporządzenia Ministra Środowiska w parku około 93 % gleb przekracza dopuszczalne zawartości cynku, 86% miedzi, a 60% ołowiu. Powierzchnia gleb przekraczająca dopuszczalne ilości chromu, kadmu i niklu jest znacznie mniejsza i wynosi odpowiednio 10, 5 i <1 %. Całkowita zawartość metali ciężkich w glebach Parku Szczytnickiego wykazuje dodatnią korelację z zawartością C-organicznego, sumą kationów o charakterze zasadowym i pojemnością kompleksu sorpcyjnego (Tabela 24). Stężenia całkowitej zawartości Zn, Cu i Pb, stanowiące główne czynniki zanieczyszczenia gleb parku, nie wykazują zależności z zawartością frakcji ilastych, lecz wysoko korelują z zawartością C-organicznego. Wskazuje to, że podwyższone ich zawartości w glebach parku pochodzą od zanieczyszczeń, a nie wynikają z zasobności skał, gdyż występują w formach niekrzemianowych (Bieniek i Łachacz, 2003). W glebach Parku Szczytnickiego zwracają również uwagę znaczne, często przekraczające stężenia naturalne ilości potencjalnie dostępnych form Zn i Cu przechodzące do roztworu 1 mol HCl dm<sup>-3</sup>. Ich ilość wykazuje dodatnią korelację z zawartością form całkowitych metali ciężkich, zawartością węgla organicznego i pH. W świetle danych Bieńka i Łachacza (2003), Bogdy i in. (2003) w glebach o podwyższonej zawartości metali ciężkich, wysoki udział form ruchliwych rozpuszczalnych w 1 mol HCl· dm<sup>-3</sup> wskazuje na antropogeniczne źródła ich pochodzenia.

Przedstawione powyżej rozważania pozwalają wnioskować o znaczącym wpływie aglomeracji miejskiej Wrocławia na zawartość metali ciężkich w glebach Parku Szczytnickiego. Fakt występowania na znacznej powierzchni gleb parku wartości przekraczających dopuszczalne stężenia Zn, Cu i Pb wynika z powszechnego wykorzystania tych metali w infrastrukturze aglomeracji miejskiej, w budownictwie, energetyce, gospodarce komunalnej. Znaczący wpływ na zawartość Zn Cu i Pb w glebach parku wywiera również układ komunikacji tramwajowej i samochodowej oraz obecność powszechnie występujących domieszek antropogenicznych na jego terenie.

Przestrzenne rozmieszczenie stężeń wielokrotnie przekraczających dopuszczalne zawartości metali ciężkich występuje nie tylko w rejonach zalegania gleb antropogenicznych parku i położonych w pobliżu szlaków komunikacyjnych, ale również punktowo w glebach nie wykazujących morfologicznie cech degradacji.

Tabela 24. Macierz korelacji między wybranymi właściwościami gleb.

