



Elżbieta Kobjek

Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej
E-mail: elzbieta.kobjek@geo.uni.lodz.pl



Wpływ wydm śródlądowych na ukształtowanie miejskich terenów zieleni na przykładzie wybranych miast środkowej Polski

The influence of inland dunes on the formation of urban green areas on the example of selected cities in central Poland

Zarys treści

Tereny zieleni są ważnym elementem w strukturze przestrzennej miasta. Niektóre formy rzeźby terenu miały duży wpływ na ich lokalizację i charakter, np. obszary zalewowe, torfowiska, stoki o dużym nachyleniu. W zasięgu wielu miast w nizinnej części Polski występują także liczne wydmy śródlądowe, które wyróżniają się piaszczystą budową, suchością podłoża i urozmaiconą rzeźbą. W artykule przedstawiono wpływ wydm śródlądowych na ukształtowanie systemu terenów zieleni w miastach. Wydmy śródlądowe w badanych miastach są porośnięte głównie przez lasy sosnowe. W zależności od położenia w przestrzeni miejskiej pełnią one różne funkcje, np. spacerowo-wypoczynkowe czy rekreacyjne. Wydmy wpływają także na układ terenów zieleni w miastach. Najczęściej kształtują układ plamowy i klinowy. Lasy sosnowe na wydmach nie są tak bogate biologicznie jak roślinność liściasta ukształtowana przez człowieka w parkach miejskich, ale są ważnym elementem systemu przyrodniczego miasta. Nie wymagają stosowania intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych, w tym podlewania, co w okresie zmian klimatu jest bardzo ważne. Dodatkowo roślinność jest dostosowana do warunków abiotycznych, czyli wykształcony jest specyficzny ekosystem. Jest to zgodne z proekologicznym trendem w zakresie akceptacji i kreowania naturalnego krajobrazu w mieście, w celu zwiększenia odporności środowiska miejskiego i poprawy jakości życia ludzi oraz innych gatunków.

Słowa kluczowe Wydmy śródlądowe, miasto, tereny zieleni, system przyrodniczy miasta, środkowa Polska.

Abstract

Green areas are important elements of the urban spatial structure. Some geomorphological forms had a great influence on the location and character of these areas, e.g. floodplains, peat bogs, steep slopes. Within the reach of many cities in the lowland part of Poland, there are numerous inland dunes, which are distinguished by their sandy structure, dryness of the ground and varied relief. The article presents the influence of inland dunes on the formation of green areas in cities. Inland dunes in the studied cities are covered mainly by pine forests. Depending on their location in the urban space, they perform various functions, e.g. for walking, rest or recreation. Dunes also affect the arrangement of green areas in cities. Most often they form a spot and wedge system. Pine forests in the dunes are not as biologically rich as deciduous vegetation shaped by man in city parks, but they are an important element of the urban natural system. They do not require intensive care treatments (economic aspect), including watering, which is very important in the period of climate change. Additionally, the vegetation is adapted to abiotic conditions, i.e. a specific ecosystem is developed. This is consistent with the pro-ecological trend of accepting and creating natural landscapes in the city, in order to increase the resilience of the urban environment and improve the quality of life of people and other species.

Keywords Inland dunes, city, green areas, urban natural system, central Poland.

1. Wprowadzenie

Każde miasto wpisane jest w konkretne warunki środowiska przyrodniczego, które w różny sposób wpływały na jego rozwój. Niektóre elementy środowiska abiotycznego, a szczególnie rzeźba terenu, budowa geologiczna i warunki wodne mają dużą trwałość i odporność na przekształcenia antropogeniczne, a tym samym oddziałują na rozwój przestrzenno-funkcjonalny miasta, przykładowo ograniczają jego formę zewnętrzną oraz ukierunkowują sposoby użytkowania (Stala 1978; Szponar 2003; Pancewicz 2004; Sanderson 2009; Petley 2010; Guarino, Nisio 2012; Di Martire i in. 2012). Tereny zieleni (takie jak parki, lasy miejskie lub zieleń nieurządzona) często zajmują

obszary nieprzydatne pod zabudowę, np. tereny zalewowe, podmokłe i torfowe oraz zbocza i stoki o dużym nachyleniu (Jakubowski 2015; Nita, Nita 2015). Poza formami powiązаныmi z warunkami hydrologicznymi, duży wpływ na rozmieszczenie i charakter terenów zieleni w miastach ma także suche środowisko wydm śródlądowych. Nie są one tak powszechne jak inne formy terenu, ale w miejscach ich występowania miały duży wpływ na formę użytkowania gruntów w mieście, a obecnie mogą sprostać nowym wymaganiom związanym z kształtowaniem systemu przyrodniczego miasta.

Wydmy śródlądowe występują głównie w nizinnej, środkowej części Polski i nadbudowują one terasy nadzalewowe w dużych dolinach rzecznych, sandry albo

wysoczyzny (np. Galon 1958; Manikowska 1985; Nowaczyk 1986; Twardy 2008). Są to formy o wysokościach względnych do 20–30 m, asymetryczne, o długich ramionach i zwykle wyraźnym, wysokim czole (Kobojek, Kobojek 2021). Stok zachodni jest najczęściej łagodniejszy, a wschodni stromy. Wydmy zbudowane są głównie z miększych serii piasków drobnoziarnistych i średnioziarnistych, które decydują o ukształtowaniu specyficznego ekosystemu. Skład mineralogiczny osadów wydmowych jest jednorodny, ponieważ zdecydowanie dominują ziarna kwarcu (80–90%). Bardzo mała zawartość części ilastych jest przyczyną niewielkiej pojemności sorpcyjnej i dużej przepuszczalności tych utworów. Poziom wód gruntowych położony jest zwykle głęboko, ale zależy od wysokości formy i charakteru osadów w podłożu. W związku z tym, piaski eoliczne, stanowią substrat, z którego powstają ubogie gleby bielicoziemne przy udziale borealnej roślinności leśnej. Gleby te zaliczane są do szczególnie wrażliwych i podatnych na erozję eoliczną oraz wodną.

Zmienia się podejście do terenów zieleni od długotrwałego prymatu funkcji estetycznych po stale rosnącą rolę funkcji ekologicznych (Czarnecki 1964; Brookes 1996; Czerwieniec, Lewińska 1996; Przewoźniak 2002, 2005; Kaliszuk 2005; Szulczewska, Kaliszuk 2005; Zimny 2005; Łukasiewicz, Łukasiewicz 2006; Haber, Urbański 2010; Endlicher 2011; Korzeniak, Słysz 2011; Kłopotowski 2016). W opracowaniach planistycznych zaczęto nawiązywać do zasad: zachowania bioróżnorodności, zgodności między środowiskiem biotycznym i abiotycznym (warunkami siedliskowymi) oraz zachowania i przywracania ciągłości ekosystemów. Funkcje środowiskotwórcze, fitomelioracyjne, ochronne stają się równie ważne, jak dekoracyjne i rekreacyjne. Dodatkowo forma terenu postrzegana była jako nowa forma dziedzictwa związanego z rozwojem i krajobrazem miejskim oraz mająca wpływ na przyrodę w mieście. Analizowany jest wpływ elementów abiotycznych na relacje miasto–krajobraz przyrodniczy (Portal, Kerguillec 2018).

Chcąc sprostać wymogom wynikającym z pełnienia funkcji ekologicznej, projektanci nowych terenów zieleni w miastach, coraz częściej nawiązują do stylu naturalistycznego. Głównym celem jest odzwierciedlenie zbiorowisk naturalnych, czyli zastosowanie rodzimych gatunków roślin, odpowiednich do siedliska, wykorzystanie różnych typów zbiorowisk roślinnych, tj. leśnej, trawiastej, wodnej (Kowarik 2005; Bożętka 2008). Preferowane są formy, materiały i technologie związane z tożsamością kulturową i tradycją lokalną, doceniana jest oszczędność materiału i energii, wykluczane jest użycie substancji szkodliwych dla środowiska (Fuad-Luke 2004; Jakubowski 2015). Ponadto na obszarach tych ogranicza się stosowanie intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych.

Aby pozostawać w duchu tendencji ekologicznych i proprzyrodniczych w miastach, nie zawsze konieczne jest zakładanie parków nowej generacji określanych jako „miejskiej przyrody”, „naturalnej sukcesji” lub „ekologicznych” (Jakubowski 2015). Świadome i odpowiednie wykorzystanie istniejącego potencjału terenów zieleni

może stanowić istotny element rewitalizacji przyrodniczej miasta. W warunkach zmian klimatu ważne mogą okazać się geomorfologiczne uwarunkowania lokalizacji terenów zieleni i zgodność roślinności z siedliskiem.

