

Elżbieta Kobjek

Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych
Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej
elzbieta.kobjek@geo.uni.lodz.pl,  <https://orcid.org/0000-0002-9004-2241>

Geosystem wydm śródlądowych na obszarach rolniczych na przykładzie dorzecza Bzury i Neru

Zarys treści: Na obszarach z dobrymi glebami dominują tereny rolnicze, a rozproszone kompleksy leśne o niewielkich powierzchniach zajmują zwykle suche piaszczyste tereny, często wydmy śródlądowe, które są ważnym elementem morfologicznym w nizinnej części Polski. W obrębie wydm ukształtował się specyficzny geosystem, wrażliwy na zmiany klimatyczne i działalność człowieka. W artykule wykazano współczesne formy użytkowania i zagospodarowania wydm śródlądowych położonych na obszarze intensywnie użytkowanym rolniczo w dorzeczu Bzury i Neru. Analizowano rozmieszczenie lasów na tle obszarów wydmowych oraz wskazano funkcje tych lasów. Podjęto próbę oceny wrażliwości środowiska wydm śródlądowych na przejawy różnych form antropopresji i wskazano zagrożenia wynikające z występującego ocieplenia i częstych suszy.

Słowa kluczowe: wydmy śródlądowe, obszary rolnicze, użytkowanie, lasy, Polska Środkowa

Wstęp

Wydmy śródlądowe należą do powszechnych form geomorfologicznych w nizinnej części Polski (np. Galon 1958, Kondracki 1978). Są to wzniesienia o różnych kształtach (z przewagą form parabolicznych, często przekształconych) i znacznych wysokościach względnych (maksymalne do ok. 30 m), zbudowane z piasku. Bardzo często wydmy nadbudowują terasy nadzalewowe w dużych dolinach rzecznych, sandry albo wysoczyzny zbudowane z gliny zwałowej. Formy występują zarówno pojedynczo, jak i zespołowo, tworząc zwarte pola wydmore. Największe pola wydmore ukształtowały się w Międzyrzeczu Warciańsko-Noteckim, Kotlinie Toruńskiej czy Kotlinie Warszawskiej. Obszary wydm śródlądowych są tak charakterystyczne, że w klasyfikacji krajobrazów naturalnych Polski wydzieleno oddzielne typy: krajobrazy teras z wydmami (Kondracki 1978) lub krajobrazy eoliczne (Rychling 2005, Chmielewski 2012).

Geneza wydm śródlądowych w środkowej Europie, w tym w Polsce jest dobrze poznana, a zagadnienie ma bogatą literaturę (np. Dylikowa 1967, Nowaczyk 1976, 1986, Manikowska 1985, 1995, Szczypek 1986, Koster 1988, 2009, Schirmer 1999, Twardy 2008, Jankowski 2009). Wskazywane są dwa główne okresy ważne dla rozwoju i przekształcenia wydm. Główny okres wydymotwórczy uwarunkowany był klimatycznie i obejmował późny vistulian i częściowo holocen (po okres preborealny). Wydmy były kształtowane głównie w zimnych i suchych warunkach klimatycznych przez wiatr zachodni i północno-zachodni, przy obecności ubogiej roślinności z dominującymi kępami traw. W holocenie, w warunkach klimatu umiarkowanego, wydmy zostały ustabilizowane przez roślinność, głównie lasy iglaste. Dopiero działalność człowieka prowadząca do wycięcia lasów na wydmach spowodowała ich rozwiewanie, a nawet kształtowanie nowych form w młodszej części holocenu. W wielu regionach Polski procesy te aktywne były jeszcze w połowie XX w. Przyjmuje się, że procesy wzmożonej aktywności wydymotwórczej w czasach historycznych były krótkotrwałymi i lokalnymi zdarzeniami, uwarunkowanymi antropogenicznie jednak często korelowanymi z okresami suchymi.

W obrębie wydm wykształcił się wyjątkowy system przyrodniczy. Ekosystem jest definiowany jako układ ekologiczny składający się z ogółu biocenoz, pozostających we wzajemnych relacjach, wraz z ich abiotycznym środowiskiem (Weiner 1999). W przypadku pól wydymowych, to właśnie abiotyczne środowisko jest elementem determinującym cały system. Obszary zbudowane z miększych serii piasków kształtują środowisko, wyróżnikiem którego jest suchość podłoża, mająca ogromny wpływ na świat roślin (ryc. 1). Z kolei odsłonięte piaski są podatne na procesy eoliczne. Środowisko to jest czułe na zmiany warunków klimatycznych



Ryc. 1. Piaski drobnoziarniste budujące wydmy śródlądową w środkowej Polsce (fot. autora)

i oddziaływanie człowieka. Ożywienie procesów eolicznych w czasach historycznych uznawane jest za wskaźnik dużej ingerencji człowieka w środowisko (Nowaczyk 1986, Koster 1988, Twardy 2008). Układ komponentów przyrodniczych powiązanych przez procesy nazywany jest geosystemem (Ostaszewska 2002, Rychling, Solon 2002, Chmielewski 2012) i to określenie wydaje się właściwym w przypadku wydm śródlądowych. Poznanie i odtworzenie procesów pozwala na ich prognozowanie.

Współcześnie, zespoły wydm śródlądowych o dużych powierzchniach zajęte są przez zwarte kompleksy leśne i uznawane za formy fosylne, np. w obrębie Puszczy Kampinoskiej i Bydgoskiej. Inaczej wygląda sytuacja w przypadku pojedynczych wydm, a nawet mniejszych pól wydmowych występujących wśród obszarów rolniczych, gdzie dominują pola uprawne, łąki i pastwiska. Te rolnicze krajobrazy, są efektem działania i interakcji czynników przyrodniczych oraz gospodarczych i kulturowych (Bogdanowski 1993, Solon 2008, Myga-Piątek 2010, Chmielewski 2012, Chmielewski i in. 2015). Zostały one ukształtowane i są użytkowane przez człowieka, a ich równowagę wewnętrzną podtrzymują celowe zabiegi i stałe antropogeniczne wsparcie energetyczne (Rychling, Solon 2002, Symonides 2010). Obszary z dobrymi i bardzo dobrymi glebami użytkowane są rolniczo szczególnie intensywnie. W takich terenach wydmy śródlądowe pozostają pod silną antropopresją i zdarza się, że część form zajęta jest przez pola uprawne i zabudowania. Występowanie wysokich temperatur i okresów suchych związanych ze zmianami warunków klimatycznych w XXI w. może mieć negatywny wpływ na stabilność geosystemów wydmowych. Szczególnie ważna może okazać się forma użytkowania powierzchni wydmowej, a także jej bezpośredniego sąsiedztwa.

W środkowej Polsce, w części dorzecza Bzury i Neru występują dobre gleby i intensywnie użytkowane tereny rolnicze, a lasy zajmują zaledwie 1–5% powierzchni w zależności od gminy – są także gminy bez powierzchni leśnych. Obszary te należą dodatkowo do najlepszych i najbogatszych rolniczych terenów w całym województwie łódzkim. Także w obrębie tego rolniczego regionu występują miejscami eoliczne piaski pokrywowe oraz wydmy śródlądowe o wysokości względnej do 20 m. Celem opracowania jest zbadanie współczesnych form użytkowania i zagospodarowania pól wydmowych położonych na obszarze intensywnie użytkowanym rolniczo. Analizowano rozmieszczenie lasów na tle obszarów wydmowych oraz rozważano funkcje tych lasów. Podjęto próbę oceny wrażliwości środowiska wydm śródlądowych na przejawy różnych form antropopresji i wskazano zagrożenia wynikające z występującego ocieplenia klimatu.

