

**Iwona Szumacher**

## **Park miejski jako obiekt badań krajobrazowych**

### **Wstęp**

Parkami miejskimi zazwyczaj zajmują się architekci krajobrazu i planiści przestrzeni. W dyskusji nad rolą parków najczęściej rozważany jest aspekt społeczny. Szczegółowe badania nad kompleksowo ujmowanymi formami funkcjonowania parków uprawiane są rzadko, a takie właśnie opracowania mogą pomóc w optymalnym kształtowaniu parków.

Oczekuje się, by park miejski, dzięki częściowo zachowanej strukturze przyrodniczej, pełnił w mieście funkcje ekologiczne. Do głównych funkcji ekologicznych zaliczane są: funkcja ekologiczna gleb, funkcja hydrologiczna, klimatyczna, biotyczna i funkcja pochłaniania zanieczyszczeń (Wójcicka 1971, Hejmanowski 1989, Matuszkiewicz 1993, Czerwieńec, Lewińska 1996, Chmielewski 1996, Marks 1989 za Pietrzakiem 1998).

**Celem** prezentowanej pracy jest analiza struktury przyrodniczej oraz identyfikacja i ocena funkcji ekologicznych wybranych parków miejskich przy użyciu metod stosowanych w geoeologii.

### **Obiekty badań**

Do badań wybrano parki położone w dolinach, o zbliżonej historii powstania i rozwoju. Są to: Hyde Park w Londynie, Tiergarten w Berlinie, Clara Zetkin Park w Lipsku i Łazienki Królewskie w Warszawie. Położenie dolinne jest typowe dla parków i innych terenów zieleni w większości miast europejskich.

### **Metody badań**

Podstawę prac stanowiły materiały uzyskane głównie w ośrodkach badawczych i instytucjach miast oraz własne badania terenowe i analizy laboratoryjne. Analiza porównawcza zebranego materiału była często utrudniona ze względu na różnice metodyczne oraz stopień szczegółowości opracowań. Pierwszy etap stanowiło porównanie środowiska przyrodniczego wybranych parków. Następnie zajmowano się wpływem parków na tereny sąsiednie. Był on ilustrowany przy pomocy map, wykresów i tabel. Podsumowanie stanowiło wyróżnienie typów funkcji ekologicznych parków.

Do uogólnienia wyników badań krajobrazu parków zastosowano metodę kateny. Katena „jest to prawidłowe następstwo ekotopów (facji) wzdłuż linii przekroju rzeźby terenu” (Kondracki, Richling 1983). Jej zaletą jest „wszechstronne uwzględnienie cech przestrzeni – katena ukazuje, bowiem sąsiedztwo jednostek, ich budowę pionową oraz zachodzące między nimi procesy” (Ostaszewska 2002).

### **Wyniki badań**

**Struktura przyrodnicza** wybranych parków wykazuje duże podobieństwo (tab.1). Hyde Park i Łazienki położone w znacznej części na tarasie nadzalewowym, mają gleby płowe, brunatne i czarne ziemie wytworzone na utworach pyłowych i piaszczystych. Różni je roślinność rzeczywista. Clara Zetkin Park i Tiergarten są położone na tarasie zalewowym. Występują tam głównie gleby hydrogeniczne. W Clara Zetkin Park obok zieleni urządzonej zachowały się fragmenty ładu.

Wszystkie analizowane parki sąsiadują z podobnymi miejskimi jednostkami strukturalnymi. Tworzą je przede wszystkim budynki administracji rządowej i miejskiej, hotele i banki, reprezentujące typ zwartej zabudowy w centrum miasta. Tiergarten jest całkowicie odizolowany od innych terenów zieleni miejskiej. Pozostałe parki stanowią elementy klinowego układu zieleni miejskiej. W Lipsku i Warszawie klin ten biegnie południkowo. W Warszawie jego osią jest Skarpa, a w Lipsku - Biała Elstera. W Londynie równoleżnikowo biegnący kompleks Parków Królewskich jest związany z dawnymi dopływami Tamizy.

**Tab. 1. Struktura przyrodnicza wybranych parków**  
**Tab. 1. Natural's structure of chosen parks**

Cechy środowiska przyrodniczego	Parki			
	Hyde Park	Tiergarten	Clara Zetkin Park	Łazienki
Powierzchnia ha	330	210	36	76
Położenie	taras nadzalewowy, równina	taras zalewowy	taras zalewowy	taras nadzalewowy, wysoczyzna
Utwór powierzchniowy	pyły, gliny, piaski	piaski	pyły i piaski	piaski, pyły
Gleby	płowe, czarne ziemie	pararędziny, glejowe, hortalsole	mady, brunatne	płowe, czarne ziemie, brunatne
Wody gruntowe m p.p.t.	do 2; 2-5; powyżej 5	do 2, 2-5	do 2	<2, 2-5, powyżej 5
Wody powierzchniowe	dwa stawy	duży staw, liczne małe stawy i kanały	staw	trzy stawy i kanały
Roślinność rzeczywista	trawniki, pojedyncze drzewa	trawniki, zieleń urządzona luźna i zwarta	fragment lasu, trawniki	fragment grądu, zieleń urządzona zwarta i luźna