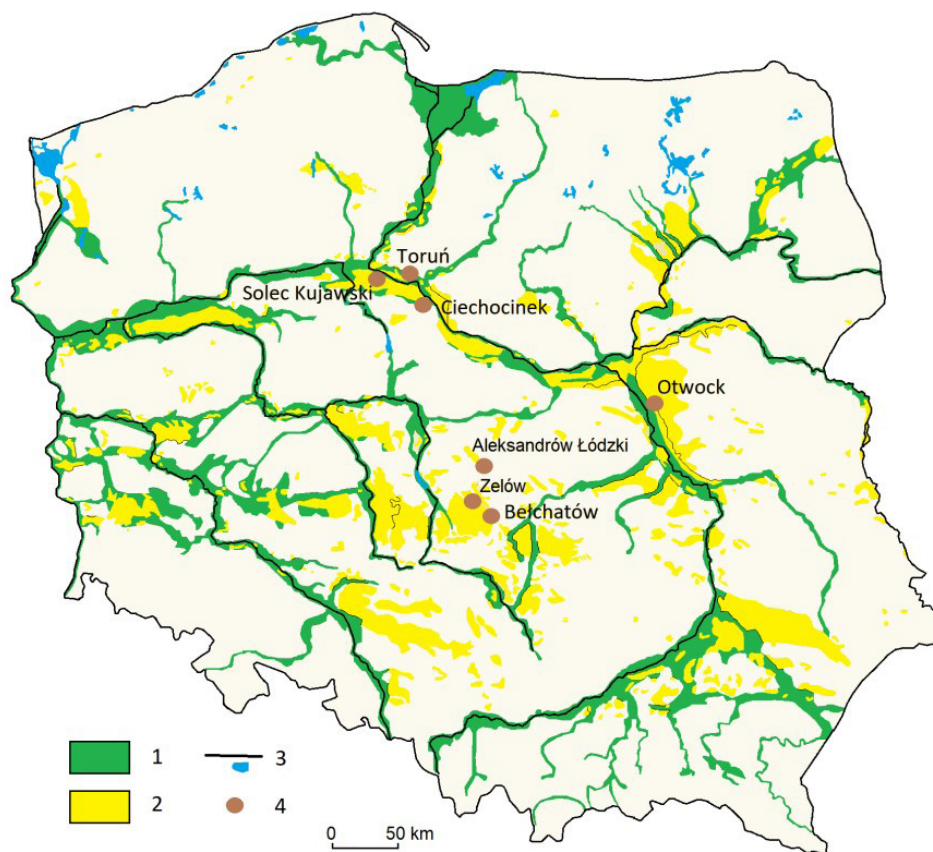
Niewiele jest opracowań wskazujących na rolę wydm śródlądowych w ukształtowaniu przestrzenno-strukturalnym miast i układów systemów zieleni. Nawet w opracowaniach ekofizjograficznych miast, w obrębie których występują wydmy, nie ma wielu informacji na ich temat. Celem artykułu jest przedstawienie wpływu wydm śródlądowych i ich środowiska na ukształtowanie systemu i charakteru terenów zieleni w mieście. W pracy oceniono funkcje lasów na wydmach w zależności od wielkości miasta oraz wskazano ich znaczenie w warunkach zmian klimatu.

Badania przeprowadzono w siedmiu wybranych miastach położonych w środkowej Polsce (rys. 1). Miasta różnią się położeniem fizycznogeograficznym, wielkością pól wydmowych, liczbą mieszkańców, zajmowaną powierzchnią i pełnionymi funkcjami. Ze względu na położenie fizycznogeograficzne można wskazać dwie główne grupy miast. Pierwsza z nich, złożona z czterech miast, grupuje miasta położone w dolinie Wisły na terasach nadzalewowych. W Kotlinie Toruńskiej położone są: Solec Kujawski, Toruń i Ciechocinek. W Dolinie Środkowej Wisły rozwinął się Otwock, przy czym wschodnia część tego miasta sięga już na Równinę Garwolińską. Druga grupa miast położona jest generalnie na obszarach wysoczyznowych w regionie łódzkim: Bełchatów w obrębie Wysoczyzny Bełchatowskiej, a Żelów i Aleksandrów Łódzki na Wysoczyźnie Łaskiej (Kondracki 1998). Każde z miast ma nieco odmienne położenie topograficzne i geomorfologiczne (dno doliny, terasy nadzalewowe, wysoczyzna), ale we wszystkich z nich występują wydmy śródlądowe o wysokości względnej od 3–5 m do ponad 20 m.

Do dużych analizowanych miast należy Toruń (195,69 tys. mieszkańców), do średnich Bełchatów (52,85 tys.), Otwock (44,09 tys.) i Aleksandrów Łódzki (22,09 tys.), a do małych: Solec Kujawski (15,34 tys.), Ciechocinek (10,26 tys.) i Żelów (7,15 tys.). Dwa z miast mają status uzdrowisk (Ciechocinek i Otwock), a dwa kolejne promują się jako miasta zieleni (Toruń i Bełchatów).

2. Źródła informacji i metody badań

W pierwszym etapie badań wyznaczono położenie i zasięg obszarów wydmowych oraz pojedynczych wydm śródlądowych w obecnych granicach badanych miast na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Wykorzystano dziewięć arkuszy map: Bydgoszcz Wschód (Kozłowska, Kozłowski 1992), Rzekowo (Wrotek 1988), Toruń (Molewski, Weckwerth 2018), Aleksandrów Kujawski (Jeziński 2000), Ciechocinek (Łyczewska 1975), Otwock (Baraniecka 1975), Łódź Zachód (Różycki, Kluczyński 1966), Żelów (Baliński, Gawlik 1985), Bełchatów (Ziomek 1992). Następnie analizowano mapy topograficzne w skali 1:10 000 i 1:5 000 w celu szczegółowego wyznaczenia położenia wydm i ich



Rys. 1. Położenie badanych miast na tle głównych pól wydmywowych w Polsce

1 – dna ważniejszych dolin rzecznych, 2 – pola piasków eolicznych i wydmy śródlądowych, 3 – sieć rzeczna i wody powierzchniowe, 4 – badane miasta (oprac. na podstawie Galon, 1958)

Fig. 1. Location of the studied cities against the background of the main dune fields in Poland

1 – bottoms of major river valleys, 2 – fields of aeolian sands and inland dunes, 3 – river network and surface waters, 4 – studied cities (adapted from Galon, 1958)

cech morfologicznych. Określono także ich kształt, rozmiary oraz wysokości względne. Wyznaczony zasięg pól wydmywowych lub pojedynczych wydmy został następnie skorelowany z obecnym użytkowaniem i zagospodarowaniem. W tym celu wykorzystano treści miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, mapy dostępne w serwisie Google Maps oraz przeprowadzono badania terenowe. Szczególną uwagę skupiono na rozmieszczeniu i zasięgu większych terenów zieleni (parki miejskie, lasy w strefie peryferyjnej, zieleń nieurządzona, ogrody działkowe).

W kolejnym etapie określono pozycję lasów na wydmych w systemie terenów zieleni w mieście. Analizowano także formy użytkowania terenu występujące w bezpośrednim sąsiedztwie miast w celu wskazania możliwości tworzenia połączeń elementów przyrodniczych w mieście z terenami pozamiejskimi.

Analizowano dostępne mapy z XX wieku w celu wskazania zmian w użytkowaniu pól wydmywowych. Na podstawie literatury starano się określić skalę przekształceń form wydmywowych w wyniku rozwoju przestrzennego miast w ostatnich 100 latach. Dokonano kwerendy dokumentów planistycznych, zawartości stron internetowych miast i informatorów turystycznych pod kątem informa-

cji mogących mieć jakikolwiek związek z użytkowaniem, wykorzystaniem wypoczynkowo-rekreacyjnym, a nawet promowaniem wydmy śródlądowych. Dodatkowo przeprowadzono obserwacje uczestniczące i wywiady swobodne z osobami przebywającymi w lasach na wydmych we wszystkich badanych miastach.

3. Wydmy śródlądowe w przestrzeni analizowanych miast i formy ich użytkowania

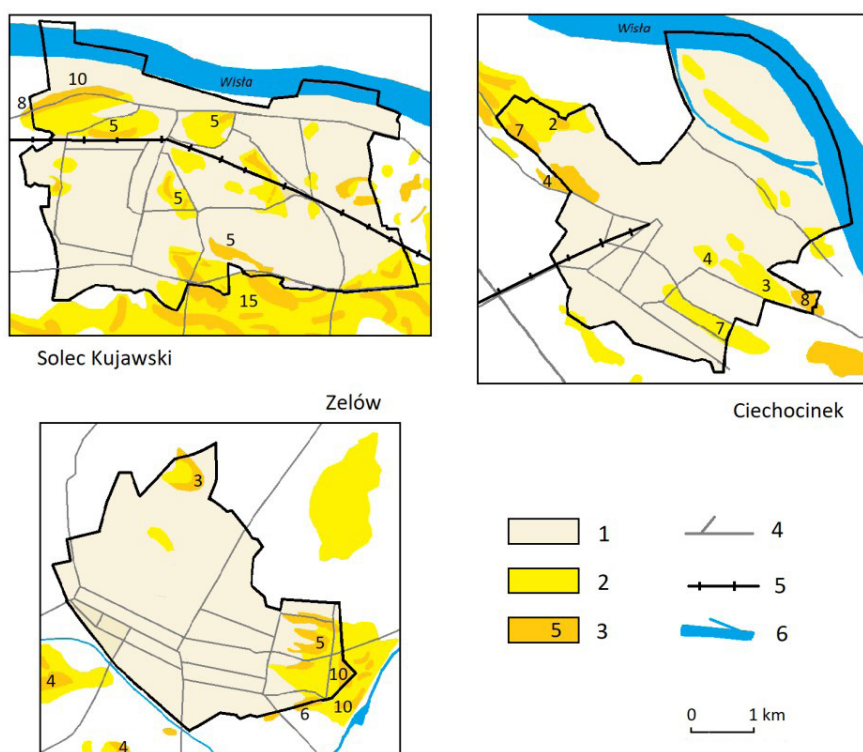
Na strukturę przestrzenną miast (zwartość, rozproszenie) oraz kierunki użytkowania ziemi wpływają obszary o niekorzystnych warunkach do zabudowy. Tereny te warunkują, a czasem wymuszają przebieg systemów otwartych i jednocześnie dzielą obszary do zabudowy na mniejsze jednostki przestrzenne. W analizowanych miastach taką rolę pełnią, poza dnami dolin rzecznych, także wydmy śródlądowe. Morfologia form wydmywowych jest bardzo bogata, chociaż najczęściej występują dwa zasadnicze typy: wydmy wałowe i parabole z całą gamą form pośrednich o wysokości względnej do 20 m, najczęściej ok. 5 m. W centralnych częściach miast wydmy nie zachowały wszystkich swoich elementów rzeźby. Często mają znisz-

czone stoki dystalne, nieco złagodzone kształty i są niższe niż w obszarach pozamiejskich w wyniku antropopresji. Piaski eoliczne, o ile występują jako utwory pokrywowe lub niskie wydmy, są stosunkowo dobrym gruntem budowlanym. Wydmy średniej wysokości w obrębie centralnych części miast zostały miejscami splantowane i posłużyły pod budowę domów lub dróg. Wydmy wysokie, które posiadają zdecydowanie niekorzystne warunki do zabudowy, z uwagi na ich cechy morfometryczne oraz podatność na procesy eoliczne, zachowały się stosunkowo najlepiej.