Materiały i metody badań

Zakres tematyczny i cel opracowania wymagały zastosowania różnych metod badawczych i źródeł informacji. Geneza wydm śródlądowych w Polsce i w regionie łódzkim oraz rola działalności człowieka w ich przekształcaniu zostały przygotowane na podstawie analizy literatury tematycznej. Mapę rozmieszczenia wydm śródlądowych w terenie badań wykonano na podstawie analizy arkuszy

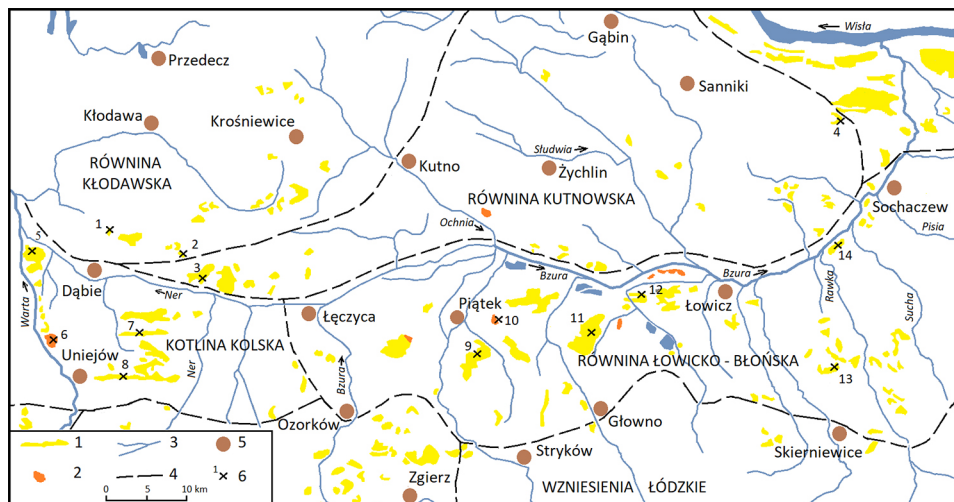
map geologicznych w skali 1:50 000: Kutno (Szałamacha 1996a), Żychlin (Szałamacha 1996b), Dąbie (Nowicki 1995), Łęczyca (Baraniecka 1968), Piątek (Jeziorski 2013), Łowicz (Brzeziński 1991), Bolimów (Brzeziński 1998), Uniejów (Forysiak, Kamiński 1999), Głowno (Brzeziński 1986), Łyszkowice (Nowicki 1993), Skierniewice (Balińska-Wuttke 1970), Żyrardów (Szalewicz 1994). Zasięg i cechy morfologiczne wydm w wybranych obszarach przedstawiono na podstawie map topograficznych i obserwacji terenowych przeprowadzonych w latach 2017–2019. Do charakterystyki geosystemu wydm śródlądowych wykorzystano także badania litologiczne (analiza granulometryczna, morfoskopowa, zawartości kwarcu i skaleni) wykonane dla 100 próbek pobranych z wydm występujących w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej w ramach szerszych badań dotyczących powierzchniowej budowy geologicznej prowadzonych w latach 2007–2009. Analizowano także profile glebowe w 10 odsłonięciach w obrębie wydm.

Współczesne użytkowanie oraz zagospodarowanie pól wydmowych przedstawiono na podstawie analizy ortofotomapy dostępnej na witrynie internetowej geoportal.gov.pl, materiałów z CORIN Land Cover 2000 oraz inwentaryzacji terenowej przeprowadzonej w latach 2017–2019. Inwentaryzowano następujące formy użytkowania: lasy, pola orne i zabudowę, a w tym letniskową. Prześledzono także przebieg tras rowerowych na tle pól eolicznych i lasów. Szczegółowo skorelowano zasięg wydm śródlądowych i współczesnych lasów. Analizowano także treści map topograficznych w skali 1:100 000 wydanych przez Wojskowy Instytut Geograficzny w latach 30. XX w. w celu oceny zmiany zasięgu lasów.

Ocenę wrażliwości i stabilności ekosystemu wydm śródlądowych w czasach historycznych dokonano na podstawie analizy materiałów dostępnych w literaturze oraz własnych badań. Założono, że wrażliwość, a w jej konsekwencji reakcja środowiska przyrodniczego na antropopresję może być rozpatrywana ze względu na różne formy oddziaływania. Przy ocenie bierze się zwykle pod uwagę rzeźbę, powierzchniowe utwory geologiczne (od których zależy intensywność wsiąkania wody) i typy użytkowania terenu. Im większa jest przyrodnicza zgodność typu użytkowania terenu z rzeźbą i podłożem geologicznym, tym wyższa jest stabilność krajobrazu i mniejsza niekorzystna reakcja. Dotyczy to przede wszystkim intensywności przebiegu procesów geomorfologicznych.

Charakterystyka terenu badań

Opracowanie obejmuje równinne tereny rolnicze w części dorzecza Bzury i Neru, w północnym fragmencie województwa łódzkiego (ryc. 2). Osią terenu badań jest forma geomorfologiczna zwana Pradolina Warszawsko-Berlińską, która obejmuje dwie jednostki fizycznogeograficzne: Równinę Łowicko-Błońską i Kotlinę Kolską. Najniżej położone jest wąskie dno pradoliny wykorzystywane przez dwie główne rzeki: Bzurę i Ner. Wypełnione jest ono osadami fluwialnymi i miejscami torfem. Układ rzek jest całkowicie przekształcony i uregulowany w ciągu ostatnich 200 lat, a dno zmeliorowane (Kobołek 2009). Na południe od dna dolinnego występują poziomy pradolinne – niższe, akumulacyjne, zbudowane z piasków i mułków,



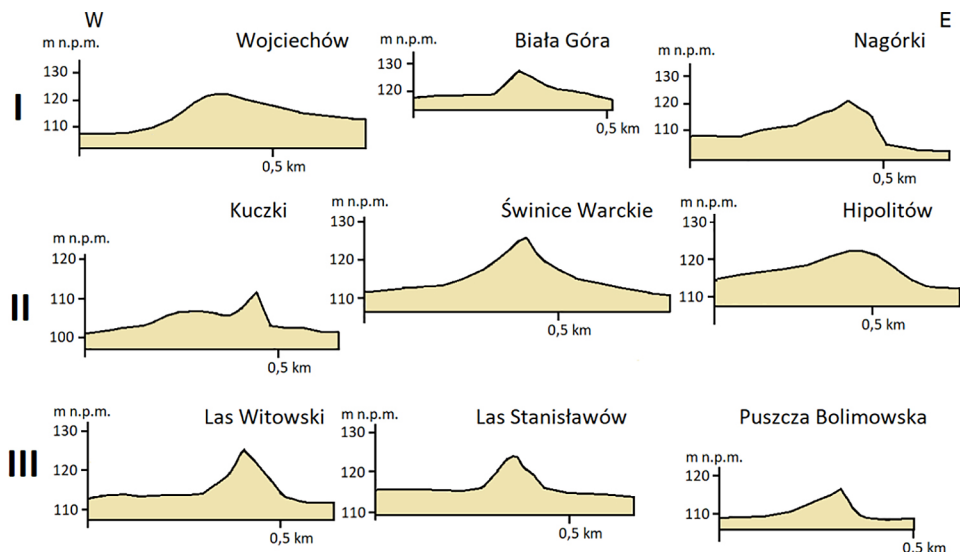
Ryc. 2. Rozmieszczenie pokryw eolicznych i wydm śródlądowych w terenie badań
 1 – pola piasków eolicznych i wydmy śródlądowe, 2 – pola lotnych piasków w latach 20.–30. XX w., 3 – główna sieć rzeczna, 4 – granica jednostek fizycznogeograficznych według Kondrackiego (1998) oraz Szumacher i Matuszkiewicza (2021), 5 – główne miasta, 6 – stanowiska opisane w tekście: 1 – Wojciechów, 2 – Biała Góra, 3 – Nagórki, 4 – Justynów, 5 – Gaj, 6 – Kuczki, 7 – Świnice Warckie, 8 – Hipolitów, 9 – Las Witowski, 10 – Jasionna, 11 – Las Stanisławów, 12 – Mystkowice, 13 – Puszcza Bolimowska, 14 – Szeliği

Źródło: opracowanie własne na podstawie map geologicznych w skali 1:50 000, wykaz arkuszy zawarty jest w tekście.

a wyższe, erozyjne, z gliny zwałowej (Krajewski 1977). Od północy dno pradolinne ograniczone jest niskim i połączonym z bocznym. Jest to jednocześnie krawędź południowa dwóch równin: Równiny Kutnowskiej i Równiny Kłódzkiej. Obie formy są morenami dennymi nadbudowanymi miejscami przez ostańce moren czołowych. W większości powierzchnie równin zbudowane są z gliny zwałowej.

Wszystkie wykazane powierzchnie (dno dolin, wyższe poziomy pradolinne, wysoczyzny morenowe) są w różnym stopniu nadbudowane przez wydmy śródlądowe. Najwięcej wydm występuje w obrębie Kotliny Kolskiej i Równiny Łowicko-Błońskiej.

