

Zróżnicowanie strukturalno-funkcjonalne i przekształcenia antropogeniczne roślinności na poziomie ponadekosystemalnym obszarów zurbanizowanych na przykładzie Krakowa

The structural and functional diversity and anthropogenic transformations of vegetation of urbanized areas above the ecosystem level on the example of Krakow

Julian Bożentka

Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie, Instytut Geografii
ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków
e-mail: jul.bozentka@wp.pl

Zarys treści: Kraków posiada zróżnicowane przestrzennie warunki środowiska abiotycznego, co odzwierciedla się w urozmaiceniu pierwotnych siedlisk i roślinności. Procesy urbanizacyjne doprowadziły jednakże do znacznych przekształceń tych pierwotnych warunków. Celem autora było dokonanie analizy strukturalnej i analizy przestrzennego zróżnicowania współczesnych krajobrazów roślinnych oraz antropogenicznych przemian roślinności na poziomie ponadekosystemalnym. W tym celu wyznaczył na obszarze miasta pięć jednostek – krajobrazów roślinnych i poddał analizie ich przestrzenne rozmieszczenie. Dzięki porównaniu z pierwotnym zróżnicowaniem siedlisk i kompleksów roślinnych dokonał również oceny i charakteru przemian roślinności w świetle obecnej antropopresji. Współczesne zróżnicowanie przestrzenne roślinności na obszarze Krakowa wykazuje zależności z układem i rozwojem urbanistycznym miasta. Dominują tu krajobrazy z roślinnością urządzoną

oraz ruderalną. Tylko fragmentarycznie roślinność na poziomie ponadekosystemalnym zachowała charakter zbliżony do tego, jaki miała w warunkach pierwotnych.

Słowa kluczowe: Kraków, krajobrazy roślinne miasta, antropogeniczne przemiany, zbiorowiska roślinne, tereny zurbanizowane

Abstract: Krakow has a variety of spatial conditions of the abiotic environment, which is reflected in varied original habitats and vegetation. However, urbanisation processes have led to significant transformations of the original conditions. The author's aim was to examine the structural and spatial diversity of modern vegetal landscapes and anthropogenic changes of vegetation above the ecosystem level. To this end, five units – vegetable landscapes – were determined within the city area, and their spatial distribution was analyzed. The assessment of the nature of changes of vegetation in the light of present anthropoppression was also made by comparing the vegetation with the original diversity of habitats and plant complexes. Nowadays, the spatial differentiation of vegetation in the Krakow area shows strong relationships with the urban structure and urban development of the city. Landscapes with urban vegetation and ruderal plants are dominating. Above the ecosystem level, vegetation only fragmentarily remained similar to what it used to be in the original conditions.

Keywords: Krakow, urban vegetational landscapes, anthropogenic changes, plant communities, urban space

Wprowadzenie

Miasto, czyli obszar silnie zurbanizowany, można rozpatrywać jako układ ekologiczny, składający się z komponentów przyrodniczych (abiotycznych i biotycznych) oraz antropogenicznych (Szponar 2003). Czynniki antropogeniczne odgrywają ogromną rolę w kształtowaniu środowiska miejskiego, wpływając w sposób pośredni i bezpośredni na charakter komponentów przyrodniczych i tworzonych przez nie ekosystemów. Szczególnie interesujące w kontekście badań geograficznych są przekształcenia roślinności, bowiem wykazuje ona ściśle powiązania z wszelkimi czynnikami fizycznogeograficznymi oraz oddziaływaniami antropogenicznymi, i stanowić może element najlepiej charakteryzujący całość środowiska geograficznego (Kostrowicki i in. 1988). Zbiorowiska roślinne nie są jednorodne, w związku z czym obserwować można ich różnorodność strukturalną i przestrzenną, co z kolei pozwala na badanie zróżnicowania warunków środowiskowych oraz charakteru i intensywności antropopresji (Falińska 2004). Labilność szaty roślinnej, rozdrobnienie fitocenoz i ich przeważający antropogeniczny lub silnie zaburzony charakter oraz przenikanie się ich z technicznymi komponentami zurbanizowanego środowiska nie zawsze pozwala na pełne oddanie zależności obecnych na