W przypadku trzech analizowanych małych miast, najwięcej wydm występuje w granicach i sąsiedztwie Solca Kujawskiego (rys. 2). Są to wydmy paraboliczne i wałowe położone na dwóch terasach nadzalewowych (Tomczak 1989; Weckwerth 2010). Najwyższa wydma (8–10 m wysokości względnej) w północno-zachodniej części miasta oddziela tereny zabudowane od terasy zalewowej Wisły. Jest ona w przewadze zalesiona, ale jej północne ramię wykorzystano do lokalizacji ważnej drogi (rys. 3). Na niższych partiach tej wydmy rozwija się luźna zabudowa jednorodzinna. Na wschód od zwartej zabudowy miejskiej wydmy są niższe (do 5 m wysokości), rozproszone i często przekształcone antropogenicznie, ale także zajęte przez lasy sosnowe. Park Jurajski, jedna z atrakcji miasta, został utworzony w obrębie niższej części wydmy. Tereny zieleni w mieście (lasy lub roślinność trawiastą z różnymi sku-

pieniami drzew) pokrywają się z zasięgiem wydm, a lasy sosnowe Puszczy Bydgoskiej zamykają przestrzeń miejską od południa. Nawet przebieg głównej drogi w południowej części miasta dopasowany jest do układu tego pola wydowego, objętego ochroną w ramach Obszaru Chronionego Krajobrazu Wydmy Kotliny Toruńsko-Bydgoskiej.

Zdecydowanie trudniejsze warunki pod zabudowę występują w Ciechocinku, także położonym w dolinie Wisły. Miasto rozwinęło się w dużym stopniu na nadsypanej antropogenicznie dawnej terasie zalewowej oraz na niższej terasie nadzalewowej (Tomczak 1989; Weckwerth 2010). Naturalne, dolinne, wilgotne podłoże jest słabym gruntem budowlanym, dlatego suche obszary niskich wydm (3–4 m wysokości) zajęte zostały pod zabudowę mieszkaniową. Wydmy o maksymalnej wysokości 7–8 m położone na zewnątrz najstarszej części miasta pokrywa las. Ciechocinek jest uzdrowiskiem rozwiniętym głównie na bazie wód solankowych. Ważną cechą strefy A w każdym uzdrowisku jest duży udział zieleni i tak jest też w Ciechocinku, ponieważ zajmuje ona aż 79% tej powierzchni. Jednak w części zdrojowej dominuje bogata zieleń ukształtowana przez człowieka. Spośród trzech parków, tylko Park Sosnowy jest położony na wydmie, a obszar ten został przyłączony do miasta w 1850 r. Już pod koniec XIX wieku posadzono tam dwuletnie sadzonki sosny pospolitej (Gadomska, Wasyliak 2018).

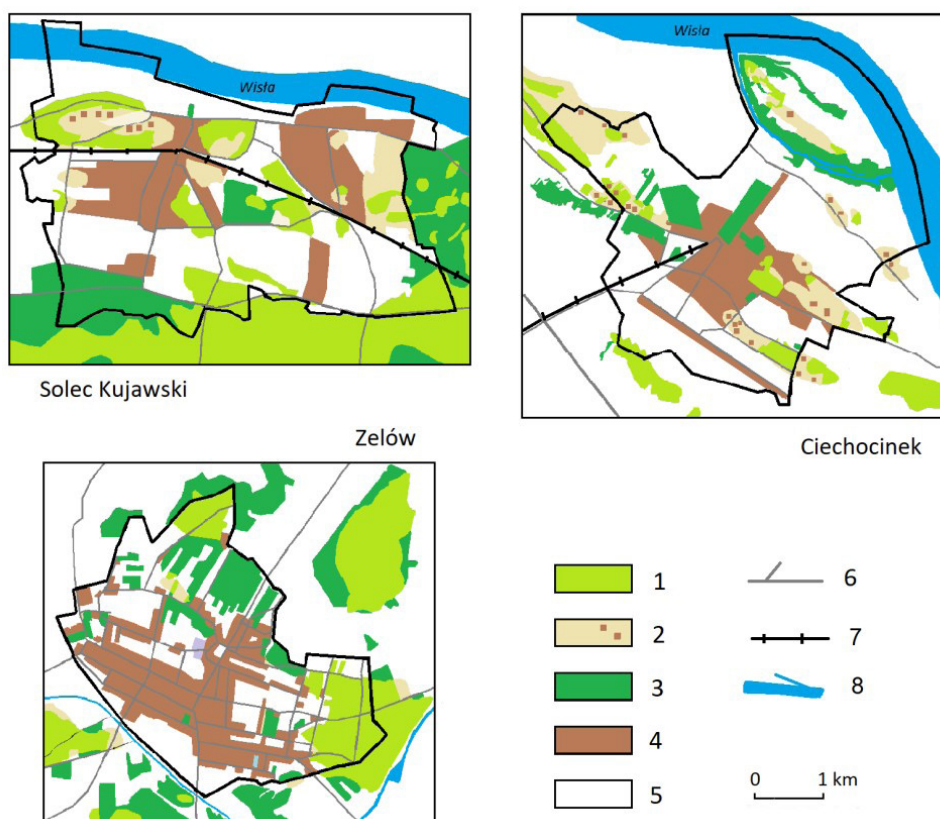


Rys. 2. Rozmieszczenie wydm w obrębie małych miast

1 – obszar miasta, 2 – pola piasków eolicznych z wydmami, 3 – wyraźne wydmy śródlądowe z podaną maksymalną wysokością względną w metrach, 4 – wybrane ulice, 5 – linia kolejowa, 6 – główna sieć rzeczna (oprac. własne na podstawie map geologicznych w skali 1:50 000: Kozłowska, Kozłowski, 1992; Wrotek, 1988; Łyczewska, 1975; Baliński, Gawlik, 1985)

Fig. 2. Distribution of dunes within small towns

1 – city area, 2 – aeolian sand fields with dunes, 3 – distinct inland dunes with the maximum relative height given in meters, 4 – selected streets, 5 – railway line, 6 – main river network (own study based on geological maps on a scale of 1:50,000: Kozłowska, Kozłowski, 1992; Wrotek, 1988; Łyczewska, 1975; Baliński, Gawlik, 1985)



Rys. 3. Formy użytkowania pól wydmych w małych miastach

1 – las na wydmach i polach piasków eolicznych, 2 – inne formy użytkowania wydm, w tym zarośla, pola i zabudowa rozproszona, 3 – lasy na innym niż eolicznym podłożu, 4 – ważniejsze obszary zabudowane, 5 – inne formy użytkowania gruntów, 6 – wybrane ulice, 7 – linia kolejowa, 8 – główna sieć rzeczna (oprac. własne)

Fig. 3. Forms of use of dune fields in small towns

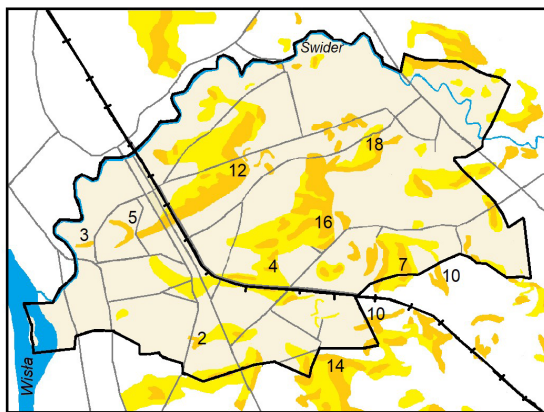
1 – forest on aeolian dunes and sand fields, 2 – other forms of dune use, including thickets, fields and scattered buildings, 3 – forests on non-aeolian ground, 4 – more important built-up areas, 5 – other forms of land use, 6 – selected streets, 7 – railway line, 8 – main river network (own study)

Zelów położony jest na wysoczyźnie zbudowanej głównie z piasków wodnolodowcowych i częściowo gliny zwałowej (Baliński, Gawlik 1985). Są to stosunkowo dobre grunty pod zabudowę. Zalesione wydmy występują na obrzeżach miasta (rys. 3). We wschodniej jego części najwyższe pole wydmy tworzy zwarty obszar i łączy się z doliną rzeczną oraz sztucznym zbiornikiem wodnym wykorzystywanym także w celach rekreacyjnych. Stok wydm sąsiaduje z brzegiem zbiornika, a piaski tworzą naturalną plażę.

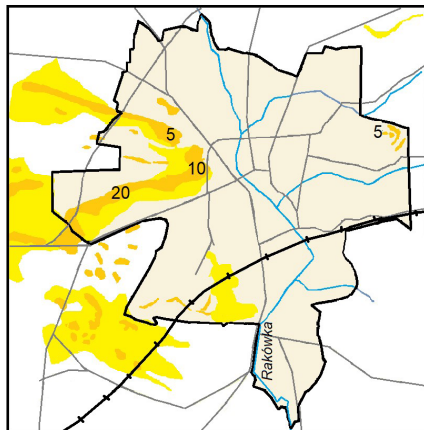
Wśród średnich analizowanych miast najmniejszą powierzchnię ma Aleksandrów Łódzki, który położony jest na wysoczyźnie zbudowanej w przewadze z gliny zwałowej i piasków wodnolodowcowych, tylko miejscami nadbudowanej przez wydmy śródlądowe (rys. 4). Wydmy do 8 m wysokości w zachodniej części miasta są zalesione, a las tworzy zwarty obszar, ponieważ zajmuje także wilgotniejsze obszary w ich sąsiedztwie (rys. 5). Las rośnie także na nieco niższych wydmach w południowej części miasta, ale w ich bezpośrednim sąsiedztwie rozwija się bardzo intensywnie zabudowa jednorodzinna. Tylko niskie obszary wydmy w centrum miasta zostały częściowo splantowane i zajęte są przez ogródki działkowe

oraz tereny sportowe. Tereny zieleni wysokiej w mieście pokrywają się dokładnie z zasięgiem wydm.