Wydmy występują zarówno pojedynczo, jak i zespołowo, tworząc zwarte pola. Bez względu na kształt, formy wydymowe zawsze górują 10–20 m nad okolicznymi płaskimi obszarami (ryc. 3). Takie wysokości względne na obszarach górskich czy wyżynnych można uznać za nieznaczne, jednak na terenie równinnym jest to duża wartość. O tym, jak znacząca jest to wysokość, świadczą nazwy niektórych wzniesień wydymowych, np. Biała Góra, Piaskowa Góra, Łysogóra. W nazwach występują dwa najbardziej charakterystyczne elementy wydmy: duże wyniesienie względne i obecność białego, kwarcowego piasku, z którego są zbudowane. Długa historia wydm śródlądowych (zwykle ok. 7–10 tys. lat) spowodowała znaczne przekształcenia ich pierwotnego kształtu, dlatego w terenie można obserwować nie tylko pojedyncze klasyczne formy o kształcie paraboli, ale także południkowe wały powstałe z połączenia kilku wydm czy równoleżnikowe o bardzo



Ryc. 3. Profile hipsometryczne wybranych wydym na terenie badań
 I – przykłady z Równiny Kłodawskiej i Równiny Kutnowskiej, II – przykłady z Kotliny Kolskiej, III – przykłady z Równiny Łowicko-Błońskiej
 Źródło: opracowanie własne na podstawie map topograficznych w skali 1:10 000 (1992).

urozmaiconych kształtach. W obrębie Kotliny Kolskiej przeważają wydmy paraboliczne, zwykle z dłuższym ramieniem południowym, dodatkowo często łączą się z sobą i tworzą wały równoleżnikowe. Do najwyższych form w tym regionie należy wydma w Gaju i Świnicach Warckich – obie mają do 20 m wysokości względnych (ryc. 3).

Także w środkowej części Równiny Łowicko-Błońskiej występują wydmy paraboliczne lub wały piaszczyste. Generalnie ich wysokość zmniejsza się z zachodu na wschód. Przykładem mogą być wydmy w Lesie Witowskim, Lesie Stanisławów i Puszczy Bolimowskiej (ryc. 3). Najniższe formy zachowały się w obrębie dna doliny Bzury, np. w Szeligach. Mniej wydym występuje na Równinie Kutnowskiej. Są to w przewadze niskie formy do 10 m wysokości względnej, chociaż jedna z nich w Nagórkach osiąga 17 m.

Na glinach zwałowych i piaskach gliniastych, które budują prawie cały analizowany obszar, wykształciły się dobre i bardzo dobre gleby (brunatne, płowe, a nawet czarne ziemie). Najlepsze gleby koncentrują się w powiatach: kutnowskim, łowickim i łęczyckim, a klasy bonitacyjne I–III stanowią 54% gruntów ornych. Te dobre gleby stały się podstawą rozwoju intensywnego rolnictwa oraz bogactwa regionu.

Istotną częścią składową każdego krajobrazu jest roślinność. W krajobrazie rolniczym zwykle przeważają rośliny uprawne lub łąki nad roślinnością leśną. Jednak analizowany teren wyróżnia się szczególnie silnym wylesieniem. Średnia wartość lesistości dla terenu badań wynosi około 5%, jednak w niektórych gminach w ogóle nie ma użytków leśnych, np. Góra Świętej Małgorzaty (użytki

leśne 0%, a użytki rolne 91%) i Dąbrowice (użytki leśne 0%, a użytki rolne 94%). W wielu gminach użytki leśne stanowią zaledwie 1% (np. Zduny, Bedno, Chąśno) lub 3% (Krośniewice). Tylko w pojedynczych gminach (Bielawy i Nieborów) lesistość osiąga 15%. Wartości powyższe są wielokrotnie niższe od średniej dla województwa łódzkiego, która wynosi 21,5% i jest dodatkowo najmniejsza w Polsce (Kurowski 2015). Taka mała lesistość jest także powodem bardzo małej bioróżnorodności. Równina obejmująca okolice Łowicza, Kutna i Łęczycy jest strefą prawie bezleśnego krajobrazu rolniczego. Większość lasów wykarczowano już w średniowieczu, a do połowy XX w. lasy były tu rzadkością (Olaczek 2002). Krajobraz ten nieznacznie odmieniła wielka akcja zalesiania kraju w latach 60. XX w., ale lasy sosnowe wciąż pozostają izolowanymi wyspami w rolniczej przestrzeni. Izolowane kompleksy lasów liściastych na żyznych glebach okolic Kutna, Łęczycy i Kłodawy zachowały się jedynie w dawnych majątkach ziemskich.

Analizowany obszar jest ubogi nie tylko w lasy, ale także ma problemy z wodą dla potrzeb rolnictwa. W obrębie Równiny Kutnowskiej i Równiny Łowicko-Błońskiej występuje okresowo dotkliwy niedobór wód w glebie i w gruncie (sierpień, wrzesień). Równina Łowicko-Błońska wyróżnia się małymi opadami, około 500 mm w ciągu roku, a współczynnik zmienności opadów rocznych wynosi ponad 20% i należy do największych w województwie łódzkim. W warunkach przeciętnych deficyt miejscowej wody opadowej w czasie trzech letnich miesięcy dochodzi do 90 mm, czyli niemal do 50% ich sumy opadowej (Kłysik 2001). Ogromny zakres prac regulacyjnych i melioracyjnych spowodował dodatkowo obniżenie poziomu wód gruntowych w dnie doliny (Kobojek 2004). O skali niekorzystnych zmian w krajobrazie świadczy proces zanikania obszarów podmokłych. W dorzeczu Bzury w połowie lat 80. XX w. zniknęło 26% mokradeł (Olaczek 2002). Uprawy w tej strefie są często nawadniane. Można wnioskować, że analizowany rolniczy obszar jest regionem o bardzo silnie przekształconym antropogenicznie krajobrazie. Świadczy o tym bardzo mała lesistość, zmiany stosunków wodnych oraz liczne objawy informujące o zakłóconych stosunkach przyrodniczych.

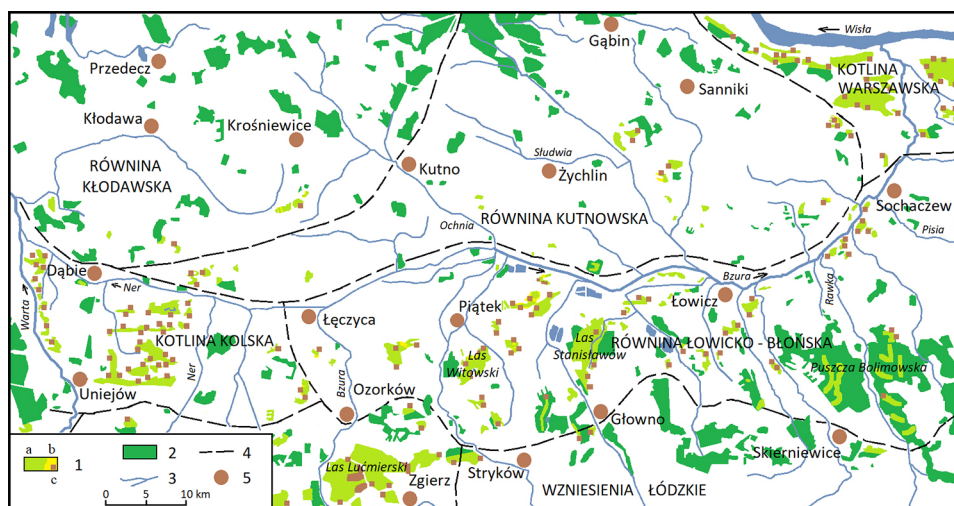
Wyniki badań i dyskusja

Współczesne użytkowanie wydym śródlądowych

W obrębie wydym śródlądowych wykształcił się specyficzny ekosystem, którego elementem determinującym jest środowisko abiotyczne (Kobojek, Kobojek 2021). Podstawą są serie piasków drobno i średnioziarnistych, które stanowią 85–90% masy wydym. Ogromna przewaga kwarcu (85–95%), minimalny udział glinokrzemianów oraz brak minerałów węglanowych sprawiają, że w procesie glebotwórczym następuje silne zakwaszenie środowiska. Bardzo mała zawartość części ilastych jest przyczyną niewielkiej pojemności sorpcyjnej i dużej przepuszczalności tych utworów. W związku z powyższym piaski eoliczne, stanowią substrat, z którego powstają ubogie gleby bielicoziemne przy udziale lasów iglastych. Wyróżnikiem obszarów zbudowanych z miększych serii piasków eolicznych jest

suchość podłoża, mająca ogromny wpływ na świat roślin, a sprzyjająca erozji eolicznej gleb.