Właściwości Properties	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	H <sub>h</sub>	S (TEB)	T (CEC)	V (BS)	<0,02 mm	<0,002 mm	C-org. (C <sub>org</sub> )	S-org. (St)	S-SO <sub>4</sub>	Pb*	Zn*	Cu*	Cr*	Ni*	Cd*	Zn**	Cu**	Ni**
pH (H <sub>2</sub> O)	1,00	<b>0,94</b>	-0,78	0,64	0,20	0,86	-0,27	-0,33	0,28	-0,32	-0,26	0,27	0,28	0,13	-0,07	-0,05	0,18	0,31	0,18	0,26
pH (KCl)	<b>0,94</b>	1,00	-0,77	0,66	0,23	0,86	-0,29	-0,35	0,38	-0,20	-0,11	0,36	0,36	0,15	-0,04	-0,03	0,23	0,39	0,24	0,31
H <sub>h</sub>	-0,78	-0,77	1,00	-0,40	0,19	-0,79	0,48	0,54	-0,12	0,27	<b>0,25</b>	-0,14	-0,18	-0,06	<b>0,24</b>	<b>0,26</b>	-0,11	-0,21	-0,12	-0,10
S (TEB)	<b>0,64</b>	<b>0,66</b>	-0,40	1,00	<b>0,82</b>	<b>0,78</b>	<b>0,35</b>	<b>0,28</b>	<b>0,57</b>	0,11	-0,04	0,44	0,41	<b>0,28</b>	<b>0,44</b>	<b>0,49</b>	<b>0,33</b>	<b>0,42</b>	<b>0,37</b>	<b>0,63</b>
T (CEC)	0,20	<b>0,23</b>	0,19	<b>0,82</b>	1,00	<b>0,34</b>	<b>0,67</b>	<b>0,63</b>	<b>0,53</b>	0,29	0,12	0,38	0,33	<b>0,26</b>	<b>0,62</b>	<b>0,69</b>	<b>0,29</b>	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	<b>0,61</b>
V (BS)	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	-0,79	<b>0,78</b>	0,34	1,00	-0,07	-0,13	0,38	-0,09	-0,17	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	0,13	0,11	0,18	0,21	<b>0,34</b>	<b>0,25</b>	<b>0,41</b>
<0,02mm	-0,27	-0,29	0,48	<b>0,35</b>	0,67	-0,07	1,00	0,95	0,21	<b>0,31</b>	-0,06	0,16	0,13	0,17	<b>0,66</b>	<b>0,72</b>	0,16	0,09	0,20	0,47
<0,002mm	-0,33	-0,35	0,54	<b>0,28</b>	<b>0,63</b>	-0,13	<b>0,95</b>	1,00	0,18	<b>0,34</b>	0,01	0,11	0,07	0,12	<b>0,60</b>	<b>0,68</b>	0,11	0,05	0,16	<b>0,42</b>
C-org. (C <sub>org</sub> )	<b>0,28</b>	<b>0,38</b>	-0,12	<b>0,57</b>	<b>0,53</b>	<b>0,38</b>	0,21	0,18	1,00	0,44	0,13	0,60	0,60	<b>0,37</b>	<b>0,53</b>	<b>0,57</b>	<b>0,50</b>	<b>0,56</b>	<b>0,55</b>	<b>0,71</b>
S-org. (St)	-0,32	-0,20	0,27	0,11	0,29	-0,09	0,31	0,34	0,44	1,00	<b>0,58</b>	0,31	0,23	0,21	0,44	<b>0,38</b>	<b>0,27</b>	0,19	0,30	0,30
S-SO <sub>4</sub>	-0,26	-0,11	<b>0,25</b>	-0,04	0,12	-0,17	-0,06	0,01	0,13	<b>0,58</b>	1,00	0,07	-0,02	0,00	0,01	-0,02	-0,02	0,00	-0,02	-0,07
Pb*	0,27	0,36	-0,14	0,44	0,38	0,32	0,16	0,11	<b>0,60</b>	0,31	0,07	1,00	<b>0,85</b>	0,67	0,69	<b>0,52</b>	<b>0,81</b>	0,81	0,83	0,72
Zn*	0,28	0,36	-0,18	0,41	0,33	0,32	0,13	0,07	0,60	0,23	-0,02	<b>0,85</b>	1,00	0,78	0,72	<b>0,51</b>	0,96	0,97	0,94	0,80
Cu*	0,13	0,15	-0,06	0,28	0,26	0,13	0,17	0,12	0,37	0,21	0,00	0,67	0,78	1,00	0,66	<b>0,43</b>	0,87	0,72	0,71	0,63
Cr*	-0,07	-0,04	<b>0,24</b>	0,44	0,62	0,11	0,66	0,60	<b>0,53</b>	<b>0,44</b>	0,01	<b>0,69</b>	0,72	0,66	1,00	0,85	0,74	0,67	0,76	0,77
Ni*	-0,05	-0,03	<b>0,26</b>	0,49	0,69	0,18	0,72	0,68	<b>0,57</b>	<b>0,38</b>	-0,02	<b>0,52</b>	<b>0,51</b>	0,43	<b>0,85</b>	1,00	0,48	0,46	0,52	0,67
Cd*	0,18	0,23	-0,11	<b>0,33</b>	<b>0,29</b>	0,21	0,16	0,11	0,50	0,27	-0,02	0,81	0,96	0,87	0,74	<b>0,48</b>	1,00	0,92	0,94	0,77
Zn**	<b>0,31</b>	<b>0,39</b>	-0,21	<b>0,42</b>	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>	0,09	0,05	0,56	0,19	0,00	0,81	<b>0,97</b>	0,72	<b>0,67</b>	<b>0,46</b>	0,92	1,00	<b>0,94</b>	<b>0,79</b>
Cu**	0,18	<b>0,24</b>	-0,12	0,37	0,32	<b>0,25</b>	0,20	0,16	<b>0,55</b>	<b>0,30</b>	-0,02	<b>0,83</b>	<b>0,94</b>	0,71	<b>0,76</b>	<b>0,52</b>	<b>0,94</b>	0,94	1,00	0,79
Ni**	0,26	0,31	-0,10	0,63	0,61	0,41	0,47	0,42	0,71	0,30	-0,07	0,72	0,80	0,63	0,77	0,67	0,77	0,79	0,79	1,00