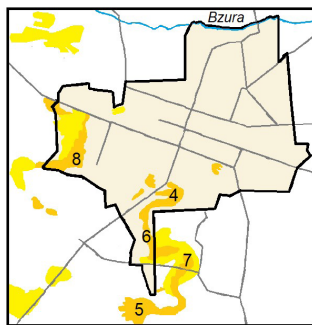
Bełchatów położony jest na wysoczyźnie zbudowanej w północno-wschodniej części z gliny zwałowej, a w południowo-zachodniej z piasków wodnolodowcowych nadbudowanych wydmy. Wysoczyzna rozcięta jest przez małą i płytką dolinę rzeczną. Na zachód od miasta występują rozległe, największe w województwie łódzkim, powierzchnie nadbudowane przez wydmy śródlądowe. Wysoka wydma (25 m) wkracza od zachodu do miasta i sięga prawie do jego centrum. Południowe ramie ma około 5 km długości. Układ głównych ulic w tej części miasta bardzo silnie nawiązuje do zasięgu formy. Wydmy są głównie zalesione, ale od południa coraz mocniej wkracza luźna zabudowa jednorodzinna. Z kolei czoło wydm, położone w centrum miasta, było w przeszłości miejscem eksploatacji piasku, a obecnie zajęte jest pod zabudowę usługową i cmentarz. Mniej wyraźne morfologicznie wydmy występują w południowo zachodniej części miasta, ale także tutaj są one zalesione. Nawet drobne formy wydmy występujące w północno wschodniej części miasta porasta las.



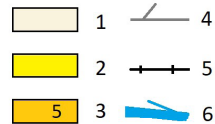
Otwock



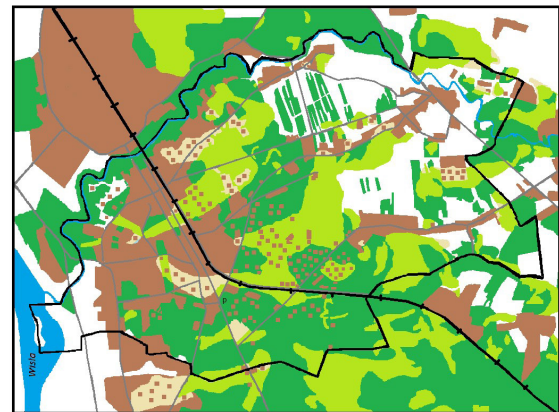
Bełchatów



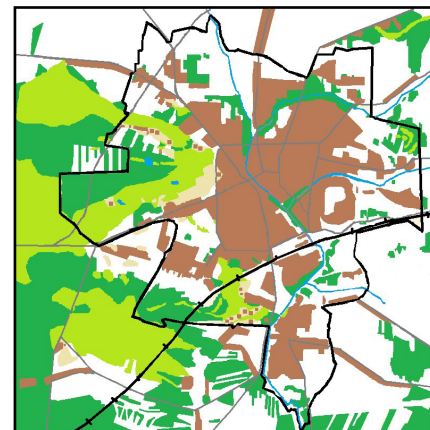
Aleksandrów Łódzki



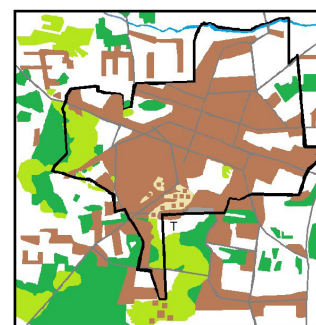
0 1 km



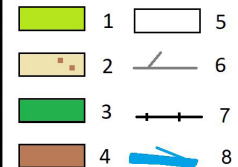
Otwock



Bełchatów



Aleksandrów Łódzki



0 1 km

Rys. 4. Rozmieszczenie wydm w obrębie średnich miast
1 – obszar miasta, 2 – pola piasków eolicznych z wydmami, 3 – wyraźne wydmy śródlądowe z podaną maksymalną wysokością względną w metrach, 4 – wybrane ulice, 5 – linia kolejowa, 6 – główna sieć rzeczna (oprac. własne na podstawie map geologicznych w skali 1:50,000: Baraniecka, 1975; Różycki, Kluczyński, 1966; Ziomek, 1992)

Fig. 4. Distribution of dunes within medium-sized cities
1 – city area, 2 – aeolian sand fields with dunes, 3 – distinct inland dunes with the maximum relative height given in meters, 4 – selected streets, 5 – railway line, 6 – main river network (own study based on geological maps on a scale of 1:50,000: Baraniecka, 1975; Różycki, Kluczyński, 1966; Ziomek, 1992)

Odmienne uklad mają wydmy śródlądowe w Otwocku (rys. 4). W obrębie miasta dominują szerokie terasy nadzalewowe Wisły nadbudowane licznymi formami eolicznymi o różnych wysokościach, występującymi pojedynczo lub w zespołach (Baraniecka 1982). Dlatego zalesione wydmy mają duży wpływ na strukturę miasta. Zwarta zabudowa występuje w zachodniej jego części, tam gdzie form wydmowych jest najmniej i są najniższe.

Rys. 5. Formy użytkowania wydm w obrębie średnich miast
1 – las na wydmach i polach piasków eolicznych, 2 – inne formy użytkowania wydm, w tym zarośla, pola i zabudowa rozproszona, 3 – lasy na innym niż eolicznym podłożu, 4 – ważniejsze obszary zabudowane, 5 – inne formy użytkowania gruntów, 6 – wybrane ulice, 7 – linia kolejowa, 8 – główna sieć rzeczna (oprac. własne)

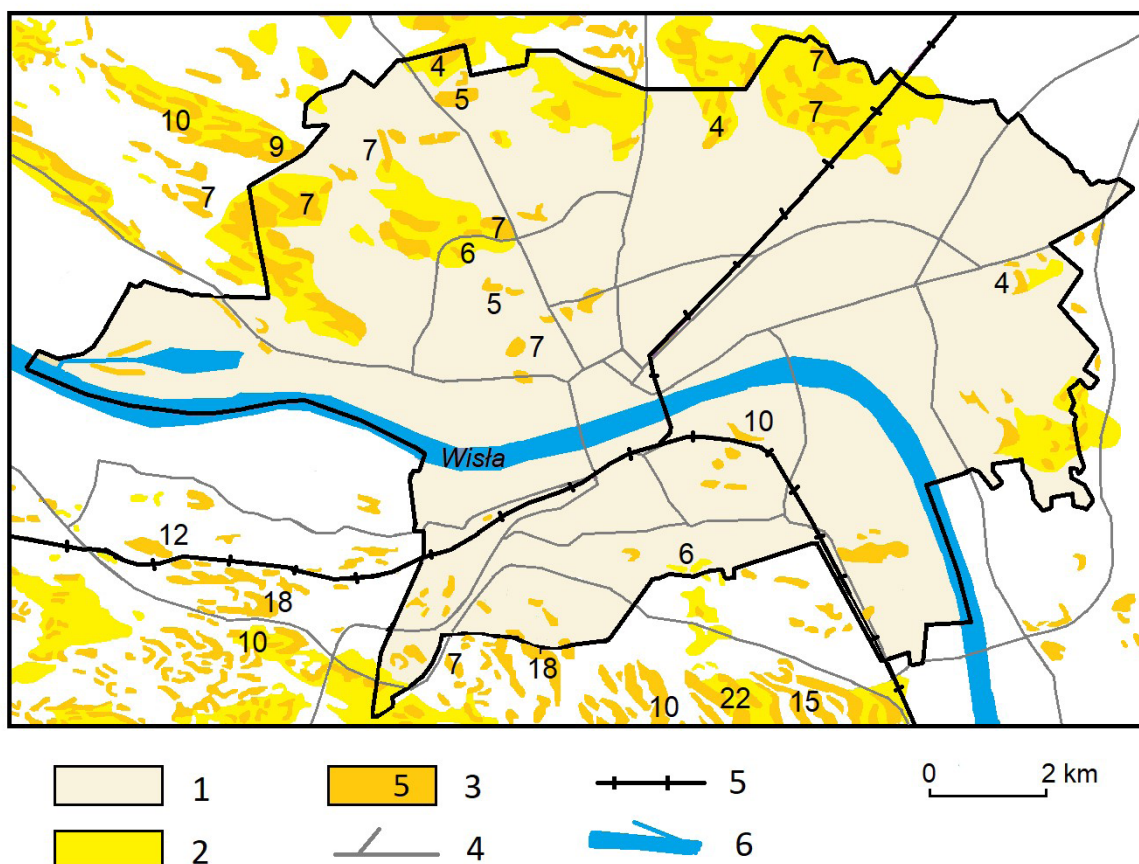
Fig. 5. Forms of dune use within medium-sized cities
1 – forest on aeolian dunes and sand fields, 2 – other forms of dune use, including thickets, fields and scattered buildings, 3 – forests on non-aeolian ground, 4 – more important built-up areas, 5 – other forms of land use, 6 – selected streets, 7 – railway line, 8 – main river network (own study)