Cechy środowiska przyrodniczego powodują, że najbardziej powszechną i najlepszą formą użytkowania obszarów wydmych jest ich zalesienie. Dlatego lasy sosnowe są dominującą formą użytkowania pól wydmych na badanym obszarze. Porastają one zarówno większe, jak i małe pola wydmy. Wskazać można trzy schematy zasięgu lasu względem wydmy. Pierwszym przypadkiem jest las o dość dużej powierzchni, który obejmuje różne genetycznie powierzchnie, np. równiny fluwioglacjalne, obszary podmokłe i torfowe, zbocza dolin rzecznych oraz różnej wielkości formy wydmy. Przykładami takiej sytuacji, kiedy las ma większy zasięg niż pole wydmy, są Puszcza Bolimowska i Las Stanisławów w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej (ryc. 4). W Puszczy Bolimowskiej (w zasięgu Bolimowskiego Parku Krajobrazowego) kilka wydmy tworzy wał o przebiegu południkowym położony w centralnej części lasu. Jednak Puszcza ta najbardziej znana jest nie z wydmy, ale z cennych siedlisk torfowiskowych, dlatego bioróżnorodność jest tutaj największa. Zachowały się tu: subkontynentalny bór świeży z ponad 100-letnimi drzewostanami, suboceaniczny bór świeży na ubogich siedliskach często antropogenicznie zmienionych, suchy bór świeży na wydmy, bór wilgotny zajmujący głównie niecki terenowe oraz zagłębienia u podnóża wydmy (Jakubowska-Gabara 2002). Jedynie w okolicach Nieborowa występuje monokultura sosny z runem bardzo ubogim



Ryc. 4. Formy użytkowania wydmy śródlądowych w terenie badań. Na rycinie zaznaczono wszystkie obszary leśne, przy czym kolorami zróżnicowano lasy na wydmych śródlądowych i na innych osadach

- 1 – formy użytkowania wydmy: a – lasy sosnowe, b – pola, c – zabudowa, 2 – lasy na osadach o innej genezie, głównie na utworach fluwioglacjalnych, glinach zwałowych i namulach rzecznych, 3 – główna sieć rzeczna, 4 – granica jednostek fizycznogeograficznych według Kondrackiego (1998) oraz Szumacher i Matuszkiewicza (2021), 5 – główne miasta

Źródło: opracowanie własne na podstawie ortofotomapy i inwentaryzacji terenowej, uproszczony zasięg lasów na podstawie Mapy Przeglądowej Polski w skali 1:500 000.

w gatunki – jest to teren rolny zalesiony w latach 20. XX w. Podobnie jest w przypadku mniejszego powierzchniowo Lasu Stanisławów, gdzie długi wał o przebiegu południkowym otoczony jest przez wilgotne szerokie doliny małych cieków.

Inny przykład stanowi las porastający zespół kilku wydym i tereny podmokłe w nieckach deflacyjnych. Las obejmuje swym zasięgiem tylko powierzchnie wydym i torfowiska, czyli dwa zwykle ściśle ze sobą powiązane ekosystemy. Przykładem takiego układu jest Las Witowski. Suchy bór porasta pokrywy eoliczne i wyraźnie wykształcone wydmy. Jednak przyrodniczo cenniejszy i objęty ochroną jest sztuczny zbiornik o powierzchni 21 ha (położony pomiędzy wydmami, po eksploatacji torfu) z szeroką strefą szuwarów, będący ostoją ptaków – zespół przyrodniczo-krajobrazowy Silne Błoto. Współczesny Las Witowski ma powierzchnię o jedną trzecią większą od tej zaznaczonej na mapie w skali 1:100 000 z 1938 r.

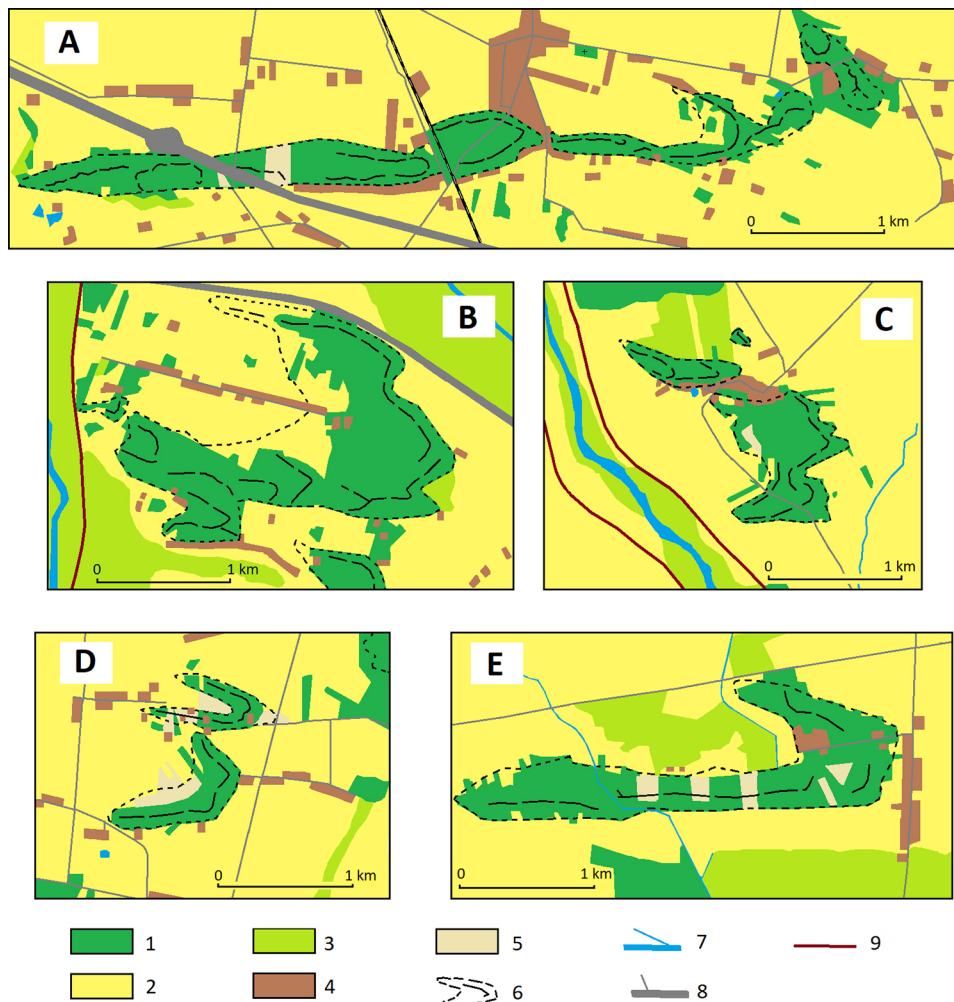
Najczęstszym przykładem na rolniczym terenie badań jest zalesiona pojedyncza wydma występująca wśród pól lub łąk. W skrajnych przypadkach drzewa porastają tylko czoło wydmy, a jej niższe części są zabudowane lub zaorane. Wśród pól rośnie las, którego zasięg wyraźnie pokrywa się z powierzchnią wydmy i ma kształt paraboli. Są tutaj lasy porastające duże i małe pojedyncze wydmy (ryc. 4). Z tego powodu dla całego terenu badań charakterystyczne są małe i rozproszone kompleksy leśne. Niejednokrotnie mają one charakter śródpolnych „wysp” o bardzo skomplikowanych kształtach, dlatego w różnych opracowaniach regionalnych obszar ten nazywany bywa „krajną wysp leśnych”. Dobrym przykładem są wydmy w okolicach np. Świnic Warckich, Mystkowic i Nagórek (ryc. 5).

Chociaż lasy na analizowanym terenie mają w przewadze małe powierzchnie, a drzewostan jest młody, to pełnią one funkcje gospodarcze – wycinane są drzewa. Pozyskanie drewna odbywa się nawet w najcenniejszym lesie, jakim jest Puszcza Bolimowska. Na wielu powierzchniach wydym można spotkać świeże zręby lub młode 2–3-letnie nasadzenia (ryc. 5).

Gleby na piaskach eolicznych, ze względu na niekorzystne warunki przyrodnicze, mają niską produktywność, szybko ulegają erozji eolicznej, a ich uprawa jest nieekonomiczna, dlatego obecnie pola uprawne rzadko są spotykane na wydmych. Grunty te są zwykle pozostałością zdecydowanie większych powierzchni zaoranych w okresie od końca XIX do połowy XX w. Jednak już w latach 60. XX w. podjęto trud zalesienia. Można jeszcze spotkać pola obsiane żytem na niższych częściach ramion wydym. Zwykle niskie wydmy otoczone są ze wszystkich stron polami, a las rośnie na ich wyższych stokach i grzbiecie.

Sąsiedztwo suchych obszarów wydmych od dawna sprzyjało osadnictwu, dlatego bardzo często towarzyszy im zabudowa wiejska. W przypadku dużych wydym parabolicznych położonych na wysoczyźnie wsie ulokowane są zwykle równoległe do południowego, długiego ramienia formy. Jest to miejsce suche, słoneczne, a pola często zajmują tereny zbudowane z glin zwałowych występujących na południe od wsi. Rzadziej można spotkać wsie ułożone równoległe do północnego, krótszego ramienia wydmy. Najmniej korzystna i najrzadziej spotykana jest lokalizacja wsi w zagłębieniu deflacyjnym (Kobojek, Kobojek 2021).