\* formy całkowite total forms n=82 r=0,217

\*\* formy rozpuszczalne soluble forms

Prowadzone badania w ramach realizowanego tematu wskazują, że pierwotna pokrywa glebowa parku podlegała i aktualnie jest przekształcana, oddziaływaniem aglomeracji miejskiej, mimo iż w jego pobliżu nie występują zakłady przemysłowe. Niewątpliwie antropogeneza gleb parku związana jest również z jego bogatą historią.

## 7. WNIOSKI

1. Na terenie Parku Szczytnickiego występują gleby napływowe: mady brunatne i mady próchniczne oraz gleby industro- i urbanoziemne: antropogeniczne o niewykształconym profilu, antropogeniczne próchniczne i pararędziny antropogeniczne. Antropogeniczne gleby parku powstały w wyniku mechanicznego zniekształcenia gleb aluwialnych oraz włączenia w proces glebotwórczy materiałów gruzowiskowych,
2. Gleby parku wykazują budowę wieloczołową i zróżnicowany skład granulometryczny kwalifikujący je do kategorii gleb bardzo lekkich, lekkich, średnich, ciężkich i bardzo ciężkich. Zróżnicowanie gatunkowe gleb na terenie parku jest warunkowane przynależnością typologiczną i położeniem względem koryta rzeki Odry.
3. Układ czynników glebotwórczych oraz wzmózona faza antropogenezy gleb związana z rozwojem aglomeracji miejskiej wpływają w sposób zasadniczy na właściwości chemicznych i fizykochemicznych gleb parku.
4. Aktualnie wśród zróżnicowanych pod względem odczynu gleb na terenie parku dominują gleby silnie kwaśne i kwaśne. Oddziaływanie aglomeracji miejskiej wzmacnia przyrodnicze procesy zakwaszania gleb w wyniku kumulacji S-SO<sub>4</sub> i jednocześnie przyczynia się do ich alkalizacji, głównie przez włączenie w proces glebotwórczy gruzu węglanowego.
5. Współdziałanie czynników przyrodniczych i antropogenicznych nie sprzyjają kumulacji i humifikacji materii organicznej zwłaszcza w silnie kwaśnych i kwaśnych glebach parku. Materia organiczna tych gleb wykazuje niski stopień humifikacji, a wśród jej produktów dominują połączenia niskocząsteczkowe kwasów fulwowych nad kwasami huminowymi.
6. Gleby Parku Szczytnickiego wykazują znaczne zawartości cynku, miedzi i ołowiu. Ponadnormatywne stężenia metali ciężkich w powierzchniowej warstwie poziomów próchnicznych oraz wysoki udział

ich form rozpuszczalnych wskazują na znaczny stopień antropogenizacji gleb parku związany z jego historią i oddziaływaniem aglomeracji Wrocławia.

7. W przeprowadzonych badaniach gleboznawczych zaobserwowano możliwość praktycznego wykorzystania metod krigingu do sporządzania map przestrzennego rozmieszczenia stężeń metali ciężkich i siarki w glebach. Metody te nie były jednakże możliwe do zastosowania w graficznym przedstawieniu pokrywy glebowej, z uwagi na silną antropopresję, jakiej były poddane gleby Parku Szczytnickiego.