W częściach środkowej, wschodniej i południowej miasta duże nagromadzenie wydm i zagłębień deflacyjnych rozбивa tę zwartość i spójność. W środkowej części miasta występują najwyższe wydmy sięgające 18–16 m wysokości względnej. Są to wyraźne, duże formy (paraboliczne, wałowe podłużne i poprzeczne, a także o kształcie nieregularnym) o układzie rozproszonym. Wszystkie wydmy są obecnie zajęte przez las, chociaż sadzony dopiero

w latach 30. XX w. Takie warunki geomorfologiczne stanowią o braku spójności struktury przestrzennej miasta. Sugerują one równocześnie, wynikające z uwarunkowań przyrodniczych, odpowiednie funkcje miejskich jednostek osadniczych: mieszkaniową, uzdrowiskową i rekreacyjną. Rozwój uzdrowiska i funkcji wypoczynkowej datowany jest na okres międzywojenny w XX wieku. Na grzbietach wysokich wydm ulokowano zabudowę o charakterze leczniczo-uzdrowiskowym. Ogólnie działki w południowej i częściowo środkowej części miasta mają duże powierzchnie (do 5 tys. m²), które w 80–90% są biologicznie czynne – dominują drzewostany sosnowe. Na obszarach wydmowych występują strefy przyrodniczo-mieszkaniowe (w centrum miasta) oraz strefy przyrodniczo-wypoczynkowe (na obrzeżach miasta). Duża podatność piaszczystego podłoża na erozję narzuca wyjątkowy reżim przy zagospodarowaniu i wykorzystaniu tych terenów, co podkreślone jest w opracowaniach planistycznych.

Największym badanym miastem z dużym udziałem wydm był Toruń (rys. 6). Formy te dominują w północno-zachodniej oraz północnej części miasta i z tego kierunku „wchodzą” do jego centrum. Także w południowej

części występują wydmy, które łączą się z pasem wydmowym położonym już poza granicami miasta, a należącym do największego pola wydmowego w pradolinie Wisły. Akumulacyjne terasy rzeczne i występujące w różnych częściach miasta kompleksy wydm są najbardziej charakterystycznymi, urozmaicającymi krajobraz elementami rzeźby. Występują przede wszystkim wydmy poprzeczne, rzadziej paraboliczne lub podłużne o wysokościach od kilku do prawie 20 m. Piaszki wydmowe były eksploatowane, dlatego wiele form jest mocno przekształconych. Także wydmy występujące w sąsiedztwie zespołu staromiejskiego zostały zniwelowane (Molewski 2015). Zdecydowana większość wydm jest pokryta lasem sosnowym, ale jeszcze w latach 60. XX w. opisywano rozwiewane piaszki w obrębie odsłoniętych powierzchni (Passendorfer, Wilczyński 1961). Także w pierwszej połowie XVIII w. wycięcie lasów spowodowało uaktywnienie procesów eolicznych (Biskup 1998). Obecnie miasto niemal ze wszystkich stron otaczają lasy, ale o jego „zielonym charakterze” decydują, poza lasami na wydmach, niewątpliwie tereny zieleni urządzonej (w tym pasy dawnych umocnień i fortyfikacji) oraz różne formy zieleni przyrodnej (rys. 7).

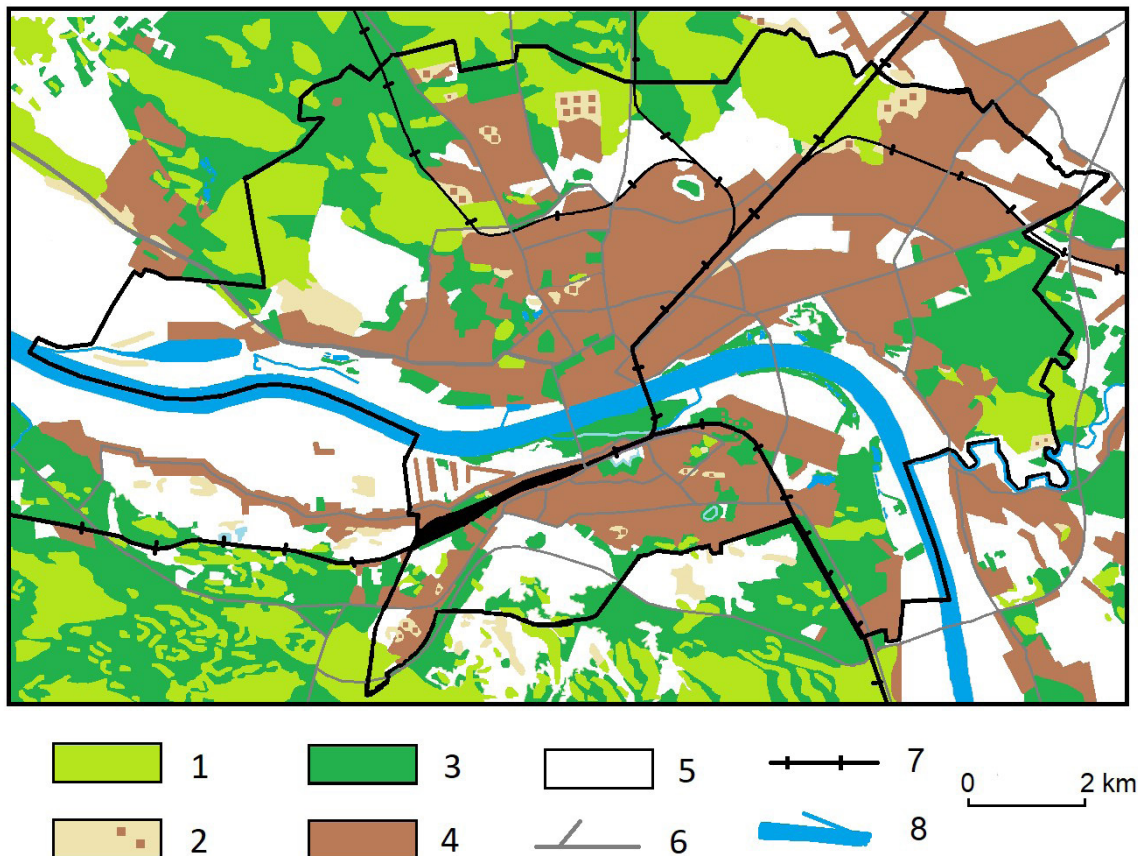


Ryc. 6. Rozmieszczenie wydm w obrębie Torunia

1 – obszar miasta, 2 – pola piaszków eolicznych z wydmami, 3 – wyraźne wydmy śródlądowe z podaną maksymalną wysokością względną w metrach, 4 – wybrane ulice, 5 – linia kolejowa, 6 – główna sieć rzeczna (oprac. własne na podstawie map geologicznych w skali 1:50 000; Molewski, Weckwerth, 2018; Jezierski, 2000)

Fig. 6. Distribution of dunes within Toruń

1 – city area, 2 – aeolian sand fields with dunes, 3 – distinct inland dunes with the maximum relative height given in meters, 4 – selected streets, 5 – railway line, 6 – main river network (own study based on geological maps on a scale of 1:50,000; Molewski, Weckwerth, 2018; Jezierski, 2000)



Ryc. 7. Formy użytkowania powierzchni wydmych w Toruniu

1 – las na wydmach i polach piasków eolicznych, 2 – inne formy użytkowania wydmy, w tym zarośla, pola i zabudowa rozproszona, 3 – lasy na innym niż eolicznym podłożu, 4 – ważniejsze obszary zabudowane, 5 – inne formy użytkowania gruntów, 6 – wybrane ulice, 7 – linia kolejowa, 8 – główna sieć rzeczna (oprac. własne)

Fig. 7. Forms of use of dune surfaces in Toruń

1 – forest on aeolian dunes and sand fields, 2 – other forms of dune use, including thickets, fields and scattered buildings, 3 – forests on non-aeolian ground, 4 – more important built-up areas, 5 – other forms of land use, 6 – selected streets, 7 – railway line, 8 – main river network (own study)

W centrum miasta część wałów wydmych jest zalesiona, ale w obrębie drugiej niezalesionej części w latach 50 i 60. XX w. powstał duży kompleks sportowo-rekreacyjny. W północno zachodnim fragmencie miasta osiedla domów jednorodzinnych rozdzielają lasy na wydmach. Zabudowa jednorodzinna na osiedlu Wrzosa należy do najatrakcyjniejszych w Toruniu (Gierańczyk 2006). O tej atrakcyjności zdecydowały walory lokalizacyjne. Zabudowa z lat 70. XX w. zajęła obszary śródlądowe (las na wydmych) wywołujące poczucie zamieszkania poza miastem, chociaż do centrum jest mniej niż 2 km. Niektóre osiedla wybudowane w drugiej połowie XX w. (np. miasteczko uniwersyteckie) zajmują nie tylko powierzchnie pomiędzy wydmy, ale także niższe części pól wydmych. Największy las w północno zachodnim fragmencie miasta zwanym „Barbarką” w przeważającej części pokrywa pola wydmy. Południowe granice miasta sąsiadują z rozległym pasem wydmych o szerokości ok. 10 km i długości 50 km wzdłuż południowej krawędzi Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej. Cały ten teren pokryty jest lasem sosnowym i objęty ochroną w ramach „Obszaru Chronionego Krajobrazu Wydmych na południe od Torunia”.

4. Lasy na wydmych w analizowanych miastach

4.1. Lasy sosnowe w układzie terenów zieleni

Układy zieleni w miastach wynikają z uwarunkowań przyrodniczych, historycznych i planistycznych. Do najczęściej wyróżnianych układów należą: pierścieniowe, plamowe, promieniste, kombinowane, pasmowo-krzyżowe czy naturalne (Haber, Urbański 2010). Formami geomorfologicznymi w największym stopniu wpływającymi na układ zieleni są dna dolin rzecznych, ale w analizowanych miastach należą do nich także wydmy śródlądowe. W małych miastach występowanie terenów zieleni wysokiej jest mocno powiązane z wydmy, a lasy pozostały tylko na wydmych, np. w Aleksandrowie Łódzkim, Zelowie, Solcu Kujawskim. W centralnych częściach analizowanych większych miast przeważają tereny zieleni nasadzonej, ale zachowały się także lasy sosnowe na wydmych. Z kolei na obrzeżach tych miast lasy na wydmych dominują i łączą się z lasami w ich sąsiedztwie.