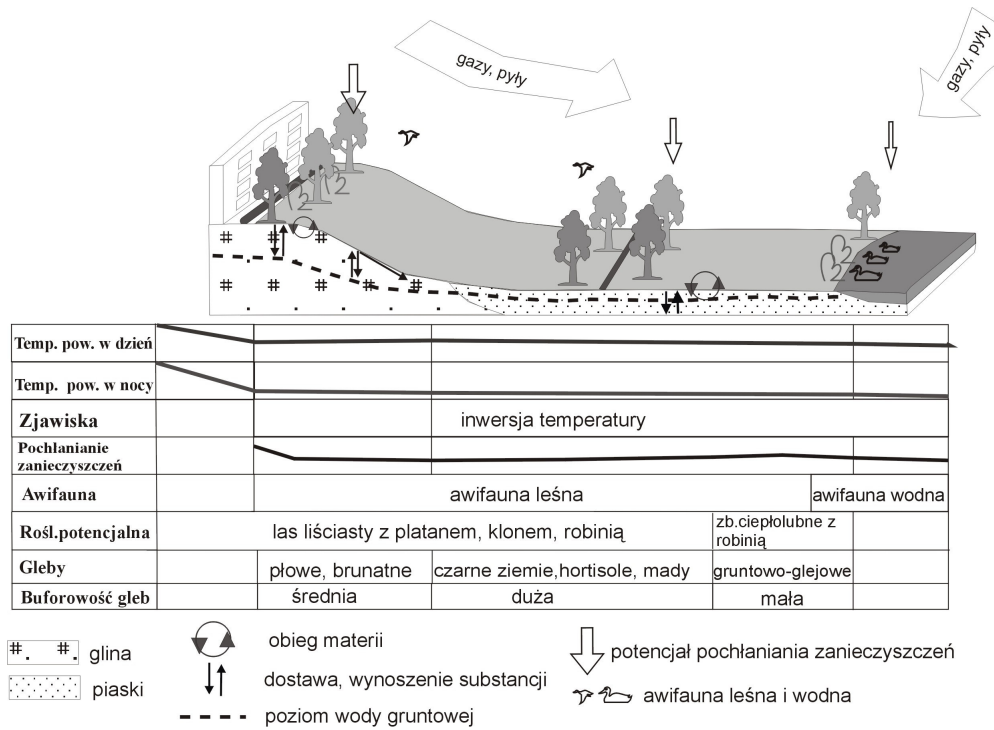
### Typy funkcji ekologicznych parków miejskich.

Przeprowadzone w pracy analizy dają podstawę do wyodrębnienia dwóch wzorców funkcji ekologicznych dolinnych parków miejskich.

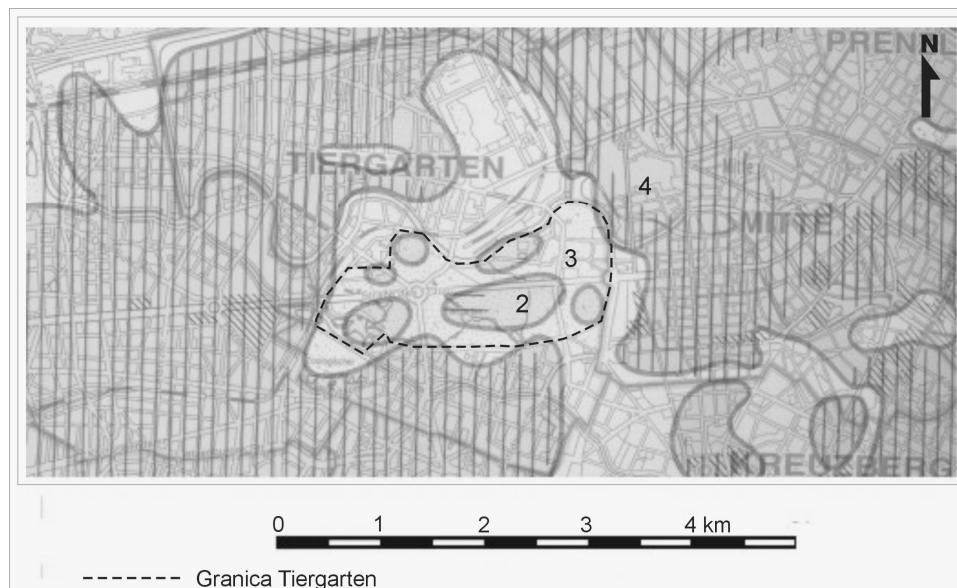
Pierwszy typ funkcji ekologicznych (rys. 1) jest pełniony przez parki dolinne o mało urozmaiconej szacie roślinnej z dominacją trawników. Jego przykładem jest Hyde Park i Tiergarten. Taki rodzaj pokrycia rzutuje na jakość oraz zasięg przestrzenny i czasowy funkcji ekologicznych.