poziomie ekosystemów i syntaksomów. Analizę roślinności miasta można zatem również dokonać na poziomie ponadekosystemalnym, na którym możliwe jest znacznie bardziej kompleksowe badanie strukturalno-funkcjonalne środowiska miejskiego. Należy bowiem uświadomić sobie, że miasto jako układ ekologiczny jest równocześnie systemem krajobrazowym, a przestrzenne zróżnicowanie roślinności pozwala na wyróżnienie jednostek – krajobrazów roślinnych miasta (Kozłowska 2001). Niezwykle ciekawym obiektem badań w tym zakresie jest Kraków – miasto o długiej historii osadniczej i wyraźnej różnorodności pierwotnych warunków środowiska abiotycznego, zwłaszcza morfologii terenu.

Cel i metody pracy

Problematyka niniejszego opracowania mieści się w ramach szeroko rozumianej ekologii krajobrazu. Szczególne znaczenie mają w tym względzie również zagadnienia związane z geokologią, geobotaniką oraz fizjografią urbanistyczną. Głównym celem autora było dokonanie analizy strukturalnej oraz analizy przestrzennego zróżnicowania roślinności na obszarze Krakowa. Analizę tę prowadzono na poziomie ponadekosystemalnym przy zastosowaniu i wydzieleniu krajobrazów roślinnych miasta. Kolejnym z celów opracowania było przeanalizowanie przestrzennych zmian krajobrazów i kompleksów roślinnych wynikających z rozwoju urbanistycznego Krakowa. Literatura dostarcza przykładów wielu różnych ujęć problematyki badań przestrzennego zróżnicowania roślinności oraz zróżnicowania funkcjonalno-strukturalnego krajobrazów miast. Próbę przeglądu tych zagadnień podjęli m.in. A. Richling i J. Solon (2011). W niniejszym opracowaniu posłużono się wyróżnieniami i kategoriami zastosowanymi przez A. Kozłowską (2001) przy sporządzaniu mapy roślinności Warszawy. Autorka ta wydzieliła w swojej pracy jednostki określone jako „krajobrazy roślinne miasta”, stanowiące *jednorodny typ układu strukturalno-funkcjonalnego miasta, wyróżniany na poziomie ponadekosystemalnym, charakteryzowany lokalnymi kompleksami zbiorowisk roślinnych*. Określiła też w swojej pracy sześć głównych typów krajobrazów roślinnych, których nazwy (przy niewielkiej modyfikacji) przyjęto również w niniejszym opracowaniu. Ponadto dwie jednostki: krajobrazy wielkomiejskie oraz krajobrazy zieleni urządzonej, wyróżnione przez A. Kozłowską (2001), na potrzeby artykułu ujęto

w ramy jednej jednostki. Krajobrazy roślinne miasta, jakie określono dla Krakowa (w nawiasie nazwa oryginalna za Kozłowską), to: krajobrazy leśne i zaroślowe oraz roślinności naskalnej (krajobrazy leśne i zaroślowe), krajobrazy łąkowe i wodne (krajobrazy łąkowe i wodne), krajobrazy ruderalne (krajobrazy ruderalne), krajobrazy pól uprawnych (krajobrazy polne), krajobrazy wielkomiejskie ze sporadycznym udziałem roślinności i zieleni urządzonej (krajobrazy wielkomiejskie ze sporadycznym udziałem roślinności, krajobrazy zieleni urządzonej).

Krajobrazy roślinne na wzór koncepcji A. Kozłowskiej (2001) wytyczono przy użyciu mapy roślinności rzeczywistej. Mapę roślinności rzeczywistej Miasta Krakowa, którą się posłużono wykonała firma ProGea Consulting na zlecenie Wydziału Gospodarki Komunalnej i Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Krakowa, dzięki pracom prowadzonym w terenie w latach 2006–2007 przez zespoły botaników i fitosocjologów (Wężyk, Wańczyk 2008). Na potrzeby niniejszego opracowania wykorzystano wersję mapy udostępnioną w serwisie BIP Urzędu Miasta Krakowa.