Rozmieszczenie zalesionych wydmy ma duży wpływ na układ zieleni w miastach – są to uwarunkowania zde-

cydowanie fizjograficzne. W większości miast dominuje układ plamowy zieleni (tereny zieleni występują w różnych częściach miasta i nie są ze sobą powiązane), który może sugerować przypadkową lokalizację zieleni, nawet blisko historycznego centrum. Jednak dokładniejsza analiza pozwala stwierdzić, że parki leśne pokrywają się z najwyższymi częściami pól wydmy, jak np. w Toruniu. W centrum miast pojedyncze obiekty (parki miejskie, parki osiedlowe) są często przestrzennie izolowane. Dynamiczna rozbudowa miast w XX w. nie sprzyjała planowaniu terenów zieleni, ale wyższe wydmy nie były przydatne pod zabudowę i obecnie tworzą tereny leśne.

Lasy w terenach podmiejskich często łączą się z lasami miejskimi poprzez rozległe pola wydmy. Taki wyraźny układ klinowy charakterystyczny jest dla Bełchatowa. Leśny klin w zachodniej części miasta pokrywa się z wysoką wydumą i sięga aż do centrum (rys. 4). Dodatkowo łączy się z ogromnym polem wydmy sąsiadującym z miastem od zachodu. Chociaż w przestrzeni miejskiej występują obszary wydmy, to miasto docenia głównie zieleni liściastą w dolinie rzeki Rakówki, która przyjmuje układ pasmowy. Projekt „Bełchatów w zieleni – tworzenie i rewitalizacja zielonych przestrzeni miasta” skupia się na rewitalizacji zieleni w granicach korytarza ekologicznego związanego z dnem doliny małej rzeki. Układ klinowy występuje także w małych miastach, ale na zdecydowanie mniejszą skalę, np. w Ciechocinku czy Zelowie (rys. 3).

Z kolei w Toruniu układ zieleni nawiązuje do pierścieniowo-pasmowo-klinowego, chociaż jest niepełny i poszarpany. Lasy zaliczone do zewnętrznego pierścienia otaczającego miasto zajmują głównie wydmy. Także rozerwany wewnętrzny pierścień zieleni urządzonej (otaczający zespół staromiejski) nawiązuje częściowo do zasięgu wydmy. Tylko pasmo zieleni nadwiślańskiej ma inny charakter. Ogólnie lasy zajmują aż 25,5% powierzchni Torunia. Duży udział lasów na wydmach spowodował, że są one wyszczególniane w dokumentach planistycznych i podkreślana jest ich duża wartość dla systemu zieleni.

Zdecydowanie na tle badanych miast wyróżnia się Otwock, gdzie ponad 37% powierzchni zajmują lasy. Zieleni ma układ mieszany, pasmowo-klinowo-plamowy. Lasy na wydmach tworzą pas o przebiegu północ-południe i stanowią „zielony trzon miasta”. Nierównomierne rozmieszczenie obszarów zieleni urządzonej w tkance miasta także silnie nawiązuje do występowania wydmy. Zieleni innego rodzaju łączy się tylko z dnem doliny Świdra stanowiącego północną granicę miasta. W przypadku Otwocka i Torunia można wskazać, że lasy na wydmach tworzą zręby zielonych pierścieni wokół miast, tak popularne obecnie struktury określane jako *green belts* (Amati 2008; Cieszewska 2019).

4.2. Funkcje lasów na wydmach

Lasy są ważnymi elementami miejskich terenów zieleni, zapewniając różnorodne korzyści ekologiczne, społeczne i ekonomiczne (Roy i in. 2012). W zależności od położenia

w przestrzeni miejskiej, lasy na wydmach mają nieco inny charakter i pełnią odmienne funkcje. W centralnych częściach analizowanych większych miast na wydmach występują widne i pogodne parki leśne, głównie spacerowo-wypoczynkowe, z których często korzystają okoliczni mieszkańcy. Doceniana jest urozmaicona rzeźba i wysoka roślinność, najczęściej nasadzona na przełomie XIX i XX wieku. Zwykle cała wydma jest pokryta lasem, nie ma większych powierzchni trawiastych czy rabat kwiatowych, na co nie pozwala podłoże abiotyczne. W dolnych częściach tych form czasem utworzono place zabaw. Parki takie są izolowane i otoczone zabudową lub szlakami komunikacyjnymi.

Z kolei lasy na wydmach występujących na peryferiach i obrzeżach większych miast mają charakter lasów miejskich (komunalnych) i pełnią funkcje rekreacyjno-wypoczynkowe. Są to zwykle największe powierzchnie lasy w granicach miast. Urozmaicona rzeźba terenu, stoki o dużym nachyleniu szczególnie sprzyjają rekreacji. Las cienisty, ale ze smugami światła jest pogodniejszy w porównaniu do mrocznego lasu liściastego. W przypadku Zelowa u podnóża wydmy utworzono zbiornik wodny z plażą, ponieważ mieszkańcy zdecydowanie preferują wypoczynek nad wodą, co potwierdzają inne badania (Czarnecki, Lewandowska-Czarnecka 2011). Wypocznikowi sprzyjają dobre warunki bioklimatyczne panujące w lasach sosnowych na suchym, piaszczystym podłożu (Kozuchowski 2011). Z badań przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii w West Midlands wynika, że w umiarkowanej strefie klimatycznej spośród 30 badanych gatunków drzew, sosna, modrzew i brzoza mają największą zdolność do poprawy jakości powietrza (Donovan i in. 2011). Taki las mieszkańcy odwiedzają głównie w weekendy w letniej porze roku. Zalesione wydmy w centrum miasta są postrzegane jako tereny spacerowe, podczas gdy na peryferiach ważniejsza jest różnorodność biologiczna, doświadczenie przyrody oraz wartości rekreacyjne.

W Otwocku szczególnie doceniana jest rola sosny w środowisku miejskim i uzdrowiskowym, dlatego ustanowiono coroczne „Święto sosny”. Celem akcji jest nie tylko edukacja i integracja mieszkańców, którzy interesują się zdrowym trybem życia w ekologicznym świecie, ale także sadzenie sosny. Podkreślana jest łączność ekologiczna piasków eolicznych i lasów sosnowych, a także znaczenie kulturowe takiego środowiska przyrodniczego.

5. Znaczenie lasów i parków miejskich na wydmach w warunkach zmian klimatu – dyskusja

System przyrodniczy miasta postrzegany jest zazwyczaj jako tereny zieleni lub szerzej – tereny otwarte. Jest to celowo wyodrębniona część miasta, pełniąca nadrzędne funkcje przyrodnicze, rozpatrywane w trzech podstawowych aspektach: klimatycznym, hydrologicznym i biologicznym (Szulcewska, Kaftan 1996; Kaliszuk 2005). Tej roli podporządkowane są inne funkcje pozaprzyrodnicze, jak rekreacyjna i wypoczynkowa, estetyczna i mieszkaniowa

wa. Roślinność leśna na wydmach w analizowanych miastach jest ważną częścią tego systemu. Aby tereny otwarte mogły spełniać swoje podstawowe role (higieniczną i ekologiczną) powinny stanowić jednolity system przyrodniczy, przenikający całe miasto i posiadający powiązania z odpowiednim systemem pozamiejskim. Wydmy w peryferyjnych częściach miasta ułatwiają naturalne przejścia i łączność z zewnętrznym układem ekologicznym, a także z terenami chronionymi, czyli zapewniają ciągłość systemu przyrodniczego miasta i otoczenia. W przypadku analizowanych miast, wydmy nie tylko uzupełniają rolę przypisaną zwykle dolinom rzecznych, ale czasem są dominujące.

Przez lata w projektowaniu terenów zieleni w mieście szczególnie preferowana była roślinność liściasta i ozdobna, np. kwitnące rabaty. Priorytetem były efekty wizualne i estetyczne łączące się z dużymi kosztami materiału roślinnego i wymagające nawadniania (Lis 1998). Zdarzało się, że projektanci nie liczyli się z warunkami siedliskowymi – np. sadzono w murawach napiaskowych lub kserotermicznych drzewa o dużych wymaganiach wodnych i troficznych, np. jesiony, albo na fragmentach wydm siano łąki kwietne jako zaakceptowane projekty budżetu obywatelskiego. Jest to możliwe przy kosztownej całkowitej wymianie gleb i zainstalowaniu nawadniania (Rutkowski 2018).