## LITERATURA

- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojska U., Prusinkiewicz Z. (2004) *Badania ekologiczno-gleboznawcze*. Wyd. PWN, Warszawa, 344.
- Bieniek A., Łachacz A. (2003) Zawartość metali ciężkich w glebach strefy podmiejskiej Olsztyna. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 493: 31-38.
- Bińkowska I. (1995) Kształtowanie systemu zieleni miejskiej we Wrocławiu w XIX i na początku XX stulecia. *Architektura Wrocławia, Urbanistyka*, 225-244.
- Bińkowska I., Grajewski G., Ilkosz J. (1995) *Studium historyczno-konserwatorskie Parku Szczytnickiego*. Maszynopis Urząd Miasta Wrocławia.
- Bińkowska I. (1996) Wrocławskie parki miejskie i tereny spacerowe na przełomie XIX i XX wieku. *Roczn. Wrocławskie*, 3: 194-200. Towarzystwo Przyjaciół Ossolineum.
- Bishop T.F.A., McBartney A.B. (2001) A comparison of prediction methods for the creation of field-extent soil property maps. *Geoderma*, 103: 149-160.
- Bogda A., Karczewska A., Lech E., Marynowicz K. (2003) Metale ciężkie w glebach sąsiadujących z hałdami dawnego górnictwa miedzi i uranu w Miedziance (Rudawy Janowickie). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 493: 45-51.
- Borc Z. (2002) Elementy projektowania zieleni. Wyd. Akademii Rolniczej, 475: 139.
- Bourennane H., King D., Couturier A. (2000) Comparison of kriging with external drift and simple linear regression for predicting soil horizon thickness with different sample densities. *Geoderma*, 97: 255-271.
- Bowanko G., Hajnos M. (2003) Wybrane właściwości urbanoziemów. *Badania modelowe. Acta Agrophysica, Monografia*, 81: 83.
- Castrignanò A., Giugliarini L., Risaliti R., Martinelli N. (2000) Study of spatial relationships among some soil physico-chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics. *Geoderma*, 97: 39-60.
- Cebat K. (1998) Koncepcja wystaw ogrodniczych we Wrocławiu w kontekście wielkich światowych ekspozycji zieleni. W: *Miasto – ogród sto lat rozwoju idei*. Dolnośląskie Wyd. Nauk, 199-208.
- Cressie N.A.C. (1991) *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, Inc., New York. 900.

- Curzydło J. (1995) Skażenia motoryzacyjne wzdłuż dróg i autostrad oraz sposoby przeciwdziałania ujemnym skutkom motoryzacji w środowisku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 418: 265-270.
- Czarnowska K. (1995) Gleby i rośliny w środowisku miejskim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 418: 87-90.
- Czarnowska K. (1997) Poziom niektórych metali ciężkich w glebach i liściach drzew miasta Łodzi. *Roczn. Glebozn.* 48, 3/4: 49-61.
- Czarnowska K. (1999) Metale ciężkie w glebach zieleńców Warszawy. *Roczn. Glebozn.* 50, 1/2: 31-39.
- Czarnowska K., Bednarz I. (2000) Heavy metals in street dust from Warsaw. *Roczn. Glebozn.* 51, 3/4: 28-56.
- Czarnowska K., Chlibiniuk M., Kazanecka T. (2002) Pierwiastki śladowe w glebach uprawnych przy drogach wokół Warszawy. *Roczn. Glebozn.* 53, 3/4: 67-74.
- Czarnowska K., Gworek B. (1991) Stan zanieczyszczenia cynkiem, ołowiem i miedzią gleb Warszawy. *Roczn. Glebozn.* 42, 1/2: 49-56.
- Czarnowska K., Konecka-Betley K. (1977) Wpływ zanieczyszczeń atmosfery na właściwości gleb i akumulację metali ciężkich w glebach i roślinach na terenie Warszawy. *Człowiek i środowisko.* 1/4: 73-90.
- Czarnowska K., Kozanecka T. (2001) Rozpuszczalne formy metali ciężkich w glebach antropogenicznych z terenu Warszawy. *Roczn. Glebozn.* 52, 3/4: 45-51.
- Czarnowska K., Kozanecka T. (2003) Akumulacja Zn, Pb, Cu, i Cd w glebach antropogenicznych Warszawy. *Roczn. Glebozn.* 54, 4: 77-81.
- Czerwiński Z. (1978) Wpływ chemicznej technologii odśnieżania ulic na gleby i roślinność drzewiastą aglomeracji miejskich. *Zesz. Nauk SGGW, Rozpr. nauk.* 104: 1-42.
- Czerwiński Z., Pracz J. (1990) Kierunki przekształceń gleb Warszawy pod wpływem czynników antropogenicznych i systematyka gleb terenów zurbanizowanych. W: *Problemy ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych. Cz. I. SGGW-AR, Warszawa, 28-34.*
- Czerwiński Z., Pracz J., Rolczyk K., Zagórski Z. (1990) Odczyn powierzchniowej warstwy gleb Warszawy i zawartość w glebach węgla wapnia. W: *Problemy ochrony i kształtowania środowiska na obszarach urbanoziemnych. Cz. I. SGGW-AR, Warszawa, 45-51.*
- Deutsch C.V., Journel A.G. (1998) *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide.* 2nd Edition. Oxford University Press, New York Oxford, 369.
- Dobrzański B., Borek S., Czarnowska K., Czerwiński Z., Czempińska-Kamińska D., Kepka M., Konecka-Betley K., Kusińska A., Mazurek A., Pracz J. (1975) Badania gleboznawcze Parku Łazienkowskiego w Warszawie w nawiązaniu