Tabela 1. Krajobrazy roślinne Krakowa

Table 1. The urban vegetational landscapes of Cracow

Krajobrazy roślinne Krakowa The urban vegetational landscapes of Cracow	Zbiorowiska roślinności rzeczywistej Krakowa The real plant communities in the Cracow
Krajobrazy leśne i zaroślowe oraz roślinności naskalnej	– lasy liściaste siedlisk wilgotnych, – lasy liściaste siedlisk świeżych, – bory mieszane, – naturalne zarośla, – inne drzewostany, – roślinność skał muraw i wrzosowisk
Krajobrazy łąkowe i wodne	– roślinność wodna i bagienna, – roślinność łąk i pastwisk
Krajobrazy ruderalne	– spontaniczne zbiorowiska ruderalne
Krajobrazy pól uprawnych	– kompleksy pól uprawnych
Krajobrazy wielkomiejskie ze sporadycznym udziałem roślinności oraz zieleni urządzonej	– zieleń urządzona, – inne

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Kozłowska (2001) i <http://zielony-krakow.um.krakow.pl:280/rosl/pl/> (data dostępu: 10.09.2015).

Source: author's own work based on: A. Kozłowska (2001) and <http://zielony-krakow.um.krakow.pl:280/rosl/pl/> (access: 10.09.2015).

Mapa roślinności rzeczywistej ukazuje zróżnicowanie przestrzenne roślinności na poziomie zbiorowisk – ekosystemalnym. Aby wydzielić jednostki na poziomie ponadekosystemalnym, pogrupowano i przydzielono zbiorowiska roślinności rzeczywistej do danych krajobrazów roślinnych (tab.1). Ze względu na silne rozdrobnienie i mozaikowość zbiorowisk, przedstawione krajobrazy roślinne nie odzwierciedlają jednorodnych płatów danego typu zbiorowiska roślinnego. Stanowią jednostkę wyróżnioną na podstawie typu zbiorowiska dominującego (Kozłowska 2001). Ponadto konieczne było dokonanie generalizacji, co skutkuje tym, iż zaprezentowana mapa posiada pewną dozę subiektywności i powinna być traktowana jako prezentacja pogładowa.

Charakterystyka obszaru badań

Analizę prowadzono w obrębie obecnych granic administracyjnych Krakowa. Pierwotne zbiorowiska roślinne badanego obszaru wykazywały dosyć znaczne zróżnicowanie, wynikające z niejednorodności abiotycznych warunków fizyczno-geograficznych (Kornaś, Medwecka-Kornaś 1974). Różnorodność środowiska geograficznego potwierdziły m.in. regionalizacja J. Kondrackiego (2009), według której Kraków leży w zasięgu aż sześciu mezoregionów, oraz podział fizyczno-geograficzny zaprezentowany przez M. Tyczyńską (1974), z pięcioma jednostkami wytyczonymi w obrębie miasta. Uwzględnienie obok warunków abiotycznych również charakteru szaty roślinnej pozwoliło na wyróżnienie na analizowanym obszarze czterech krain geobotanicznych: Kotlina Sandomierska, Wyzyna Krakowsko-Wieluńska, Kraina Miechowsko-Sandomierska i Karpaty Zachodnie (Szafer, Zarzycki 1972).