Funkcja klimatyczna kształtuje się wyraźnie w porze letniej, przy pogodzie radiacyjnej, od godzin popołudniowych, kiedy podłoże zaczyna oddawać ciepło. Maksymalna różnica temperatury między terenem zabudowanym a parkiem występuje nocą. Przyczyną różnic jest odmienny przebieg procesu pochłaniania ciepła przez roślinność i jego straty na rzecz parowania i transpiracji. Kontrast ten obrazuje mapa klimatyczna Berlina (rys.2). Granica parku nie wiąże się z gwałtowną zmianą temperatury. Wyraźny kontrast między terenami zabudowanymi pozbawionymi roślinności a Tiergarten jest widoczny jedynie w części zachodniej parku. Obszar południowo - wschodni i wschodni parku oraz tereny przylegające do niego charakteryzuje się łagodną zmianą temperatury podłoża. Jest to spowodowane wiatrem zachodnim, który przeważa w Berlinie, i może przenikać na wschód i południowy - wschód od parku dzięki luźnej zabudowie oraz równoleżnikowemu biegowi doliny. Na terenie Tiergarten wyznaczono dwa typy klimatu lokalnego (Stadtklimatischen Zonen 1993):

- klimat średnio zmieniony (typ 3, rys.2), wyróżniony w strefie przygranicznej parku i wzdłuż głównych alei; ochłodzenie nocne jest tu małe, a odczucie duszności w ciągu dnia latem może być małe i średnie, zaznacza się też zmniejszenie prędkości wiatru (określone jako średnie lub małe); średnia roczna temperatura powietrza dla lat 1961-90 wynosi 9,2-10,1°C.
- klimat słabo zmieniony (typ 2, rys.2) przypisany do pozostałej części parku; charakteryzuje się on średnim nocnym ochłodzeniem, osłabioną prędkością wiatru oraz średnim i w ciągu dnia latem słabym odczuciu duszności przez organizm; średnia roczna temperatura powietrza dla lat 1961-90 wynosi 8,6-9,2°C.



**Rys. 1. Typ funkcji ekologicznych parków o przewadze trawników**  
**Fig. 1. Type of ecological functions for „grass” parks**



**Rys.2. Typy klimatu Berlina (źródło: Stadtklimatische Zonen, Umweltatlas karten 04.05).**  
**Fig.2. Types of Berlin's climate**

Zdolność łagodzenia miejskiej wyspy ciepła może być odczuwalna poza parkiem, bądź może być osłabiona na skutek napływu ciepłego powietrza od terenu zabudowanego. Zależy to od prędkości i kierunku wiatru oraz rodzaju zabudowy w otoczeniu parku. Chandler (1969) w opracowaniu klimatu Londynu stwierdza, że średnia amplituda temperatur między terenem zabudowanym a parkiem, przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, takich jak bezwietrzne, bezchmurne noce latem i jesienią, dochodzi do  $\Delta t=1,7^{\circ}\text{C}$ . Różnica temperatury ulega obniżeniu przy wietrze ze wschodu, przynoszącym cieplejsze powietrze do krawędzi parku. Ponadto wilgotność w centrum parku jest przez większość dni wyższa niż na zewnątrz. O dobrych warunkach wilgotnościowych na terenie parku decyduje nie tylko roślinność, ale również obecność stawów o dużej powierzchni (The Serpentine w Hyde Parku, Neue See w Tiergarten), kanałów oraz występowaniu gleb „zimnych” (czarne ziemie, mady, hortisole).

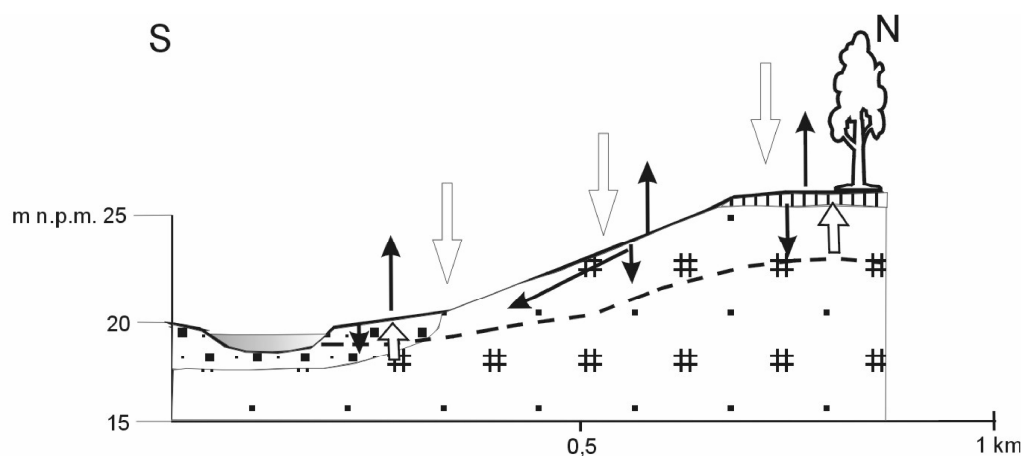
W ciągu dnia warunki termiczne w parku o małej ilości drzew są niesprzyjające dla ludzi ze względu na swobodny dopływ bezpośredniego promieniowania słonecznego do powierzchni terenu (brak zacienienia). Przenikające do terenów sąsiadujących powietrze z nad parku ma prawie taką samą temperaturę i nie łagodzi efektów wyspy ciepła.