- do ochrony środowiska. Cz. I. Charakterystyka gleb. *Rocz. Nauk. Roln. A*, **101**, 1: 101-140.
- Dobrzański B., Czarnowska K., Czerwiński Z., Konecka-Betley K., Praczk J. (1975) Badania gleboznawcze Parku Łazienkowskiego w Warszawie w nawiązaniu do ochrony środowiska. Cz. II. Wpływ aglomeracji miejskiej na gleby i rośliny. *Rocz. Nauk. Roln. A*, **101**, 1: 141-158.
- Drapella-Hermansdorfer A. (1997) Wrocławska architektura krajobrazu w XX wieku. W: *Sztuka ogrodów w krajobrazie miasta*. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 9-15.
- Drapella-Hermansdorfer A., Masztalski R., Świerkosz K., Wojtyszyn B. (1996) Wielka wyspa - ekodzielnicza Wrocławia. *Roczn. Wrocławski*, **3**: 24-55. Towarzystwo Przyjaciół Ossolineum.
- Drapella-Hermansdorfer A., Ogiński P. (1998): Zielony pierścień Wrocławia. Tradycje i perspektywy rozwoju osadnictwa w strefie podmiejskiej. W: *Miasto – ogród sto lat rozwoju idei*. Dolnośląskie Wyd. Nauk. Wrocław, 159-170.
- Drozd J. (1973) Związki próchniczne niektórych gleb na tle ich fizykochemicznych właściwości. *Roczn. Glebozn.* **24**, 1: 3-55.
- Drozd J. (1996) Gleby terenów urbanizowanych ich zagrożenie ekologiczne i metody kształtowania żyzności. W: *Zieleń w środowisku miejskim*. Wrocław, 11-15.
- Drozd J. (1997) Gleby terenów miejskich i metody podnoszenia ich żyzności. W: *Sztuka ogrodów w krajobrazie miasta*. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 168-172.
- Drozd J. (1998) Środowisko glebowe na terenach zieleni miejskiej. W: *Miasto – ogród sto lat rozwoju idei*. Dolnośląskie Wyd. Nauk, 29-34.
- Drozd J., Licznar M. (1994) Influence of copper smelter pollution on soils organic matter transformations. In: *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*, Ed. N. Senesi and T.M. Miano, Elsevier Science B.V., 567-572.
- Drozd J., Licznar M., Nowakowski A. (2001) Zawartość ołowiu i kadmu w glebach wzdłuż głównych tras komunikacyjnych na przykładzie wybranych tras komunikacyjnych miasta Wrocławia. *Acta Agrophysica*, **56**, 105-114.
- Drozd J., Licznar M., Licznar S.E., Weber J. (1998) Związki próchniczne degradowanych gleb górnośląskich ekosystemów leśnych Karkonoszy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **464**, 281-291.
- Drozd J., Licznar M., Licznar S.E., Weber J. (2002): *Gleboznawstwo z elementami geologii*. Wyd. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, **470**, 210.