Z analizy zabudowy rozproszonej na wydmach można wnioskować, że występuje ona na obszarach, gdzie stosunkowo niska forma (wysokość względna



Ryc. 5. Przykłady użytkowania wydm śródlądowych położonych wśród terenów rolniczych
 Nazwy stanowisk: A – Świnice Warckie, B – Gaj, C – Kuczki, D – Nagórki, E – Mystkowice;
 1 – las, 2 – pole, 3 – łąka, 4 – zabudowa, 5 – zręby leśne lub młode odrosty, 6 – zasięg wydmy i przebieg
 grzbietu, 7 – sieć rzeczna, 8 – główne drogi, 9 – wał przeciwpowodziowy
 Źródło: opracowanie własne.

4–5 m) położona jest w obrębie szerokiego dna doliny rzecznej. Dno dolinne było podmokłe i zalewane podczas powodzi, a poza zasięgiem wód była właśnie powierzchnia wydymowa. W tej sytuacji często zabudowie wiejskiej towarzyszą tereny uprawne. Obecnie środowisko dna doliny jest już przekształcone w wyniku melioracji, ale obszary wokół wydm są nadal wilgotniejsze. Zabudowa i pola uprawne w przedstawionej powyżej sytuacji geomorfologicznej występują np. na odcinku doliny Warty od Uniejowa po ujście Neru.

Od drugiej połowy XX w. łagodniejsze elementy wydm oraz ich bezpośrednie sąsiedztwo stało się miejscem lokalizacji rozproszonej zabudowy letniskowej,

np. w Puszczy Bolimowskiej, Lesie Witowskim, w okolicach Świnic Warckich. Rozwój zabudowy lotniskowej w lasach na obszarach wydmowych w regionie łódzkim sięga okresu międzywojennego w XX w. (Wiluś i in. 1999). Jednak początkowo zabudowa ta koncentrowała się w strefie podmiejskiej Łodzi i Zgierza, na wydmach w Lesie Lućmierskim. Już w latach 70. XX w. domy lotniskowe powstawały w lasach na Równinie Łowicko-Błońskiej. Także obecnie na obszarach tych rozwija się nowa zabudowa lotniskowa. Na równinnych, rolniczych terenach nie ma wielu naturalnych dóbr sprzyjających turystyce i rekreacji, a głównymi walorami są właśnie lasy porastające wydmy i pola eoliczne (Kobojek, Kobojek 2019). Dodatkowym atutem jest korzystny bioklimat lasów sosnowych na piaszczystym podłożu. Jednak w niektórych przypadkach presja budowlana jest zbyt duża w stosunku do możliwości małego powierzchniowo lasu.

Stabilność i wrażliwości ekosystemów wydm śródlądowych

Wydmy śródlądowe występujące w środkowej Polsce powstały w suchych, ale zimnych warunkach klimatycznych późnego plejstocenu, kiedy szata roślinna była wyjątkowo uboga. Dlatego obecnie, w warunkach klimatu umiarkowanego, pola wydmowe porośnięte przez lasy sosnowe są nieaktywne. Należy uznać ustabilizowanie wydm przez las za sytuację pożądaną. Wielokrotnie już udokumentowano w czasach historycznych lokalne uruchomienie procesów eolicznych, wskazując na kilka jego przyczyn (Kobendza, Kobendza 1958, Nowaczyk 1986, 2002, Twardy 2008, 2016, Koster 2009, Subczyńska, Petera-Zganiacz 2018).

Podstawą przyczyną resedymencji piasków wydmowych było wycięcie lasów, czyli odsłonięcie powierzchni zbudowanej z luźnych osadów. Z badań przeprowadzonych w Holandii w drugiej połowie XX w. wynika, że usunięcie lasu z ponad 40% powierzchni wydm powoduje ożywienie procesów eolicznych (Koster 2009). Wylesienie wydm dla potrzeb kształtowania pól trwało już od średniowiecza, a szczególnie dużo wydm zaorano podczas tzw. głodu ziemi na przełomie XIX i XX w. Aktywne procesy eoliczne o lokalnie dużym natężeniu od schyłku XIX w. po lata 70. XX w. obserwowano w całej niżowej Polsce (Małkowski 1917, Lencewicz 1922, Bogacki 1969, Klimko 1973). Deflację i efekty akumulacji w postaci zasypywania pól uprawnych, lasów i zabudowy wsi szczególnie opisano dla dużych pól wydmowych, np. w Puszczy Kampinoskiej (Kobendza, Kobendza 1958), Kotlinie Toruńsko-Bydgoskiej (Mrózek 1958), a także w sąsiedztwie Łodzi (Kossmann 1930, Dylkowa 1967, Krajewski 1977). W okolicach Kamiona na lewym brzegu Bzury duża wydma paraboliczna przesuwiała się średnio 75 cm na rok w okresie 1915–1958 (Kobendza, Kobendza 1958). W sąsiedztwie Aleksandrowa Łódzkiego na początku XX w., po wycięciu lasu, wydma wędrowała z prędkością 1 m na rok (Kossmann 1930). Mniejsze lub większe zespoły wydm, wskutek wylesienia, przekształcały się w pola piasków podlegających rozwiewaniu jeszcze w połowie XX w. na całym Niżu Polskim. W niektórych przypadkach na Mazowszu i na Kujawach rozwiewanie wydm zachodziło na tak dużą skalę, że tereny przypominały miniaturowe pustynie. Także na badanym obszarze występowały takie zjawiska. Jeszcze w okresie międzywojennym

w XX w. rozwiewane były całkowicie odsłonięte piaski wydumowe, np. w Karsznicach, Jasionnej, Kuczkach (ryc. 2).

Duży wpływ na ożywienie lub stabilizację procesów eolicznych podczas ostatniego tysiąclecia miały także wahania poziomu wód gruntowych. Obniżanie poziomu wód z powodów naturalnych lub antropogenicznych zawsze uaktywniało procesy eoliczne i sprzyjało powstaniu na równinie piaszczystej licznych form deflacyjnych oraz zespołu niskich wydym (Wasylikowa 1964, Szczypek, Wach 1991). Uregulowanie Bzury i budowa rowów odwadniających spowodowały osuszenie nie tylko dna doliny, ale także podłoża wydym, co zostało zauważone już po 50 latach (Olaczek 2002, Kobojeł 2004). Do skutków nadmiernego odwodnienia doliny, poza wielkimi połaciami przesuszonych łąk, należy zaliczyć uruchomienie procesu rozwiewania piasków wydumowych na wcześniej zaoranych powierzchniach. W latach 60. XX w. powierzchnie lotnych piasków i przesuszonych pól zajęły zalesienia sosnowe. Podobne procesy miały miejsce w dnie doliny Neru i Warty. Prawdopodobnie połączenie przyczyn naturalnej i antropogenicznej było powodem ożywienia procesów eolicznych w analizowanych dolinach. Suchsza druga połowa XIX w., dodatkowo osuszenie den dolinnych w wyniku regulacji rzek i melioracji oraz zaoranie części form wydumowych stworzyły warunki do rozwiewania wydmy (Krajewski 1977, Twardy 2008, Kobojeł 2009).

Jako zjawisko zupełnie normalne traktowane są procesy deflacji, transportu i akumulacji piasków eolicznych, a także wędrówka wydym w warunkach klimatu suchego. Inaczej jest w umiarkowanej strefie klimatycznej. W tym przypadku wydmy śródlądowe przemieszczające się o kilkadziesiąt centymetrów na rok, czy tylko rozwiewane piaski na okoliczne pola, postrzegane są jako zjawiska nietypowe, niepożądane, a nawet w kategorii zagrożenia. Za pożądany, stabilny należy uznać stan, kiedy wiatr nie przenosi piasku wydumowego na okoliczne obszary, czyli pagórek porasta las, który chroni ziarna przed deflacją. Taka sytuacja nie powoduje strat gospodarczych. Stabilność ekosystemów można zdefiniować jako zdolność układu do powracania do stanu początkowego po zaburzeniach (Weiner 1999, Kistowski 2010). To znaczy, że zmiany roślinności na niewielkiej powierzchni wydmy są tylko chwilowym odchyleniem od normy. Sytuacja jest trudniejsza w przypadku uszkodzenia gleby. Jeżeli w wyniku procesów naturalnych lub antropogenicznych czynniki warstwa gleby zostanie usunięta, to potrzeba długiego okresu do jej odbudowania, czyli zachwiana została stabilność.