Funkcja biotyczna jest ograniczona przez intensywne prace ogrodnicze związane z pielęgnacją trawników (częste strzyżenie). Powoduje to wyłączenie z obiegu materii znacznej części biomasy oraz hamuje naturalną sukcesję roślin. Obecnie siedlisko zmienione przez człowieka jest potencjalnym miejscem rozwoju zbiorowisk ciepłolubnych lasów z platanem, klonem lub robinia. Brak piętrowości roślinności i częste koszenie trawników pogarszają warunki siedliskowe dla ptactwa, jednak dzięki obecności dużych zbiorników wodnych parki takie charakteryzują się przewagą populacją awifauny wodnej nad awifauną leśną.

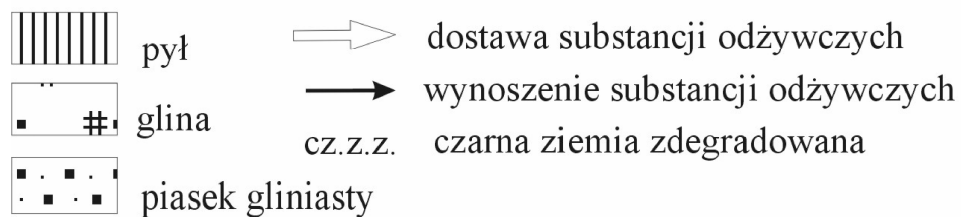
Funkcja ekologiczna gleb ulega zmianom w czasie. Związane jest to z działaniami człowieka (osuszanie terenu, zmiana składu skały macierzystej). Wpłynęło to na uruchomienie dodatkowych procesów glebowych, takich jak mineralizacja, czy brunatnienie. Wyniki badań poziomu próchnicznego na terenie Hyde Parku wskazują, że teren wyżej położony jest uboższy w węglan wapnia, kationy zasadowe i humus (rys. 3). Składniki te są bądź wmyte w głąb profilu lub przetransportowane powierzchniowo do niżej położonych terenów, o czym świadczą wyniki składu chemicznego gleb. Duża porowatość kapilarna podłoża zapewnia dobre warunki wodne dla roślin. W przypadku parku z dominacją intensywnie pielęgnowanych trawników, ale z glebami luźnymi, o małej zasobności w składniki odżywcze, małej pojemności cieplnej i wodnej, działalność człowieka (usuwanie części naziemnej roślin, wydeptywanie) i procesy naturalne (erozja, przemywanie) wpływają na stopniowe zubożenie siedliska.

Zjawiska charakterystyczne dla dolin, takie jak: stagnacja powietrza, inwersja temperatury, spływ powietrza po stoku, stwarzają dogodne warunki sedimentacji zanieczyszczeń. Oznacza to, że gleby w dolinach są narażone na silną depozycję zanieczyszczeń z atmosfery. W parkach z dominacją trawników funkcja pochłaniania zanieczyszczeń jest osłabiona, ze względu na charakter roślinności oraz swobodnie wiejący wiatr. Czynnikiem wzmagającym funkcję pochłaniania zanieczyszczeń jest obecność wód powierzchniowych, duża wilgotność gruntu i związana z tym duża wilgotność powietrza. Cząstki pary wodnej wychwytyją gazy i cząstki stałe unoszone w powietrzu. Metale ciężkie przede wszystkim koncentrują się w najbliższym sąsiedztwie ulic graniczących z parkiem, ale na skutek wyżej wymieniony przyczyn przedostają się w głąb parku wraz z zanieczyszczeniami pochodzącymi od pozostałych emitorów.

Uboższe gleby ulegają szybciej degradacji na skutek sorbowania zanieczyszczeń pochodzących z atmosfery i wód gruntowych. Natomiast gleby żyzne o dużym kompleksie sorpcyjnym są dobrym buforem. Sorbują i unieruchamiają metale ciężkie, dzięki czemu ich negatywny wpływ na roślinność jest opóźniony w czasie. Funkcja pochłaniania zanieczyszczeń osłabia funkcje ekologiczne gleb oraz biotyczną.