- Drozd J., Licznar M., Weber J., Licznar S.E., Jamroz E., Dadrach A., Mastalska-Cetera B., Zawerbny T. (1998a) *Degradacja gleb w niszczonej ekosystemach Karkonoszy i możliwości jej zapobiegania*. PTSH Wrocław, 123.
- Dubicki A., Dubicka M., Szymanowski A. (2002) Klimat Wrocławia. W: *Środowisko Wrocławia. Informator 2002*. Dolnośląski Fundusz Ekorozwoju, 9-25.
- Dziadowiec H. (1993) Ekologiczna rola próchnicy glebowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 411: 271-282.
- Gąsiorek M., Niemyska-Lukaszczuk J. (2004) Kadm i ołów w glebach antropogenicznych ogrodów klasztornych Krakowa. *Roczn. Glebozn.* 55, 1: 127-134.
- Gliński J., Turski R. (2002) Ewolucja, zasoby i główne zagrożenia gleb. *Acta Agrophysica, Monografie*, 65: 88.
- Goovaerts P. (1999) Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspective. *Geoderma*, 89: 1-45.
- Goovaerts P. (2001) Geostatistical modeling of uncertainty in soil science. *Geoderma*, 103: 3-26.
- Greinert A. (2001) Soils of the Zielona Góra urban forest parks as an example of anthropogenic transformation of natural forest soil. *Acta Agrophysica*, 51: 57-66.
- Hajduk E., Baran S., Kaniuczak J. (2003) Zawartość Ni w glebach objętych wpływem zanieczyszczeń przemysłowych w wybranych rejonach południowo-wschodniej Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 493: 101-109.
- Haladyn K. (1997) Możliwości rozwoju terenów zieleni w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Wrocław. W: *Sztuka ogrodów w krajobrazie miasta*. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 39-44.
- Hryniewicz-Sudnik J. (1996) Zieleń miasta Wrocławia. W: *Zieleń w środowisku miejskim*. Wrocław, 7-9.
- Isaaks E.H., Srivastava, R.M. (1989) *Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York, 561.
- Kabała C., Chodak T. (2002) Gleby. W: *Środowisko. Wrocławia Informator 2002*, Dolnośląski Fundusz Ekorozwoju, 66-73.
- Kabała C., Kaszubkiewicz J. (2003) Zanieczyszczenie gleb i roślin uprawnych na terenie gminy Wrocław. W: *Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim 2003 r.* Bibliot. Monitoringu Środowiska Wrocław, 228-229.
- Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M., Terelak H. (1993) Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. IUNG Puławy, P. (53), ss 20.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. (1999) Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. PWN Warszawa, 398.