Reakcja środowiska przyrodniczego na antropopresję może być rozpatrywana ze względu na formy oddziaływania. Podjęto próbę oceny wrażliwości ekosystemu wydym śródlądowych i sąsiadujących z nimi torfowisk na przejawy różnych form antropopresji na terenie badań (tab. 1). Analizowano wpływ następujących działań: wycięcie lasu, posadzenie lasu, sezonowa likwidacja lub zubożenie roślinności, wypasanie, antropogeniczne obniżenie poziomu wód gruntowych, antropogeniczne podniesienie poziomu wód gruntowych, mechaniczne oddziaływanie na glebę, zabiegi agrotechniczne, rekreacja, mechaniczne oddziaływanie na runo, zabudowa powierzchni. Na wszystkie badane formy oddziaływania człowieka najbardziej wrażliwe są torfowiska, które najszybciej podlegają degradacji. Jakakolwiek próba wykorzystania torfowiska, np. wydobycie torfu, użytkowanie jako

Tabela 1. Ocena wrażliwości środowiska wydmy, torfowiska i ich sąsiedztwa

Forma oddziaływania	Wydma – piaski, obszar infiltracji	Torfowisko – torf, obszar retencji	Równina morenowa – gлина zwałowa, obszar ewapo- transpiracji	Dno doliny rzecz- nej – żwiry, piaski i mułki, obszar infiltracji den do- linnych pole/łąka
Wycięcie lasu	---	---	-/+	-/+
Dosadzenie lasu	++	×	+/-	+/-
Sezonowa likwidacja lub zubożenie roślinności	--	---	0	0
Wypasanie	---	×	0	0
Antropogeniczne obniżenie poziomu wód gruntowych	-	---	-	+/-
Antropogeniczne podniesie- nie poziomu wód gruntowych	+	+	0	-/+
Mechaniczne oddziaływanie na glebę	---	---	+	+ / ×
Zabiegi agrotechniczne	×	×	+	+ / 0
Rekreacja, mechaniczne oddziaływanie na runo	-	×	0	0
Zabudowa powierzchni	--	×	0	0/-

Wrażliwość środowiska na antropopresję: -, --, --- reakcje niepożądane; 0 reakcja nieznaczna; +, ++, +++ reakcje z tendencją pożądaną; × konfiguracja, która nie powinna wystąpić.

Źródło: opracowanie własne.

łąki, łączy się z koniecznością odwodnienia, czyli usunięcia czynnika, który jest decydujący dla rozwoju, funkcjonowania i ogromnej wartości torfowiska. Antropogeniczne osuszenie prowadzi do degradacji torfu, jego murszenia i zniszczenia cennego ekosystemu.

Wrażliwe są także wydmy śródlądowe, ponieważ jako formy wypukłe zbudowane z piasku łatwo podlegają erozji eolicznej i wodnej po wycięciu drzew. W strefie umiarkowanej występuje wiatr, który może porywać i transportować suchy piasek. Dlatego niebezpieczne jest odsłonięcie dużych powierzchni poleśnych czystymi zrębami i pozostawienie ich na działanie czynników atmosferycznych i słońca. Na eksponowanych południowych i zachodnich zboczach, promienie słoneczne wysuszają grunt, gleba kruszeje i poddaje się działaniu wiatru, który wynosi cząstki gleby, odsłania głębsze warstwy piasku i rozpoczyna proces deflacji. Obok działalności eolicznej, na wydmach ze zniszczoną roślinnością zachodzi również proces rozmywania stoków. Wydajność morfologiczna spłukiwania związana z wiosennym topnieniem śniegu lub z letnimi burzowymi opadami jest bardzo znaczna. Obecnie w niektórych miejscach jest to proces znacznie silniej zaakcentowany niż działalność eoliczna. Do pozytywnych form antropogenicznego oddziaływania można zaliczyć dosadzenie lasu na odsłoniętych powierzchniach piaszczystych i czasem antropogeniczne podniesienie poziomu wód gruntowych, co powoduje bujniejszy rozwój roślinności w dolnych partiach wydmy. Sam wyrąb lasów na niewielkiej powierzchni nie jest niebezpieczny dla wydmy, o ile odsłonięta powierzchnia zostanie szybko zalesiona. Jednak przyczynia się do

zubożenia bioróżnorodności. Niebezpieczna jest orka, karczowanie i wyciąganie pni traktorami oraz inna działalność, która powoduje mechaniczne uszkodzenie powłoki glebowej, ponieważ może stworzyć warunki do odnowienia procesów eolicznych. Użytkowanie rolne jest dużym zagrożeniem dla ekosystemu. Coroczna orka i przesypanie cienkiej warstwy gleby oraz piasku stwarza dogodne warunki do erozji eolicznej, szczególnie przy powtarzających się suchych latach. Najważniejsze jest zachowanie warstwy glebowej, która stanowi podstawę do bytowania młodej roślinności. Utrwalenie wydmy całkowicie pozbawionych warstwy glebowej i roślinności jest sprawą trudną i kosztowną. Doprowadzi ono do zatrzymania piasków, ale na utworzenie nowej warstwy gleby i wyhodowania lasu trzeba czekać dziesiątki lat. Odporność i wrażliwość środowiska mogą stanowić podstawę do podejmowania decyzji dotyczących wyznaczania stref użytkowania i zagospodarowania terenu, gdyż pozwalają ocenić, na ile dany fragment środowiska będzie w stanie „poradzić sobie” z antropopresją.

Obecnie na obszarze badań występuje wiatr o średniej prędkości 4,2 m/s, a liczba dni z wiatrem silnym (z prędkością powyżej 10 m/s) i bardzo silnym (powyżej 15 m/s) wynosi 51 (Kozuchowski 2011). Aktywne pola piaszczyste w Holandii i w Polsce w latach 70.–80. XX w. (po usunięciu sosny) występowały przy wietrze o prędkości powyżej 5 m/s (Kobendza, Kobendza 1958, Wojtanowicz 2004, Koster 2009). Można przyjąć, że w centralnej Polsce współczesne warunki anemologiczne są wystarczające do tego, aby wiatr mógł wykonywać działalność niszczącą, transportową i akumulacyjną. Prędkość progowa, od której rozpoczyna się erozja eoliczna, wynosi >3 m/s. Wiatr o prędkości przekraczającej 5 m/s nie tylko toczy ziarna piasku po powierzchni, ale także unosi je, wprawiając w ruch saltacyjny. Ruch wydmy odbywa się przy wietrze o sile powyżej 15 m/s. Procesowi eolicznemu podlega piasek suchy, czyli im mniej opadów, tym jest suchszy.

Pomimo wystarczającej siły wiatru, w centralnej Polsce obecnie nie zachodzi rozwiewanie wydmy na skalę tej z początku XX w., ponieważ są one pokryte roślinnością leśną. Las stabilizuje nawet pojedyncze wydmy wśród rozległych pól. Są to jednak jednowiekowe monokultury sosnowe pochodzące z sadzenia oraz zbiorowiska zdegradowane. Nawet ten ubogi las chroni piaszczystą glebę przed erozją eoliczną i wodną. Dlatego lasy pełnią przede wszystkim rolę glebotwórczą i glebochronną na obszarach piaszczystych. Są najlepszą formą utrzymania potencjału produkcyjnego gleb. Powodują osłabienie prędkości wiatru, dzięki czemu mniejsza jest erozja eoliczna gleby. Osłabione zostaje także parowanie z gleby, co przeciwdziała jej wysuszeniu. W umiarkowanej strefie klimatycznej lasy na wymach śródlądowych są najlepszą formą ochrony gleby przed erozją zarówno eoliczną, jak i wodną.

Las jest środowiskiem życia różnorodnych organizmów, stanowi ostoję dzięki flory, grzybów i fauny, czyli ma znaczenie biocenotyczne. Istotnym czynnikiem, który wpływa na bogactwo gatunkowe układów ekologicznych, jest czas sukcesji wtórnej (Odum 1969). Nawet te 40-letnie posadzone lasy sosnowe tworzą siedliska zróżnicowane pod względem struktury roślinności i decydują o bogactwie agroekosystemów.

W warunkach obecnych zmian klimatycznych, użytkowanie terenów będzie miało fundamentalne znaczenie dla ochrony przed erozją gleb i rozwiewania piasków na suchych obszarach wydmowych. Największą przeszkodą dla działalności wiatru jest roślinność, zwłaszcza las. Usunięcie tej powłoki może być impulsem do ponownej wędrówki piasku. W obecnych warunkach klimatycznych, a nawet przy niewielkim obniżeniu opadów, ale zalesieniu wydm, nie będzie warunków do uruchomienia procesów eolicznych na większą skalę. Przy dalszym osuszeniu środowiska, w tym obniżeniu poziomu wód gruntowych, ważną będzie jakość lasów. Zdecydowanie należy zrezygnować z orki nawet na obrzeżach wydm i dążyć do wzmocnienia odporności lasów na wydmach.