Uformowane ostatecznie w okresie subatlantyckim w wyniku naturalnej sukcesji zbiorowiska autogeniczne, stanowiące pierwotne kombinacje gatunków, nie dotrwały do czasów dzisiejszych. Szatę roślinną oraz warunki siedliskowe zaczął bowiem kształtować zupełnie nowy, nieznan dotąd czynnik – antropopresja. Na podstawie badań archeologicznych stwierdzono, że wraz z rozpowszechnieniem się na Ziemi Krakowskiej kultur neolitycznych rozpoczyna się kształtowanie krajobrazu antropogenicznego (Dubiel 1996). Od około 1000 lat temu przez okres rozwoju rolnictwa naturalnego i ośrodka miejskiego Krakowa, a dalej poprzez okres intensywnej chemizacji i industrializacji środowiska, ingerencje i skutki ludzkiej

działalności były tak poważne, iż pierwotne warunki siedliskowe i biocenoza zostały znacznie zaburzone (Kostrowicki 2005; Kornaś, Medwecka-Kornaś 1974). Uwzględniając elementy abiotyczne, najbardziej znacząca ingerencja dotyczyła stosunków wodnych oraz pokrywy glebowej. Obniżony został poziom wód gruntowych, a obszary podmokłe niemal na terenie całego miasta zostały osuszone (Pociask-Karteczka 1994). Najbardziej wyraziste stały się jednak bezpośrednie ingerencje w szatę roślinną. Wyniszczono lasy pierwotnie porastające obszar miasta. Na terenie Krakowa zachowały się tylko niewielkie i fragmentaryczne pozostałości przekształconych zbiorowisk autogenicznych.

Krajobrazy roślinne Krakowa

Zróznicowanie przestrzenne krajobrazów roślinnych Krakowa odzwierciedla układ urbanistyczny i strukturalno-funkcjonalny miasta oraz zróznicowanie charakteru i intensywności antropopresji. Największy obszar spośród wszystkich wyróżnionych na terenie Krakowa jednostek krajobrazów roślinnych zajmują krajobrazy wielkomiejskie ze sporadycznym udziałem roślinności oraz zieleni urządzona. Roślinność w centrum miasta oraz na obszarach o gęstej, typowo wielkomiejskiej zabudowie i w dzielnicach mieszkaniowych jest dosyć uboga. Jest to głównie tzw. zieleni urządzona, czyli roślinność bezpośrednio utworzona przez człowieka i przeważnie przezeń pielęgnowana. Są to m.in. parki miejskie, skwery, zieleńce, zieleni przyuliczna, zieleni cmentarzy oraz zieleni „blokowskie”. Do krajobrazów tego rodzaju zaliczono również tereny przemysłowe, gdzie udział roślinności jest znikomy, np. obszar należący do ArcelorMittal Poland S.A. (dawna Huta im. T. Sendzimira). Krajobrazy wielkomiejskie ze sporadycznym udziałem roślinności oraz zieleni urządzona obejmują obszary charakteryzujące się największą intensywnością antropopresji oraz spełniające typowo miejskie funkcje. Ich struktura stanowi zazwyczaj mozaikę elementów technicznych (infrastruktury) oraz roślinności o bezpośrednio antropogenicznej genezie.

Krajobrazy wielkomiejskie często przenikają się z ruderalnymi. Z tego względu wytyczenie granic pomiędzy nimi może sprawiać pewne trudności. Udział roślinności ruderalnej jest jednakże większy na obrzeżach Krakowa, gdzie zabudowa ma przeważnie charakter jednorodzinny. Spontanicznie powstające zbiorowiska