- Karczewska A. (2003) Mniszek pospolity *Taraxacum officinale* FH. WIGG jako roślina wskaźnikowa całkowitych zawartości i form rozpuszczalnych Cu, Pb, Zn i Cd w glebach zanieczyszczonych Dolnego Śląska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 493: 139-146.
- Karczewska A., Kabała C., Avenarius K. (2000) Metale ciężkie w glebach na obszarze Parku Szczytnickiego we Wrocławiu. *Zesz. Probl. Nauk Roln.* 471: 981-987.
- Kitanidis P.K. (1997) *Introduction to Geostatistics: Applications to Hydrogeology*. Cambridge University Press, Cambridge, 249.
- Klasyfikacja Gleb Leśnych Polski (2000) Wyd. Centr. Infor. Lasów Polskich, 123.
- Klimowicz Z., Melke J. (2000) Zawartość metali ciężkich w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych na przykładzie wybranych tras. *Roczn. Glebozn.* 51, 1/2: 73-78.
- Konecka-Betley K., Czępińska-Kamińska D., Janowska E. (1999) Przemiany pokrywy glebowej w Kampinowskim Parku Narodowym (1991-1994). *Roczn. Glebozn.* 50, 4: 5-29.
- Konecka-Betley K., Czępińska-Kamińska D., Janowska E., Okołowicz M. (2002) Gleby strefy ochrony ścisłej i częściowej w rezerwacie biosfery „Puszcza Kampinowska”. *Roczn. Glebozn.* 53,1/2: 5-21.
- Konecka-Betley K., Janowska E., Łuniewska-Broda J., Szpotański M. (1984) Wstępna klasyfikacja gleb aglomeracji warszawskiej. *Roczn. Glebozn.* 35, 2: 151-163.
- Kowalski J. (1977) Dynamika stanów wód podziemnych m. Wrocławia. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Rozprawy.* 8: 1-67.
- Kusińska A. (1991) Przemiany substancji organicznej zieleńców i parków miasta Łodzi. *Roczn. Glebozn.* 42, 1/2: 101-107.
- Kusza G., Strzyszczyk Z. (2005) Rezerwy leśne Opolszczyzny stan i technogenne zagrożenia. Inst. Inżynierii Środowiska PAN Zabrze, *Prace i studia*, 63: 156.
- Kwiatkowska-Szygulska B., Mikołajczyk A., Zyniewicz S. (2002) Powietrze. W: *Środowisko Wrocławia. Informator 2002*. Dolnośląski Fundusz Ekoro-zwoju. 26-37.
- Laskowski S., Tołoczko W. (1998) Zmiany odczynu i zawartości siarki w glebach objętych oddziaływaniem aglomeracji miejsko-przemysłowej Zgierza. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 456: 343-351.
- Licznar S.E., Licznar M. (2005) Oddziaływanie aglomeracji miejskiej Wrocławia na poziomy próchniczne gleb Parku Szczytnickiego. *Roczn. Glebozn.* 56, 1/2: 113-118.

- Lis A. (2005) Struktura podłoża motywacyjnego zachowań użytkowników parków miejskich. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Monografia*, 45: 73.
- Lityński T., Jurkowska H. (1982) *Żyzność gleby i odżywianie roślin*. PWN, Warszawa, 643.
- Łakomiec I. (1984) Substancja organiczna w glebach zieleńców parków warszawskich. W: *Wpływ zieleńców na kształtowanie środowiska miejskiego*. PWN, Warszawa, 145-150.
- Łanowiecki M., Chudzyński L. (2004) *Ogród Japoński we Wrocławiu*. Wyd. Oświat. Oficyny Wyd. ATUT, Wrocław.
- Malczyk T., Głubiak T., Rylewicz-Butryn M., Kusz A. (1998) Koncepcja zagospodarowania wybranych fragmentów dawnych terenów wystawowych Parku Szczytnickiego we Wrocławiu. W: *Miasto – ogród sto lat idei*. Dolnośląskie Wyd. Nauk, 209-213.
- Masztalski R. (1997) Organizacyjno-prawna strategia ochrony miejskich założeń przyrodniczo-krajobrazowych. Szczytnicki Zespół Przyrodniczo – Krajobrazowy. W: *Sztuka ogrodów w krajobrazie miasta*. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 25-30.
- Meinhardt B. (1995) Stan zanieczyszczenia gleb na terenie miasta Wrocławia i województwa wrocławskiego (na podstawie badań własnych WIOŚ Wrocław). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 418: 285-290.
- Meinhardt B. (1998) Stan środowiska przyrodniczego Wrocławia ze szczególnym uwzględnieniem gleb. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Rolnictwo*, 73, 347: 9-41.
- Misra U.K., Das C.P., Mitra G.N. (1900) Forms of sulphur in some of orissa in relation to relevant soil properties. *Journ. the Indian Society of Soil Sci.* 38, 1: 61-69.
- Motowicka-Terelak T., Terelak H. (1998) *Siarka w glebach Polski – stan i zagrożenia*. PIOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska Warszawa, 106.
- Mucha J. (1991) *Wybrane metody matematyczne w geologii górniczej*. Wyd. AGH, Kraków, 157.
- Pannatier Y. (1996) *VARIOWIN Software for Spatial Data Analysis in 2D*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 91.
- Pływaczyk A. (1999) Ocena stosunków wodnych na terenie Parku Szczytnickiego. W: *Kształtowanie pielęgnacja i ochrona zieleni miejskiej*, 47-51.
- Pływaczyk A., Kowalczyk T. (2000) Kształtowanie się stosunków wodnych we wrocławskim Parku Szczytnickim, *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Inżynieria Środowiska*, 11, 385: 301-308.