Na intensywnie użytkowanych terenach rolniczych las spełnia także ważne funkcje społeczne jako miejsce wypoczynku i rekreacji, edukacji ekologicznej, badań naukowych oraz ochrony przyrody. W ujednoczonym rolniczym krajobrazie lasy sosnowe na wydmach mają ogromne walory krajobrazowe, ponieważ kontrastują z monotonią terenów rolniczych i zabudowanych. Nawet lasy na pojedynczych wydmach nadają uroku krajobrazom równinnym, a odcinki te są ważne dla tras rowerowych np. w Łowickim i Łęczyskim. W dnach pradolin użytkowanych rolniczo lasy zachowały się tylko na wydmach i to one są podstawą mozaikowości krajobrazu.

Podsumowanie

Zgodnie z podstawową zasadą gospodarki przestrzennej, każdemu miejscu można przyporządkować właściwy sposób zagospodarowania (Budner 2004). Często o formie użytkowania decyduje środowisko przyrodnicze. Wydmę śródlądową są doskonałym przykładem konieczności przestrzegania tej zasady.

Chociaż wydmę śródlądową występującą w nizinnej części Polski powstałą w zimnych i suchych warunkach późnego wistulianu, to łatwo podlegają przekształceniom przez procesy eoliczne w warunkach klimatu umiarkowanego. Obecnie występują wiatry o prędkości powyżej 5 m/s, które sprzyjają procesom eolicznym (Wojtanowicz 1999, Pełka-Gościniak 2009). Stabilność wydm śródlądowych zapewnia tylko ich odpowiednie użytkowanie, czyli pokrycie lasem. Z kolei las sosnowy na miększych piaskach eolicznych jest zgodny z charakterem siedliska.

Współczesne użytkowanie form wydmowych w dorzeczu Bzury i Neru, czyli na obszarze intensywnego rolnictwa, jest dostosowane w przewadze do cech środowiska przyrodniczego. Zdecydowana większość wydm jest zalesiona. Należy także podkreślić, że lasy występują prawie tylko na piaskach wydmowych, dlatego mają małe powierzchnie i są rozproszone w przestrzeni rolniczej, co jest sytuacją niekorzystną. Jednak nawet one w krajobrazie rolniczym są wyjątkowo cenne. Na obszarach piaszczystych pełnią przede wszystkim rolę glebotwórczą i są także najlepszą formą ochrony gleby przed erozją zarówno eoliczną, jak i wodną. Należy podkreślić, że w czasie zmiany warunków klimatycznych i coraz większego osuszenia gruntu będzie wzrastało znaczenie funkcji ochronnej. Zachowanie lasów

na wydmach śródlądowych, a nawet ich powiększenie jest ważne ze względu na zmiany klimatyczne. Trzeba dodatkowo dbać o jakość tych lasów. Dlatego funkcja gospodarcza (wycinanie drzew nawet na małych powierzchniowo wydmach) powinna być wyeliminowana.

Na terenach rolniczych Równiny Łowicko-Błońskiej i Równiny Kutnowskiej ważna jest także funkcja krajobrazowa i społeczna lasów. Nawet niewielkie powierzchniowo lasy podnoszą estetykę krajobrazu. Wydmy porośnięte lasem sosnowym, sąsiadujące z polami lub łąkami tworzą duży kontrast krajobrazowy. Także lasy na wydmach sprzyjają wypoczynkowi, czyli spełniają ważne funkcje społeczne. Jednak brak innych walorów przyrodniczych powoduje, że otoczenie wydm, a czasem one same, są w pierwszej kolejności zajmowane pod zabudowę letniskową i rekreacyjną. Można sądzić, że ta presja będzie coraz większa, ponieważ lasów jest mało, a zainteresowanie budowlane duże.

Ciągle jeszcze zbyt wiele gruntów ornych położonych jest na niższych ramionach wydm lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie. W warunkach obecnych zmian klimatycznych, użytkowanie tych terenów będzie miało fundamentalne znaczenie dla ochrony gleb przed erozją. Dlatego docelowo wszystkie pola na obszarach wydmowych powinny zostać zastąpione lasem. Dolesienia, nawet na małej powierzchni, mają szczególne znaczenie na terenach o niskiej lesistości i dużym zagrożeniu procesami erozji gleb i niekorzystnego bilansu wodnego. Obecnie ważne jest pielęgnowanie krajobrazu tak, aby zachował on swoje wartości ekologiczne.

Geosystem wydm śródlądowych, jako szczególnie wrażliwy na oddziaływanie człowieka i zmiany klimatu, powinien być otoczony szczególną troską. Zintegrowany rozwój rolnictwa i wsi nakazuje pewien umiar w rozwoju obszarów wiejskich tak, aby istniała niezbędna równowaga między środowiskiem przyrodniczym a rozwojem gospodarczym i społecznym (Kołodziejczak 2017). Obszary wydmore na terenach intensywnego rolnictwa doskonale nadają się do przestrzegania zasady zgodności charakteru środowiska przyrodniczego i formy użytkowania.

Literatura

- Balińska-Wuttke K. 1970. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Skierniewice (593). Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baraniecka M.D. 1968. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łęczycza (552). Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Bogacki M. 1969. Wydmy Równiny Kurpiowskiej. Prace Geograficzne IG PAN, 75: 327–354.
- Bogdanowski J. 1993. Problemy architektury krajobrazu rzecznoego. [W:] J. Kultuniak (red.), *Rzeki. Kultura – cywilizacja – historia*. T. 2. Śląsk. Katowice, s. 61–75.
- Brzeziński H. 1986. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Głowno (591). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Brzeziński M. 1991. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łowicz (555). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Brzeziński M. 1998. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Bolimów (556). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Budner W. 2004. Lokalizacja przedsiębiorstw. Aspekty ekonomiczno-przestrzenne i środowiskowe. AE, Poznań.

- Chmielewski T.J. 2012. Systemy krajobrazowe. Struktura–funkcjonowanie–planowanie. PWN, Warszawa.
- Chmielewski T.J., Myga-Piątek U., Solon J. 2015. Typologia aktualnych krajobrazów Polski. *Przegląd Geograficzny*, 87, 3: 377–408.
- Dylikowa A. 1967. Wydmy środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu. [W:] R. Galon, J. Dylik (red.), *Czwartorzęd Polski*. PWN, Warszawa, s. 353–371.
- Forysiak J., Kamiński J. 1999. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Uniejów (588). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Galon R. 1958. Z problematyki wydym śródlądowych w Polsce. [W:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*. PWN, Warszawa, s. 13–31.
- Jakubowska-Gabara J. 2002. Roślinność leśna. [R:] J. Jakubowska-Gabara, J. Markowski (red.), *Bolimowski Park Krajobrazowy. Monografia przyrodnicza. Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej*, Łódź, s. 26–32.
- Jankowski M. 2009. Antropogeniczne uwarunkowania holocenijskich procesów eolicznych w Kotlinie Toruńskiej w świetle badań gleb kopalnych. [W:] I. Hildebrandt-Radke, J. Jasiewicz, M. Lutyńska (red.), *Środowisko i kultura. T. 6. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań*, s. 54–56.
- Jeziorski J. 2013. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piątek (553). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Kistowski M. 2010. Bierna ochrona krajobrazu jako podstawa utrzymania korzystnych warunków życia człowieka. *Przegląd Przyrodniczy*, 21, 2: 18–30.
- Klimko R. 1973. Morfogenez zachodniej części Międzyrzecza Warciańsko-Noteckiego. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, 26, A: 21–76.
- Kłysik K. 2001. Warunki klimatyczne. [W:] S. Liszewski (red.), *Zarys monografii województwa łódzkiego*. Łódzkie Tow. Naukowe, Łódź, s. 68–81.
- Kobendza J., Kobendza R. 1958. Rozwiewane wydmy Puszczy Kampinoskiej. [W:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*. PWN, Warszawa, s. 95–170.
- Kobojek E. 2004. Środowiskowe skutki melioracji i regulacji rzek w dolinie Bzury w okolicach Łowicza. *Folia Geogr. Physica*, 6: 31–46.
- Kobojek E. 2009. Naturalne uwarunkowania różnych reakcji rzek nizinnych na antropopresję na przykładzie środkowej Bzury i jej dopływów. *Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź*.
- Kobojek E., Kobojek S. 2019. Walory przyrodnicze i zagospodarowanie turystyczne wydym śródlądowych na przykładzie regionu łódzkiego. *Space–Society–Ekonomy*, 29: 25–44.
- Kobojek E., Kobojek S. 2021. Wydmy śródlądowe – środowisko przyrodnicze i działalność człowieka na przykładzie regionu łódzkiego. *Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź*.
- Kołodziejczak A. 2017. Koncepcja zintegrowanego rozwoju rolnictwa i wsi a wiejskie obszary funkcjonalne. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 37: 41–49.
- Kondracki J. 1978. *Geografia fizyczna Polski*. PWN, Warszawa.
- Kondracki J. 1998. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
- Kossmann O. 1930. O wydymie aleksandrowskiej. *Czasopismo Towarzystwa Przyrodniczego Staszica w Łodzi*, 4: 6–11.
- Koster E.A. 1988. Ancient and modern cold-climate aeolian sand deposition: a review. *Journal of Quaternary Science*, 3, 1: 69–83.
- Koster E.A. 2009. The history of Late Holocene drift sands in the Netherlands: origin and reactivation. [W:] R. Dulias, J. Pełka-Gościński, O. Rahmonov (red.), *Ekosystemy piaszczyste i człowiek*. *Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Sosnowiec*, s. 111–134.
- Kożuchowski K. 2011. *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*. PWN, Warszawa.
- Krajewski K. 1977. Późnoplejstocenijskie i holocenijskie procesy wydymotwórcze w Pradolinie Warszawsko-Berlińskiej w widłach Warty i Neru. *Acta Geographica Lodziensia*, 39.
- Kurowski J.K. 2015. Ekologia i ochrona roślinności leśnej. EKO-GRAF Adam Świć, Łódź.
- Lencewicz S. 1922. Wydmy śródlądowe Polski. *Przegląd Geograficzny*, 2: 12–59.
- Małkowski S. 1917. O wydymach piaszczystych okolic Warszawy. *Tow. Nauk. Warsz., Prace, Warszawa*.
- Manikowska B. 1985. O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydym Polski Środkowej. *Acta Geographica Lodziensia*, 52.
- Mapa Przeglądowa Polski w skali 1:500 000. 1992. Główny Geodeta Kraju, Pracownia Kartografii Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk, Polskie Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. E. Romera S.A., Warszawa