W ostatnich latach poważnymi problemami związanymi ze zmianami klimatu są susze i niedobory wody. Okresowo podejmowane są ograniczenia związane ze zużyciem wody czy zakazy podlewania, a preferowana dotychczas roślinność liściasta i ozdobna (kwitnąca) może okazać się zagrożona. Dlatego coraz częściej przyroda w mieście jest rozumiana nie tylko jako szata roślinna, lecz również jako zespół warunków środowiskowych wraz z topografią terenu, wywierające dominujący wpływ na kształt i zasięg terenów zieleni. Dobór roślin powinien odpowiadać warunkom lokalnym – abiotycznym. Działania adaptacyjne do zmian klimatu wymagają podejścia ekosystemowego, należy zatem odpowiednio dobierać gatunki drzew, edukować i promować rozwiązania proekologiczne. Zmieniają się także trendy w projektowaniu oraz pielęgnacji terenów zieleni. W projektowaniu nowych terenów zieleni w miastach, coraz częściej nawiązuje się do stylu naturalistycznego, który dąży do naśladowania w miastach krajobrazów roślinnych pozamiejskich. Naturalność procesów przyrodniczych, czasem zwana „dziką przyrodą w mieście” jest coraz bardziej doceniana w kontekście badań ekologicznych (Konijnendijk 2005; Kowarik 2005; Rink, Emmrich 2005; Nilon i in. 2017). Wskazywana jest potrzeba „miejskiego bezdroża tuż za progiem” jako terenu dla doświadczania natury (Rink, Emmrich 2005). Rozważane są zwykle dwie kategorie usług ekosystemów miejskich: bardziej społeczny – rekreacyjny i bardziej niematerialny, oparty na przyrodzie (Bolund, Hunhammar 1999; Rall i in. 2017). Lasy sosnowe czy parki leśne na wydmach w miastach zapewniają wszystkie te wyżej wykazane potrzeby – tworzą wyjątkowy ekosystem wspólnie ze środowiskiem abiotycznym. W niektórych miejscach, gdzie wydmy zaj-

mują większe powierzchnie, można pozostawić fragment odsłoniętych piasków z zachodzącymi procesami eolicznymi jako dodatkowej atrakcji, a takie kroki podejmowane są w innych krajach, np. Holandii (Riksen i in 2006).

W analizowanych miastach lasy na wydmach nie są zbyt bujne ani różnorodne, nie są też zbyt cenne przyrodniczo (jednowiekowe nasadzenia sosny), ale występuje zgodność typu roślinności z cechami podłoża, czyli roślinność należy traktować jako część ekosystemu, a nie uprawę, co jest szczególnie ważne (Tomiałojć 2005). Dodatkowo roślinność ta może rozwijać się w drodze sukcesji bez kosztowych nasadzeń i tworzyć zbiorowiska półnaturalne o małych wymaganiach wodnych o dużej wytrzymałości na susze. Nie wymaga stosowania intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych, co należy zaliczyć do ważnego aspektu ekonomicznego. Drzewostany sosnowe na wydmach wyróżniają się dużą swobodą procesów naturalnych, szczególnie w obszarach peryferyjnych miast, tam gdzie zaprzestano uprawy w drugiej połowie XX w. Jednym z zagrożeń dla tych drzewostanów jest niska odporność nasadzonych lasów sosnowych na degradację, z uwagi na ich mało zróżnicowaną strukturę wiekową. Także gleby na wydmach są słabe i szybko podlegają degradacji, np. w wyniku uszkodzenia przez nadmierny ruch.

Działania adaptacyjne do zmian klimatu powinny być podejmowane na poziomie lokalnym, gdzie istnieje dobra i szczegółowa znajomość warunków środowiskowych. Dlatego zachowanie zalesionych wydm śródlądowych w miastach jako ważnych form zieleni, wydaje się odpowiadać obecnym wyzwaniom. Dodatkowo zwiększenie obszarów zieleni (tak powszechnie zalecane) powinno następować w otoczeniu wydm śródlądowych.

6. Podsumowanie

Wydmy śródlądowe miały duży wpływ na istniejący układ terenów zieleni, a nawet na strukturę wewnętrzną analizowanych miast. Urozmaicona rzeźba, jednorodna, piaszczysta budowa i suche podłoże sprzyjały zachowaniu lasów sosnowych. Z kolei obecność lasów wyznaczała kierunki użytkowania gruntów w miastach, jako tereny zieleni wysokiej. Nawet jeżeli jeszcze na przełomie XIX i XX w. niektóre pola wydmowe były użytkowane rolniczo, to po włączeniu w granice miast zostały zalesione. W przypadku małych miast lasy zajmują właściwie tylko formy wydmowe i to one decydują o układzie terenów wysokiej zieleni. W większych miastach zalesione wydmy są rozproszone w obrębie centrum, a na peryferiach tworzą duże zwarte powierzchnie, dlatego układ zieleni ma najczęściej charakter plamowy i klinowy. W centrach miast utworzono na wydmach (czasem zachowano) widne, pogodne parki leśne sprzyjające codziennym spacerom, a na peryferiach większe lasy wykorzystywane są dla weekendowego wypoczynku i rekreacji.

Lasy sosnowe na wydmach nie są tak bogate przyrodniczo jak roślinność liściasta ukształtowana przez człowieka w parkach miejskich, ale występuje zgodność roślinności z warunkami abiotycznymi. Dodatkowo są elementem

georóżnorodności w mieście, która jest coraz bardziej doceniana (Koster 2009). W ostatnich latach podnoszona jest także tożsamość miejsca, dla której ważne są charakterystyczne/specyficzne formy terenu (Łakomy 2010; Moszkowicz, Krzeptowska-Moszkowicz 2010), a do takich zdecydowanie należą wydmę śródlądowe – są elementem geodziezictwa. Takie przyrodnicze, napiaskowe krajobrazy w mieście wymagają starannego planowania i zarządzania, które łączy się z głęboką wiedzą na temat interakcji procesów geomorfologicznych, ekologicznych i użytkowania gruntów. W większości przypadków lasy występujące w obrębie granic miasta łączą się z powierzchniami leśnymi zamiejskimi, co ma korzystny wpływ na przyrodę w obszarze zurbanizowanym. W małych miastach zazwyczaj środowisko wydmowe z lasami jest niedoceniane. Jako bardziej reprezentacyjne, estetyczniejsze postrzegane są parki z drzewami liściastymi i kwiatami.

W obecnych warunkach zmian klimatu, a szczególnie osuszania siedlisk, lasy sosnowe nabierają większego znaczenia. Bujna, nasadzona zieleń potrzebuje wody, czasem konieczne jest nawadnianie, podczas gdy lasom na wydmach wystarczają wody opadowe. Sosny dostosowane do siedliska abiotycznego w warunkach obecnych zmian klimatu wydają się najlepszym rozwiązaniem ze względu na oszczędność wody i ograniczenie zabiegów pielęgnacyjnych. Lasy na wydmach zapewniają wypoczynek, kontakt z naturą i sprzyjają zachowaniu tożsamości miejsca. Jest to zgodne z proekologicznym trendem w zakresie akceptacji i kreowania naturalnego krajobrazu w mieście, a także z kierunkiem wprowadzanych zmian „opartych na przyrodzie” na obszarach miejskich na całym świecie, w celu zwiększenia ich odporności i poprawy jakości życia ludzi oraz innych gatunków (Wysocki 2008; Chojecka 2014; Jakubowski 2015; Salvati i in. 2017; Pregitzer i in. 2019; Bayulken i in. 2021; Kabisch i in. 2022).

7. Literatura

- Amati, M., 2008. Chapter I – Green belts: A twentieth-century planning experiment, [w:] Amati, M. (red.), *Urban Green Belts in the Twenty-first Century*. Ashgate Publishing, Aldershot, 1–17.
- Baliński, W., Gawlik, H., 1985. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000, arkusz Żelów (699). Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baraniecka, M.D., 1975. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Otwock (561). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baraniecka, M.D., 1982. Wydmę okolic Otwocka na tle budowy geologicznej. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 337: 5–32.
- Bayulken, B., Huisingh, D., Fisher, P.M.J., 2021. How are nature based solutions helping in the greening of cities in the context of crises such as climate change and pandemics? A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production* 288: 5. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125569>
- Biskup, M. (red.), 1998. Toruń i miasta ziemi chełmińskiej na rysunkach Jerzego Fryderyka Steinera z pierwszej połowy XVIII wieku (tzw. Alburn Steinera). Toruń.
- Bolund, P., Hunhammar, S., 1999. Ecosystem Services in Urban Areas. *Ecological Economics* 29: 293–301.
- Bożętka, B., 2008. Systemy zieleni miejskiej w Polsce – ewolucja i problemy kształtowania. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 22: 49–63.
- Brookes, J., 1996. *Projektowanie ogrodów*. Wiedza i Życie, Warszawa.
- Chojecka, A., 2014. Znaczenie terenów zielonych w przestrzeni publicznej oraz ich wpływ na jakość życia miejskiego. *Rynek – Społeczeństwo – Kultura* 1: 48–54.
- Cieszewska, A., 2019. *Green belts. Zielone pierścienie wielkich miast*. SEDNO Wydawnictwo Akademickie, Warszawa, 293.
- Czarnecki, W., 1964. *Planowanie miast i osiedli*. t. VI, PWN, Warszawa–Poznań.
- Czarnecki, A., Lewandowska-Czarnecka, A., 2011. Powiązania wody i zieleni w mieście: różne tradycje i podejścia, [w:] Kosmala, M. (red.), *Miasta wracają nad wodę*. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń, Toruń, 217–234.
- Czerwieniec, M., Lewińska, J., 1996. *Zieleń w mieście*. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
- Di Martire, D., De Rosa, M., Pesce, V., Santangelo, M.A., Calcaterra, D., 2012. Landslide hazard and land management in high-density urban areas of Campania region, Italy. *Natural Hazards Earth System Sciences* 12: 905–926.
- Donovan, R., Owen, S., Hewitt, N., MacKenzie, R., Brett, H., 2011. The Development of an Urban Tree Air Quality Score (UTAQS): Using the West Midlands, UK Conurbation as a Case Study. VDM Verlag Dr. Müller, Düsseldorf.
- Endlicher, W., 2011. Introduction: From Urban Nature Studies to Ecosystem Services, [w:] Endlicher, W. (red.), *Perspectives in Urban Ecology*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17731-6_1
- Fuad-Luke, A., 2004. *The eco-design handbook*. Thames & Hudson, London.
- Gadomska, W., Wasyluk, W., 2018. Analiza terenów zieleni miejskiej w uzdrowisku Ciechocinek. *Space & Form. Przestrzeń i forma* 34: 163–178.
- Galon, R., 1958. Z problematyki wydm śródlądowych w Polsce, [w:] Galon, R. (red.), *Wydmę śródlądowe Polski*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 13–31.
- Gierańczyk, W., 2006. Dzielnice rezydencjonalne w przestrzeni Torunia. *Biuletyn KPZK PAN* 227: 68–89.
- Guarino, P., Nisio, S., 2012. Anthropogenic sinkholes in the territory of the city of Naples. *Journal of Physics and Chemistry of the Earth* 49: 92–102.
- Haber, Z., Urbański, P., 2010. *Kształtowanie terenów zieleni z elementami ekologii*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań.
- Jakubowski, K., 2015. "Piękno nieoczywiste". Rola miejskich nieużytków w kształtowaniu nowej kategorii parków miejskich. *Przestrzeń i Forma* 24/2: 145–162.
- Jeziński, J., 2000. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Aleksandrów Kujawski (361). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Hansen, R., 2022. Principles for urban nature-based solutions. *Ambio* 51: 1388–1401. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01685-w>
- Kaliszuk, E., 2005. Funkcje systemu przyrodniczego miasta w kształtowaniu warunków środowiska przyrodniczego na przykładzie Warszawy. *Prace i Studia Geograficzne* 36: 35–47.
- Kłopotowski, M., 2016. Klasyfikacje i zadania terenów zieleni we współczesnym mieście. *Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych* 12 (4): 7–25.
- Kobojeck, E., Kobojeck, S., 2021. Wydmę śródlądowe – środowisko przyrodnicze i działalność człowieka na przykładzie regionu łódzkiego. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Kondracki, J., 1998. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Konijnendijk, C.C., 2005. New Perspectives for Urban Forests: Introducing Wild Woodlands, [w:] Kowarik, I., Körner, S. (red.), *Wild Urban Woodlands*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-26859-6_2