- Reda P. (1998) Wpływ powodzi w lipcu 1997r. na degradację drzewostanu terenów leśnych i parków Wrocławia. W: *Miasto – ogród sto lat idei*. Dolnośląskie Wyd. Nauk, 11-28.
- Reda P. (2002) Rozmieszczenie lasów i parków oraz zmiany w składzie dendroflory po powodzi w 1997 roku w dolinie zalewowej Odry we Wrocławiu. Komputeropis pracy doktorskiej, Uniwersytet Wrocławski.
- Roszyk E., Roszykowa S. (1975) Ołów w glebach i roślinach w pobliżu dróg na terenie Wrocławia. *Roczn. Glebozn.* **26**, 1: 177-185.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. (Dz.U. 02.165.1359 z dn. 4 października 2002 r.).
- Siuta J., Zielińska A., Makowiecki K. (1985) *Degradacja ziemi*. Warszawa IKS, 318.
- Stach A. (2002) Geostatystyczna identyfikacja mechanizmów transportu roztworów w ciekach. W: *Materiały sympozjum: „Erozja Gleb i Transport Rumowiska Rzecznego” Zakopane 10-12.X.2002*, 186-196.
- Surfire 8 – User’s Guide, Golden Software, Inc. 2002, Colorado U.S.A., 640.
- Systematyka gleb Polski 1974, Praca zbiorowa. 5 Kom. Pol. Tow. Gleb. *Roczn. Glebozn.* **25**, 1.
- Systematyka gleb Polski 1989, Praca zbiorowa. *Roczn. Glebozn.* **40**, 1.
- Szopińska E. (1999) Drzewa i krzewy parków wrocławskich oraz ich rola w kształtowaniu i ochronie terenów zieleni. Komputeropis pracy doktorskiej, Uniwersytet Wrocławski.
- Szymańska E. (1999) Wpływ powodzi w lipcu 1997 roku na szatę roślinną Parku Szczytnickiego. W: *Kształtowanie pielęgnacja i ochrona zieleni miejskiej*. Wrocław, 53-60.
- Terelak H., Piotrowska M., Motowicka-Terelak.T., Stuczyński T., Budzyńska K. (1995) Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **418**: 45-60.
- Urbanik J. (2002) *Wrocławska wystawa werkbundu WUWA 1929*. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 343.
- Wackernagel H. (1998) *Multivariate Geostatistics – An Introduction with Applications*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 291.
- Wąs C. (1993) *Ogród i park księcia Hohenlohe w Szczytnikach*. Śląski labirynt krajoznawczy. Oddz. Wrocławski, PTTK 5, 138-143.





Stanisława E. Licznar, Michał Licznar, Paweł Licznar

**MONITORING ŚRODOWISKA: BADANIA POKRYWY  
GLEBOWEJ PARKU SZCZYTNICKIEGO WE WROCŁAWIU**

Praca dotyczy zagadnień monitoringu środowiska w odniesieniu do monitoringu składu gleby. Przedstawia oryginalne i bardzo szczegółowe oraz dobrze udokumentowane wyniki badań morfologii gleby, jej właściwości fizyko-chemicznych oraz zawartości metali ciężkich, wykonanych w Parku Szczytnickim we Wrocławiu, stanowiącym obecnie objęty ochroną Szczytnicki Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy. W pracy przedstawiono szczegółowo metodologię monitoringu pokrywy glebowej, polegającego na pobieraniu próbek gleby w terenie w odpowiednio wybranych punktach pomiarowych a następnie na wykonywaniu badań laboratoryjnych próbek. Wynikiem końcowym są mapy koncentracji badanych parametrów w badanym obszarze wykonane po przeprowadzeniu aproksymacji przestrzennej wartości parametrów przy użyciu algorytmów krigingowych. Praca umiejętnie łączy opis klasycznego sposobu pomiarów terenowych i laboratoryjnych z ich uogólnianiem i wizualizacją za pomocą nowoczesnych metod informatycznych.

ISBN 83-894-7510-3

9788389475107

ISSN 0208-8029