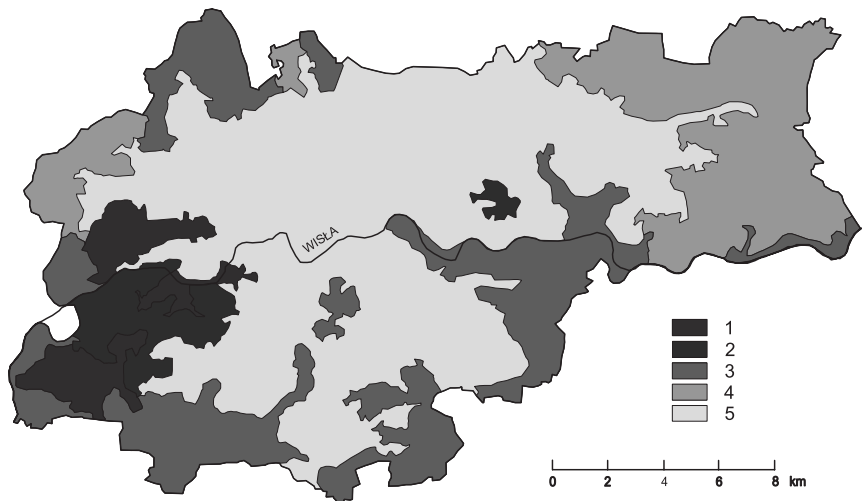
pojawiają się na obszarach, gdzie wcześniej już zaburzone zostało naturalne siedlisko i zaniechano w ostatnim czasie jakiegokolwiek działalności pielęgnacyjnej roślinności. Roślinność ruderalną mogą stanowić m.in. zarośla i zbiorowiska miejsc wydeptanych (tzw. roślinność dywanowa). Często są to obszary dawnych podkrakowskich wsi i dawnych użytków rolnych, gdzie spontanicznie w wyniku sukcesji wykształciły się zbiorowiska roślinne ugorów i odłogów. Znamienny jest zatem fakt, iż krajobrazy tego typu dominują na terenach stosunkowo niedawno przyłączonych do Krakowa (w 1973 r.), jak np. Sidzina, Opatkowice, Kosocice, Bieżanów i Tonie.

Również krajobrazy pól uprawnych w obrębie Krakowa występują głównie na obszarach wtedy włączonych w granice miasta. Zwłaszcza we wschodniej części miasta, obejmując m.in. Wywiąże, Wolice i Kościelniki. Ponadto krajobrazy te zostały stwierdzone również w rejonie Mydlnik i Olszanicy.

Znacznie mniejszą powierzchnię zajmują krajobrazy łąkowe i wodne, obejmujące zbiorowiska roślinności wodnej, bagiennej oraz łąk i pastwisk. Zbiorowiska te związane są głównie z doliną Wisły lub dolinami innych rzek. Występują one na terenach charakteryzujących się ograniczoną zabudową. Roślinność tego rodzaju na terenie Krakowa występuje obecnie fragmentarycznie, głównie w zachodniej części miasta – dzielnicy Dębniki, w tym okolicach Kostrz (ryc. 1).

Zachodnie i południowo-zachodnie części Krakowa odbiegają wyraźnie pod względem struktury krajobrazów roślinnych od reszty miasta. Oprócz krajobrazów łąkowych i wodnych, występują tam również krajobrazy leśne i zaroślowe oraz roślinności naskalnej. Ich domeną jest obecność zbiorowisk leśnych, tj. m.in. łęgów, grądów, buczyn, borów mieszanych, a także innych drzewostanów, zarośli oraz roślinności skał, muraw i wrzosowisk. Rzeźba zachodniej części miasta, tj. obecność izolowanych tektonicznych zrębów, skutecznie utrudniała rozwój infrastruktury miejskiej, co pozwoliło na zachowanie względnie dużych powierzchni leśnych i zadrzewionych. Największym leśnym obszarem na terenie Krakowa jest Las Wolski (4 km²) porastający Pasma Sowińca. Krajobrazy leśne, zaroślowe i roślinności naskalnej stwierdzono również na wschód od Tyńca, dawnej podkrakowskiej wsi, włączonej w granice miasta w 1973 roku.

Analiza zróżnicowania przestrzennego roślinności na poziomie ponadekosystemalnym Krakowa pozwala na dostrzeżenie prawidłowości związanych z rozwojem urbanistycznym miasta oraz związanych z warunkami środowiska fizycznego.



Ryc. 1. Krajobrazy roślinne Krakowa

Fig. 1. The vegetation landscapes of Cracow

Objaśnienia: 1 – krajobrazy leśne i zaroślowe oraz roślinności naskalnej, 2 – krajobrazy łąkowe i wodne, 3 – krajobrazy ruderalne, 4 – krajobrazy pól uprawnych 5 – krajobrazy wielkomiejskie ze sporadycznym udziałem roślinności i zieleni urządzonej

Explanations: 1 – forest, scrub and rock vegetation landscapes, 2 – meadow and aquatic landscapes, 3 – ruderal landscapes, 4 – field landscapes, 5 – the urban landscapes with sporadic vegetation and managed green space

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own work.