Położenie	dolina	stok		wysoczyzna
Typ gleby	cz.z.z.	brunatna		plowa
Utwór	pglp	gsp	gsp	pl
pH <sub>KCl</sub>	5,4	5,2	5,3	5,0
S (cmol(+)/kg)	10,7	22,0	18,3	7,5
C <sub>org</sub> (%)	3,9	3,7	4,5	1,5
Gęst.obj.chw.(g/cm <sup>3</sup> )	1,53	n.o.	1,43	n.o.
Gęst.obj.rz.(g/cm <sup>3</sup> )	1,2	n.o.	1,1	n.o.
Por. kap. obj. (%)	33,5	n.o.	40,3	n.o.
Wilgotność akt. (%)	32,2	n.o.	35,2	n.o.
K	7,9	47,7	33,8	23,8
Ca	22,2	25,3	18,8	14,1
Na	2,5	2,7	5,5	1,6
Mg	0,02	26,1	24,0	13,4
Mn	14,1	18,2	16,3	18,4
Temp. gleby	zimna	ciepła		
Retencja wody	mała	średnia		duża



Rys. 3. Katena glebowa w Hyde Parku  
Fig. 3. Soil catena in Hyde Park

Zasięg przenoszenia częściowo oczyszczonego powietrza nad tereny zabudowane jest zależny od lokalnej cyrkulacji powietrza. Jeśli powietrze nie napotyka na wyraźną barierę to wieczorem, w czasie występowania wyspy ciepła, kiedy nad terenami zabudowanymi dochodzi do wynoszenia ciepłego powietrza ku górze, na jego miejsce może być „zasysane” wychłodzone, oczyszczone powietrze znad parku (lokalna bryza miejska). Stopień pochłaniania zanieczyszczeń jest też uwarunkowany porą roku. W Londynie okres wegetacji jest dłuższy w stosunku do terenów położonych bardziej na wschód, czyli roślinność spełnia dłuższą omawianą funkcję. W mieście tym jest również więcej opadów deszczu, który zmywa z liści pył.

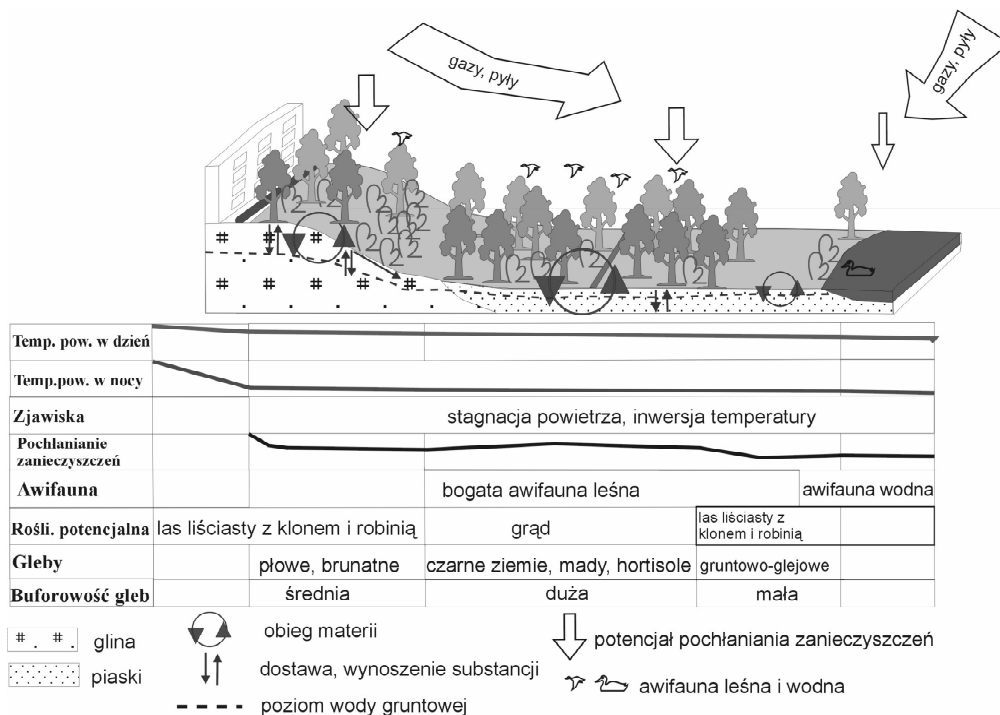
Funkcja rekreacyjna i wypoczynkowa parku wymaga czynności pielęgnacyjnych oraz przebudowy struktury szaty roślinnej. Takie działanie powoduje, że potencjał biotyczny parku będzie zapewne ulegał dalszemu osłabieniu w przyszłości. Sposobem na zatrzymanie tego negatywnego procesu jest pielęgnacja parku przy wykorzystaniu naturalnych środków. Wskazane jest wprowadzanie młodych drzew w sąsiedztwie starych oraz wyznaczenie fragmentów trawników koszonych sporadycznie, co powinno sprzyjać rozwojowi roślinności łąkowej. Warto zauważyć, że dzięki korzystnym warunkom siedliskowym, długiemu okresowi wegetacji i łagodnemu klimatowi proces degradacji nie jest tak szybki, jak w klimacie zimnym, na ubogim siedlisku.