- Korzeniak, G., Słysz, K., 2011. Planowanie przestrzenne miast – zagadnienia środowiska przyrodniczego, [w:] Korzeniak, K. (red.), Zintegrowane planowanie rozwoju miast. Instytut Rozwoju Miast, Kraków, 164–176.
- Koster, E.A., 2009. The „European Aeolian Sand Belt”: Geoconservation of Drift Sand Landscapes. *Geoheritage* 1: 93–110.
- Kowarik, I., 2005. Wild Urban Woodlands: Towards a Conceptual Framework, [w:] Kowarik, I., Körner, S. (red.), Wild Urban Woodlands. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-26859-6_1
- Kozłowska, M., Kozłowski, I., 1992. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Bydgoszcz Wschód (319). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Koźłowski, K., 2011. Klimat Polski. Nowe spojrzenie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Lis, A., 1998. Miejskie parki nadrzeczne – wpływ uwarunkowań siedliskowych na rozwiązania kompozycyjne, [w:] Krajobraz dolin rzecznych po katastrofie. Międzynarodowa konferencja naukowa, Kraków, 187–190.
- Łakomy, K., 2010. Genius loci w sztuce ogrodowej (aspekty historyczne i współczesne). *Czasopismo Techniczne. Architektura* 107, 5-A: 5–11.
- Łukasiewicz, A., Łukasiewicz, S., 2006. Rola i kształtowanie zieleni miejskiej. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Łyczewska, J., 1975. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Ciecuchocinek (362). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Manikowska, B., 1985. O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydm Polski Środkowej. *Acta Geographica Lodziensia* 52.
- Molewski, P., 2015. Pierwotne cechy rzeźby terenu, powierzchniowej budowy geologicznej i stosunków wodnych obszaru Zespołu Staromiejskiego w Toruniu i jego bliskich przedmieść na podstawie analizy geoprzestrzennej. *Archaeologia Historica Polona* 23: 281–307.
- Molewski, P., Weckwerth, P., 2018. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Toruń (321). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Moszkowicz, Ł., Krzeptowska-Moszkowicz, I., 2010. Naturalne obszary w krajobrazie zachowane dzięki ich genius loci, czyli geniuszowi samej przyrody. *Czasopismo Techniczne. Architektura* 107, 5-A: 39–46.
- Nilon, C.H., Aronson, M.F.J., Cilliers, S.S., Dobbs, C., Frazee, L.J., Goddard, M.A., O'Neill, K.M., Roberts, D., Stander, E.K., Werner, P., Winter, M., Yocom, K.P., 2017. Planning for the Future of Urban Biodiversity: A Global Review of City-Scale Initiatives. *BioScience* 67: 332–342.
- Nita, J., Nita, M., 2015. Walory geologiczne i geoturystyczne Myszkowa. *Acta Geographica Silesiana* 20: 23–37.
- Nowaczyk, B., 1986. Eolian cover sands in Central-West Poland. *Quaestiones Geographicae* 3: 57–77.
- Pancewicz, A., 2004. Rzeka w krajobrazie miasta. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Passendorfer, E., Wilczyński, A., 1961. Przewodnik geologiczny po Kujawach i Pomorzu. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Petley, D., 2010. Landslides hazards, [w:] Alcántara-Ayala, I.A., Goudie, A. (red.), Geomorphological hazards and disaster prevention. Cambridge University Press, Cambridge, 63–73.
- Portal, C., Kerguillec, R., 2018. The Shape of a City: Geomorphological Landscapes, Abiotic Urban Environment, and Geoheritage in the Western World: The Example of Parks and Gardens. *Geoheritage* 1: 67–78. <https://doi.org/10.1007/s12371-017-0220-9>
- Pregitzer, C.C., Ashton, M.S., Charlop-Powers, S., D'Amato, A.W., Frey, B.R., Gunther, B., Hallett, R.A., Pregitzer, K.S., Woodall, C.W., Bradford, M.A., 2019. Defining and assessing urban forests to inform management and policy. *Environmental Research Letters* 14, 8, 085002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab2552>
- Przewoźniak, M., 2002. Kształtowanie środowiska przyrodniczego miast. Przykłady z regionu gdańskiego. Wydział Architektury, Politechnika Gdańska, Gdańsk.
- Przewoźniak, M., 2005. Teoretyczne aspekty przyrodniczej rewitalizacji miast: Ku metodologii zintegrowanej rewitalizacji urbanistyczno-przyrodniczej. *Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych* 1: 25–34.
- Rall, E., Bieling, C., Zytynska, S., Haase, D., 2017. Exploring city-wide patterns of cultural ecosystem service perceptions and use. *Ecological Indicators* 77: 80–95.
- Riksen, M., Ketner-Oostra, R., van Turnhout, C., Nijssen, M., Goossens, D., Jungerius, P.D., Spaan, W., 2006. Will we lose the last active inland drift sands of Western Europe? The origin and development of the inland drift-sand ecotype in the Netherlands. *Landscape Ecology* 21: 431–447.
- Rink, D., Emmrich, R., 2005. Surrogate Nature or Wilderness? Social Perceptions and Notions of Nature in an Urban Context, [w:] Kowarik, I., Körner, S. (red.), Wild Urban Woodlands. Springer, Berlin, Heidelberg, 67–80.
- Roy, S., Byrne, J., Pickering, C., 2012. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening* 11: 351–63.
- Różycki, F., Kluczyński, S., 1966. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Łódź Zachód (M34-3D). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Rutkowski, L., 2018. Wybrane obserwacje nad wzajemnym wpływem zieleni, zanieczyszczeń powietrza i innych elementów środowiska w Toruniu i sąsiednich miastach, [w:] Kosmala, M. (red.), Tereny zieleni w ochronie powietrza. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Toruń, 151–157.
- Salvati, L., Ranalli, F., Carlucci, M., Ippolito, A., Ferrara, A., Corona, P., 2017. Forest and the city: A multivariate analysis of peri-urban forest land cover patterns in 283 European metropolitan areas. *Ecological Indicators* 73: 369–377.
- Sanderson, E.W., 2009. *Mannahatta: A natural history of New York City*. Abrams, New York.
- Stala, Z., 1978. Warunki geomorfologiczne wybranych miast a ich struktura przestrzenna. Wydawnictwa Akcydensowe, Warszawa.
- Szponar, A., 2003. *Fizjografia urbanistyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Szulcewska, B., Kaftan, J. (red.), 1996. *Kształtowanie systemu przyrodniczego miasta*. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
- Szulcewska, B., Kaliszuk, E., 2005. *Koncepcja systemu przyrodniczego miasta: geneza, ewolucja i znaczenie praktyczne*. Teza Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych PAN, Lublin 1: 7–24.
- Tomczak, A., 1989. Ewolucja doliny dolnej Wisły w ostatnich 15 tysiącach lat i jej związek ze zmianami poziomu Bałtyku w świetle badań w Kotlinie Toruńskiej. *Studia i Materiały Oceanologiczne* 56: 209–221.
- Tomiałojć, L., 2005. Problem występowania dzikich zwierząt w obrębie zieleni miejskiej, [w:] Oleksiejuk, E., Piotrowiak, J. (red.), Zieleni miejska – Naturalne bogactwo miasta. Zasady gospodarowania i ochrona. Wydawnictwo Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Toruń, 155–168.
- Twardy, J., 2008. Transformacja rzeźby centralnej części Polski Środkowej w warunkach antropopresji. Wydawnictwo UŁ, Łódź.
- Weckwerth, P., 2010. Evolution of the Toruń Basin in the Late Weichselian. *Landform Analysis* 14: 57–84.
- Wrotek, K., 1988. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Rzeczekwo (320). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Wysocki, C., 2008. Miasto jako specyficzne środowisko życia roślinności. *Nuka Przyroda Technologie*, 2, 4, #25. <https://www.npt.up-poznan.net>
- Zimny, H., 2005. *Ekologia miasta*. Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzczak, Warszawa.
- Ziomek, J., 1992. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Bełchatów (700). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.