- Mrózek W. 1958. Wydmy Kotliny Toruńsko-Bydgoskiej. [W:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*. Cz. II. PWN, Warszawa, s. 7–59.
- Myga-Piątek U. 2010. Przemiany krajobrazów kulturowych w świetle idei zrównoważonego rozwoju. *Problemy Ekorozwoju*, 5, 1: 95–108.
- Nowaczyk B. 1976. Geneza i rozwój wydym śródlądowych w zachodniej części Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej w świetle badań strukturalnych, uziarnienia i stratygrafii budujących je osadów. *Prace Kom. Geogr.-Geolog. PTPN*, 16.
- Nowaczyk B. 1986. *Wiek wydym w Polsce*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Nowaczyk B. 2002. Litologiczny i morfologiczny zapis działalności wiatru w Polsce w ostatnich 30 tysiącach lat. *Czasopismo Geograficzne*, 73, 4: 275–311.
- Nowicki K. 1993. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łyszkowice (592). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Nowicki K. 1995. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Dąbie (551). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Odum E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262–270.
- Olaczek R. 2002. Rzeki w życiu lokalnej społeczności (opowieść o Bzurze). [W:] J. Kułtuniak (red.), *Rzeki. Kultura–cywilizacja–historia*. T. 11. Śląsk Wydawnictwo Naukowe, Katowice, s. 183–214.
- Ostaszewska K. 2002. *Geografia krajobrazu. Wybrane zagadnienia metodologiczne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Pełka-Gościński J. 2009. Intensity of aeolian processes in Poland (review of literature). *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2: 50–56.
- Richling A., 2005. Krajobraz naturalny, pierwotny, kulturowy i potencjalny. [w:] A. Richling, K. Ostaszewska (red.), *Geografia fizyczna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 294–296.
- Rychling A., Solon J. 2002. *Ekologia krajobrazu*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Schirmer W. 1999. Dune phase and soils in the European sand belt. [W:] W. Schirmer (red.), *Dunes and fossil soils*. *GeoArchaeoRhein*, 3: 11–42.
- Solon J. 2008. Typy krajobrazu kulturowego Polski. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 20: 109–115.
- Symonides E. 2010. Znaczenie powiazań ekologicznych w krajobrazie rolniczym. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie*, 10, 4: 249–263.
- Subczyńska P., Petera-Zganiacz J. 2018. Formy eoliczne oraz ich przekształcenia antropogeniczne na Polesiu Wołyńskim w świetle analizy źródeł kartograficznych i zdjęć satelitarnych. *Teledetekcja Środowiska*, 58: 23–36.
- Szalewicz H. 1994. Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Żyrardów (557). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Szałamacha G. 1996a. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kutno (517). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Szałamacha G. 1996b. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Żychlin (518). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Szczypek T. 1986. Dune forming processes in the middle part of the Cracow-Wielun upland against a background of the neighbouring area. *Prace Nauk. UŚ w Katowicach*, 823.
- Szczypek T., Wach J. 1991. Human impact and intensity of aeolian processes in the Silesian-Cracow Upland (Southern Poland). *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., 90: 171–177.
- Szumacher I., Matuszkiewicz J.M. 2021. *Nizina Środkowomazowiecka. Wiadomości ogólne*. [W:] A. Richling, J. Solon, A. Macias, J. Balon, J. Borzyszkowski, M. Kistowski (red.), *Regionalna geografia fizyczna Polski*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 286–288.
- Twardy J. 2008. Transformacja rzeźby centralnej części Polski Środkowej w warunkach antropopresji. Wydawnictwo UŁ, Łódź.
- Twardy J. 2016. Antropogeniczna faza wydymotwórcza w środkowej Polsce. [W:] J. Święchowicz, A. Michno (red.), *Wybrane zagadnienia geomorfologii eolicznej*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 157–183.
- Wasylikowa K. 1964. Roślinność i klimat późnego glacjału w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy. *Biul. Peryglacjalny*, 13: 261–376.
- Weiner J. 1999. *Życie i ewolucja biosfery*. PWN, Warszawa.
- Wiluś R., Włodarczyk B., Wojciechowska J. 1999. Kolonizacja turystyczna terenów wiejskich województwa łódzkiego. [W:] J. Jakóbczyk-Gryszkiewicz, K. Kłysik (red.), *Nauki geograficzne a edukacja społeczeństwa*. T. 2. Region Łódzki, PTG, UŁ, Łódź, s. 96–104.

Wojtanowicz J. 2004. Współczesne procesy eoliczne – wybrane problemy. [W:] J. Wojtanowicz (red.), *Formy i osady eoliczne*. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań, s. 69–76.

Inland dunes geosystem in the agricultural landscape on the example of the Bzura and Ner basins

Abstract: Inland dunes are a common form of land relief in the Polish lowlands; the distinctive feature of the underlying geosystem is the dryness of the base. High thickness of quartz sands, low-lying ground water, and soil of poor quality are qualities that support the development of pine forests. These sandy areas are particularly susceptible to human activity. Removal of forests and ploughing of the uncovered surface often resulted in stimulating aeolian processes in the past. Even in the mid-20th century some dunes were blown away by wind. This process in agricultural areas should be considered as a threat and, therefore, it is important to utilise dunes properly, in a manner appropriate for the existing abiotic conditions.

In the basins of the rivers Bzura and Ner (central Poland) there are located rich soils intensely used for agriculture; forests occupy 0–5% of the surface area in various communes. This area has also generated inland dunes, some of which reach the height of 20 m. In the article the author analyses the forms of use and utilisation of inland dunes and evaluates the susceptibility of this ecosystem to various forms of anthropogenic impact.

Modern use of dune surface within the studied area is mostly matched with the features of the natural environment. Most forms are overgrown with pine forests. However, forests occupy a small area in total and are scattered throughout agricultural land as they only occupy dunes. These forests are of a multifunctional nature – they serve the ecological, economic, and cultural functions. They fulfil the important functions of pedogenesis and they protect the area from aeolian and water erosion. Finally, within the homogeneous agricultural landscape, pine forests in dunes also carry huge scenic benefit as they offer contrast to the monotony of farmlands.

Soils in aeolian sands feature low productivity, they are prone to aeolian erosion, and their cultivation is uneconomic which is why today farmlands can only be found in the lower sections of dunes. Before the mid-20th century there were more cultivated lands on dunes but they were forested.

Dry base has long supported settlement efforts which is why dense rural development exists in the immediate vicinity of dune forms while on dunes developments are scattered. Since the mid-20th century some dunes and their surrounding areas have featured vacation developments. Plain agricultural areas do not feature many natural assets that would support recreation and their main asset are the forests overgrowing dunes, yet in some cases developmental pressure exceeds the potential of the small stock of forests.

Key words: inland dunes, agricultural areas, land use, forests, central Poland