Antropogeniczne przemiany krajobrazów roślinnych

Zróżnicowanie warunków fizycznogeograficznych pozwoliło na wykształcenie się na obszarze dzisiejszego Krakowa zróżnicowanej pierwotnej roślinności na poziomie fitocenoz. J. Kornaś i A. Medwecka-Kornaś (1974) na mapie pierwotnego zróżnicowania siedlisk i zbiorowisk roślinnych wyróżnili sześć kompleksów, które otrzymały nazwę od dominujących w nich zbiorowisk pierwotnych: kompleksy

łęgów, grądów, ciepłych zarośli, buczyn, borów mieszanych i borów sosnowych. Pięć z nich posiada charakter leśny, zatem rozpatrując zróżnicowanie pierwotnej roślinności na poziomie krajobrazowym można stwierdzić, że na obszarze dzisiejszego Krakowa pierwotnie dominował krajobraz leśny. Obecnie krajobrazy tego typu (leśne i zaroślowe oraz roślinności naskalnej) występują jedynie fragmentarycznie i niemal wyłącznie w zachodniej części miasta.

Współczesna roślinność Krakowa całkowicie zatraciła swój pierwotny charakter; zarówno na poziomie ekosystemalnym, jak i ponadekosystemalnym została drastycznie przekształcona. Ze względu na fakt, że początki procesów miastotwórczych miały miejsce w dolinie Wisły, to właśnie ten obszar doznał najbardziej radykalnej zmiany krajobrazów roślinnych. Późniejszy rozwój okalających centrum osiedli mieszkalnych przyczynił się również do takich samych zmian w krajobrazie terenów położonych dalej od doliny Wisły. Najstarsze historycznie dzielnice Krakowa, włączone w granice miasta przed 1915 r., zajmują obecnie niemal wyłącznie krajobrazy wielkomiejskie ze sporadycznym udziałem roślinności i krajobrazy zieleni urządzonej. Natomiast tereny pozostające długi czas poza granicami miasta, dzięki odmiennemu charakterowi antropopresji, dłużej zachowały roślinność zbliżoną do naturalnej lub związaną z rolniczym użytkowaniem ziemi. Warto zwrócić uwagę, że zwłaszcza w dolinie Wisły pojawiła się roślinność wtórna o charakterze półnaturalnym, czyli łąki i pastwiska (Dubiel 1996; Kornaś, Medwecka-Kornaś 1974). Obecnie krajobrazy łąkowe zachowały się tylko fragmentarycznie, kurcząc się kosztem rozrastającego się krajobrazu wielkomiejskiego. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku większości dawnych pól uprawnych, których użytkowania zaniechano. Tereny te zostały zagospodarowane przez rozrastające się miasto, a część, w wyniku naturalnej sukcesji, zajęły zbiorowiska ruderalne.

Analizując stopień przekształcenia współczesnych krajobrazów roślinnych, możemy wyróżnić roślinność autogeniczną, czyli naturalną, oraz antropogeniczną, czyli półnaturalną, ruderalną, urządzonej i pola uprawne. Na obszarze Krakowa zdecydowanie dominuje ta druga, reprezentowana przez aż cztery z pięciu wyróżnionych krajobrazów roślinnych. Roślinność naturalną stanowią jedynie krajobrazy leśne i zaroślowe oraz roślinności naskalnej. Należy mieć jednakże na uwadze, że tej roślinności nie można już utożsamiać z pierwotną. Zbiorowiska pierwotne zostały bowiem całkowicie zniszczone na terenie miasta.