Jak z powyższego wynika, omawiany typ parków z pewnością spełnia funkcje klimatyczną. Dominacja roślinności trawiastej intensywnie pielęgnowanej ogranicza natomiast potencjał biotyczny i ekologiczny gleb oraz pochłaniania zanieczyszczeń. Płytkie występowanie wód gruntowych oraz utworów o dużej pojemności kapilarnej (pyłów, glin) sprawia, że funkcja hydrologiczna jest dobrze pełniona.

**Drugi typ funkcji ekologicznych** (rys. 4) pełniony jest przez parki dolinne o urozmaiconej szacie roślinnej, z przewagą leśnej, takie jak Łazienki oraz Clara Zetkin Park.

Funkcja biotyczna takich parków jest zbliżona do funkcji biotycznej lasu i łąki poza miastem. Wśród drzew dominują gatunki rodzime (dęby, jawory, lipy, brzozy, klony, buki). Żyzne, wilgotne siedlisko oraz mało intensywne wydeptywanie przyczynia się do rozwoju roślinności trawników w kierunku zbiorowiska łąk łąkowych (*Arrhenatheretalia*) i wilgotnych (*Molinietalia*). Tego typu trawniki mają największą zdolność produkcji biomasy. Funkcję tę wzmacniają dodatkowo dobre warunki wilgotnościowe (Wysocki 1994). Obieg materii jest tylko w małym stopniu zaburzony przez prace ogrodnicze. Dlatego koszty zachowania żyzności siedliska są mniejsze niż w przypadku parków zaliczanych do typu pierwszego. Potencjał biotyczny parków drugiego typu nie jest zagrożony, gdyż fauna i flora w sposób naturalny ulega rozwojowi i regeneracji. Zaprzestanie prac pielęgnacyjnych w takim parku pozwoliłoby na intensywną sukcesję naturalną i powrót roślinności do pierwotnej formy łąki lub łąki (na siedlisku słabo przekształconym przez człowieka) lub zbiorowiska lasu liściastego z klonem i robiną (na siedlisku silnie przekształconym).

Funkcja klimatyczna parku dolinnego ze zwartą roślinnością wysoką jest wyraźna dopiero w godzinach wieczornych i nocą. W ciągu dnia warunki klimatyczne w parku mogą być nawet bardziej uciążliwe dla człowieka niż w terenie zabudowanym. Spowodowane jest to wysoką temperaturą, dużą wilgotnością powietrza, częstymi ciszami. Brak swobodnego przepływu powietrza oraz zwarta zabudowa wokół parku ograniczają zasięg funkcji klimatycznej poza granicami parku. Badania stacjonarne klimatu Lipska wykazały, że w godzinach południowych wiosną i latem Clara Zetkin Park miał raczej wyrównaną temperaturę i wilgotność powietrza. Sytuacja ulega zmianie wieczorem i nocą. W lipcu maksymalna amplituda temperatury między centrum miasta a parkiem wystąpiła o 20:00 i wyniosła 5,6°C, a w kwietniu o 4:00 3,4°C. Pomiary wykazały również różnice termiczne wewnątrz parku. Najcieplejszy obszar parku to jego obrzeża. Prawdopodobnie jest to związane z wymianą powietrza z obszarem zabudowanym. Słaby wiatr (1,1 m/s) i częste cisze (16,1%) w Clara Zetkin Park nie sprzyjają nocnej wymianie chłodnego powietrza znad parku z otoczeniem (Beziehungen zwischen ...1996).