Wnioski

Wyróżnione na podstawie roślinności rzeczywistej jednostki ponadekosystemalne – krajobrazy roślinne, odzwierciedlają układ urbanistyczny Krakowa oraz nawiązują w swoim rozmieszczeniu do rozwoju przestrzennego miasta i zróżnicowania przestrzennego charakteru antropopresji. W wyniku rozwoju urbanistycznego krajobrazy leśne zostały niemal całkowicie wyniszczone utrzymując się jedynie na obszarach trudniej dostępnych dla miejskiej infrastruktury. Większość powierzchni Krakowa zajmują krajobrazy z dominującą roślinnością urządzoną i ruderalną. Porównując otrzymane wnioski z wynikami pracy A. Kozłowskiej (2001) dotyczącej Warszawy, musimy stwierdzić, że w przypadku Krakowa większe znaczenie dla kształtowania się krajobrazów roślinnych miały warunki środowiska fizyczno-geograficznego, zwłaszcza rzeźba terenu. Ukształtowanie terenu charakteryzuje się tu znacznie większą różnorodnością, niż na obszarze Warszawy. Szczególnie znaczenie ma obecność izolowanych zrębów skalnych. Za sprawą niesprzyjającego procesom urbanizacyjnym ukształtowania terenu zachodniej części miasta zaistniała tutaj możliwość zachowania krajobrazów leśnych.

Zaprezentowana mapa krajobrazów roślinnych, ze względu na znaczne rozdrobnienie roślinności rzeczywistej ma charakter poglądowy.

Bibliografia

- Dubiel E., 1996, *Kierunki antropogenicznych przemian szaty roślinnej doliny Wisły w Krakowie* [w:] B. Obrębska-Starkłowa, A. Jelonek (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego i procesy rozwojowe miasta Krakowa po II Wojnie Światowej*, Folia Geographica. Series Geographica-Physica, XXVI-XXVII, Wyd. PAN, Kraków, 139–148.
- Falińska K., 2004, *Ekologia roślin*, PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 2009, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
- Kornaś J., Medwecka-Kornaś A., 1974, *Szata roślinna Krakowa* [w:] M. Klimaszewski (red.), *Kraków – środowisko geograficzne*, Folia Geographica. Series Geographica-Physica, 8, 153–169.

- Kostrowicki A.S., 2005, *Świat żywy* [w:] A. Richling, K. Ostaszewska (red.), *Geografia fizyczna Polski*, Wyd. PWN, Warszawa, 245–292.
- Kostrowicki A.S., Plit J., Solon J., 1988, *Przekształcenie środowiska geograficznego* [w:] A.S. Kostrowicki (red.), *Studium geoekologiczne rejonu jezior wigierskich*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 147, 108–115.
- Kozłowska A., 2001, *Mapa roślinności warszawy w skali 1:10 000. Założenia teoretyczne, metoda wykonania i zastosowanie* [w:] B. Krawczyk, G. Węclawowicz (red.), *Badania środowiska fizycznogeograficznego aglomeracji warszawskiej*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 180, 107–119.
- Pociask-Karteczka J., 1994, *Przemiany stosunków wodnych na obszarze Krakowa* [w:] B. Obrębska-Starkłowa (red.), *Przemiany środowiska geograficznego Krakowa i ich skutki*, Zesz. Nauk UJ, Prace Geograficzne, 96, 7–53.
- Richling S., Solon J., 2011, *Ekologia krajobrazu*, Wyd. PWN, Warszawa.
- Szafer W., Zarzycki K. (red.), 1972, *Szata roślinna Polski*, 2, Wyd. PWN, Warszawa.
- Szponar A., 2003, *Fizjografia urbanistyczna*, Wyd. PWN, Warszawa.
- Tyczyńska M., 1974, *Jednostki fizyczno-geograficzne terytorium miasta Krakowa* [w:] M. Klimaszewski (red.), *Kraków – środowisko geograficzne*, Folia Geographica. Series Geographica-Physica, 8, 171–177.
- Wężyk P., Wańczyk R., 2008, *Implementacja dyrektywy inspire na przykładzie internetowego serwisu „mapa roślinności rzeczywistej miasta Krakowa”*, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 18, 673–683.

Strony internetowe

Mapa roślinności rzeczywistej Miasta Krakowa, <http://zielonykrakow.um.krakow.pl:280/rosl/pl/> (data dostępu: 10.09.2015).