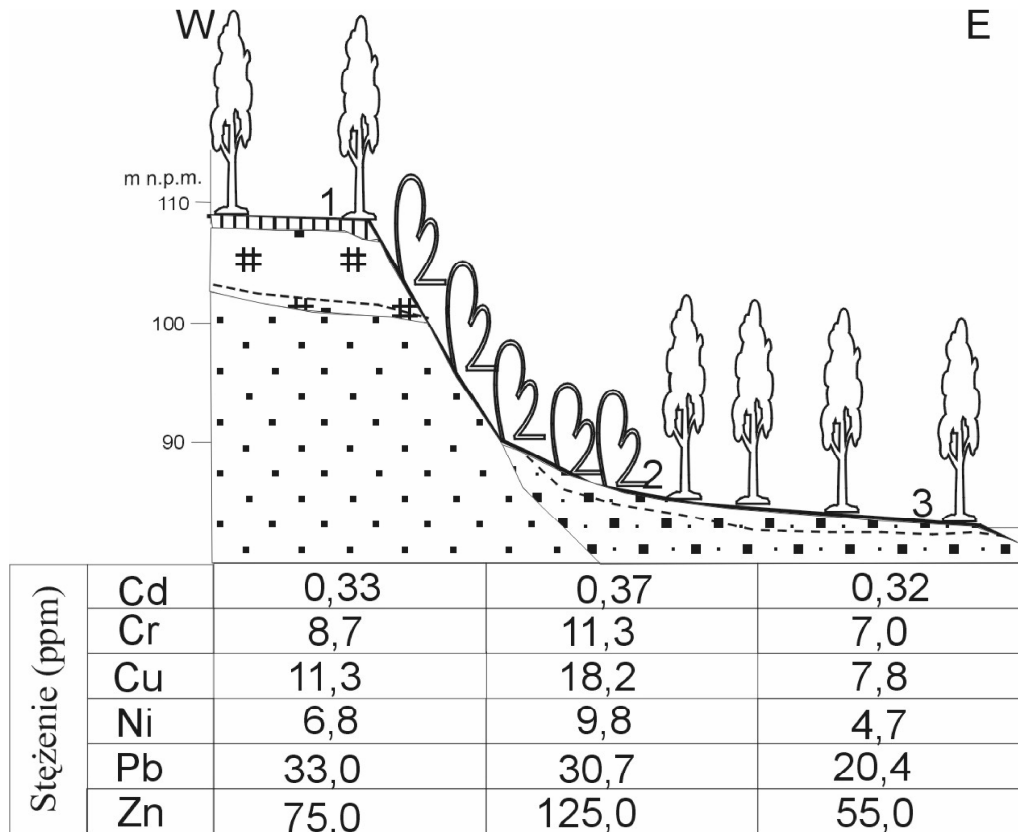


**Rys. 4. Typ funkcji ekologicznych parków o przewadze roślinności leśnej**  
**Fig. 4. Type of ecological functions for „forests” parks**

W parku dominuje wiatr południowy (zgodny z kierunkiem przebiegu doliny), co dodatkowo utrudnia przenikanie powietrza do terenów zabudowanych na wschód i zachód. Różnice wilgotności powietrza między Clara Zetkin Park, terenem sąsiadującym i centrum miasta były największe wieczorem i w południe. Rano obszar doliny charakteryzował się nieznacznie wilgotniejszym powietrzem. W południe powietrze było wyraźnie wilgotniejsze w parku niż na terenie zabudowanym w sąsiedztwie. Wieczorem wilgotność powietrza w parku zmniejszyła się i była taka sama jak w otoczeniu. Najsuchszy obszar wystąpił w centrum miasta.

Parki położone w dolinie z dużym udziałem drzew są szczególnie predysponowane do pochłaniania gazów i pyłów. Roczny pomiar depozycji pyłu w Parku Łazienkowskim wykazał, że jego rozkład przestrzenny nie pozostaje w ścisłej zależności od odległości od ulicy. Centrum parku, obok strefy przyulicznej, było miejscem maksymalnego opadu przez większość miesięcy (Szumacher 1997). Potwierdzenie tej prawidłowości stanowi najnowsze badania chemizmu gleb Łazienek (Stuczyński 2000). Wyniki przedstawia rysunek 6. Punkty 1, 2 i 3 (rys. 5) położone są w części północnej parku na profilu od Al. Ujazdowskich do Stawu Północnego. Maksymalne wartości wybranych pierwiastków (poza Pb) koncentruje się w części dolinnej, bliżej skarpy. Taki rozkład stężeń pierwiastków pozwala przypuszczać, że również część dolinna parku jest predysponowana do depozycji metali ciężkich, mimo większej odległości od głównych ulic. Ich źródłem mogą być emitory usytuowane w większej odległości.

Na taki stan wpływają następujące czynniki: przewaga starych dębów i grabów o dużej powierzchni zatrzymywania pyłów, stagnacja powietrza ze względu na gęste zadrzewienie, procesy stokowe, duża wilgotność powietrza i gleb, wieczorne inwersje temperatury, spływ powietrza z terenów wyżej położonych. Kumulacji metali ciężkich sprzyja występowanie gleb o dużych możliwościach sorpcyjnych, jak na przykład czarne ziemie w Łazienkach.



Rys. 5. Stężenie metali ciężkich w górnej warstwie gleby w Łazienkach (na podstawie Stuczyński 2000)  
 Fig. 5. Heavy metals in the soils in Łazienki Park (according to Stuczyński 2000)

Omawiany typ funkcji ekologicznych parków o przewadze roślinności leśnej charakteryzuje się szczególnie dobrze pełnioną funkcją biotyczną i ekologiczną gleb oraz funkcją pochłaniania zanieczyszczeń. W przyszłości na skutek intensywnej koncentracji szkodliwych pierwiastków funkcja ekologiczna gleb i funkcja biotyczna mogą zostać osłabione. W ciągu dnia w porze cieplej, przy pogodzie radiacyjnej park nie stwarza komfortu termicznego osobom w nim przebywającym. Funkcja klimatyczna jest praktycznie spełniona dopiero od godzin wieczornych.

### Wnioski

Kompleksowe badania krajobrazowe przeprowadzone w parkach miejskich o położeniu dolinym pozwoliły na rozpoznanie ich potencjału przyrodniczego. Parki o przewadze roślinności wysokiej charakteryzują się bardzo dobrze pełnionymi funkcjami: ekologiczną gleb, biotyczną i pochłaniania zanieczyszczeń. Funkcja klimatyczna realizuje się w porze cieplej, przy pogodzie radiacyjnej, od godzin wieczornych do wczesnoporannych. Parki o przewadze trawników charakteryzuje się osłabionymi funkcjami: biotyczną i ekologiczną gleb w porównaniu do potencjału siedliska. Funkcja pochłaniania zanieczyszczeń jest słabsza w porównaniu do parków o przewadze roślinności leśnej. Funkcja klimatyczna uaktywnia się w tym samym czasie, co w typie poprzednim. Zasięg jej oddziaływania na tereny otaczające może być szerszy w skutek swobodniejszego przepływu powietrza. Parki o słabym potencjale biotycznym są narażone na szybszą degradację.



Uzyskane wyniki można odnieść do większości parków dolinnych w miastach europejskich, położonych w klimacie umiarkowanym ciepłym, w strefie lasów liściastych zrzucających liście na zimę. Przeprowadzona w pracy analiza i opis współzależności między funkcjami ekologicznymi parków miejskich mogą być przydatne do formułowania wskazań praktycznych przy planowaniu przestrzeni miejskiej i konserwacji terenów zieleni.

### Urban parks as an object of landscape researches

#### Summary

The goal of the study was to identify and estimate the ecological functions of urban parks by application landscape (geoecological) researches. The Hyde Park in London, Tiergarten in Berlin, Clara Zetkin Park in Leipzig and Łazienki Królewskie in Warsaw constituted the objects of study. They are located in valley landscape. Their history and development are similar. This kind of urban space structure is common in several cities. The result of work be extrapolate on other causes.

The researches of typology of natural landscape have been conducted in cities given above. It shows the original landscape functioning and give the background for the anthropogenic structure of the city.

The analyzes of detailed structure (litology, relief, water, soils, local climate, vegetations and animals) of natural environment of parks was next stage of research. The comparative study between structure and functioning of chosen parks was useful to identify ecological functions of urban parks. This kind of researches can be useful for planning and conservation of greenery in the city.

#### Literatura

- Beziehungen zwischen urbanen Flächennutzungsstrukturen und klimatischen Verhältnissen am Beispiel der Stadtregion Leipzig. 1996, [w:] Stadtökologischer Strukturwandel der Stadtregion Leipzig. UFZ Leipzig-Halle.
- Chandler T.J., 1969, The climate of London, Hutchinson of London, London
- Chmielewski W. 1996: Zieleni Warszawy - funkcje, problemy i nadzieje w obliczu realizacji programu ekorozwoju. [w:] Zieleni Warszawy – Problemy i Nadzieje. Konferencja Naukowo-Techniczna, Ogród Botaniczny PAN, Warszawa-Powsin.
- Czerwieniec M., Lewińska J. 1996: Zieleni w mieście. IGPIK, Warszawa.
- Flemming G. 1983: Klimat-środowisko-człowiek. PWRiL, Warszawa.
- Hejmanowski S. 1989: Zieleni a ochrona środowiska człowieka. LSW, Warszawa.
- Kondracki J., Richling A. 1983: Próba uporządkowania terminologii w zakresie geografii fizycznej kompleksowej. Przegl. Geogr., t. 40, 1.
- Kowalik P. 2001: Ochrona środowiska glebowego. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Matuszkiewicz A. J. 1993: Typy zabudowy jednorodzinnej i ich znaczenie dla tworzenia ekologicznego systemu miasta. Człowiek i Środowisko 17: 25-336.
- Oberflächentemperaturen bei Tag und Nacht 1993: karte 04.06. 1: 85 000, [w:] Umweltatlas Berlin, SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin).
- Ostaszewska K. 2002: Geografia krajobrazu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Pietrzak M. 1998: Syntezy krajobrazowe – założenia, problemy, zastosowania. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- Schadstoffhaushalt in Böden verdichteter Siedlungsformen (Stadtböden)-Schadstoffmobilität und ökotoxikologische Wirkung. 1995: UFZ, Leipzig-Halle.
- Stadtklimatische Zonen 1993: karte 04.05., 1: 50 000, [w:] Umweltatlas Berlin, SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin).
- Stuczyński T. (kier.) 2000: Mapa Gleb Warszawy 1: 35 000. Biuro Zarządu m. st. Warszawy Wydział Planowania Przestrzennego i Architektury, IUNG, Puławy.
- Szumacher I. 1997: Charakterystyka geoekologiczna Parku Łazienkowskiego. WGiSR UW, Warszawa (manuscr.).

Wójcicka I. 1971: Uciążliwość klimatu miasta i możliwość jego poprawy za pomocą roślinności. Instytut Urbanizacji i Architektury, Zakład Elementów Zagospodarowania Przestrzennego, Warszawa.  
Wysocki Cz. 1994: Funkcjonowanie trawników na obszarach zurbanizowanych (na przykładzie Warszawy). Rozpr. Nauk. i Monogr. SGGW, Warszawa.

**Uniwersytet Warszawski**  
**Wydział Geografii i Studiów Regionalnych**  
**ul. Krakowskie Przedmieście 30**  
**00-927 Warszawa**  
**e-mail: szumi@uw.edu.pl**

---