

Elżbieta Kobojek
Sławomir Kobojek

WYDMY ŚRÓDLĄDOWE

— środowisko przyrodnicze
i działalność człowieka
na przykładzie
regionu łódzkiego



WYDMY

– środowisko przyrodnicze
i działalność człowieka
na przykładzie
regionu łódzkiego

ŚRÓDLĄDOWE



WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

**Elżbieta Kobojek
Sławomir Kobojek**

WYDMY – środowisko przyrodnicze
i działalność człowieka
na przykładzie
regionu łódzkiego

ŚRÓDLĄDOWE

Elżbieta Kobołek – Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych
Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej
Zakład Fizjografii i Planowania Przestrzennego, 90-142 Łódź, ul. Kopcińskiego 31

Sławomir Kobołek – Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych
Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej
Zakład Zagospodarowania Środowiska, 90-142 Łódź, ul. Kopcińskiego 31

RECENZENT
Mariusz Szubert

REDAKTOR INICJUJĄCY
Beata Koźniewska

OPRACOWANIE REDAKCYJNE
Sylvia Mosińska

SKŁAD I ŁAMANIE
Munda – Maciej Torz

KOREKTA TECHNICZNA
Leonora Gralka

PROJEKT OKŁADKI
Polkadot Studio Graficzne Aleksandra Woźniak, Hanna Niemierowicz
Zdjęcie wykorzystane na okładce autorstwa Piotra Lewandowskiego

© Copyright by Elżbieta Kobołek, Sławomir Kobołek, Łódź 2021
© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2021

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 (CC BY-NC-ND)

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
Wydanie I. W.10157.20.0.K

Ark. wyd. 9,5; ark. druk. 9,75

ISBN 978-83-8220-427-8
e-ISBN 978-83-8220-428-5

<https://doi.org/10.18778/8220-427-8>

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8
www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. 42 665 58 63

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	7
1.1. Cel i zakres badań	10
1.2. Metody badań i źródła informacji	11
1.3. Rozmieszczenie wydm śródlądowych w regionie łódzkim	13
2. Morfogeneza wydm śródlądowych	17
2.1. Rozwój wydm w zimnych warunkach klimatycznych późnego wistulianu	17
2.2. Wpływ działalności człowieka na przekształcenie wydm w holocen	25
2.3. Proces rozwiewania wydm w drugiej połowie XIX i w XX w.	29
3. Cechy ekosystemów w obszarach wydmowych	35
3.1. Cechy litologiczne piasków eolicznych	35
3.2. Współczesna rzeźba pól wydmowych	41
3.3. Stosunki wodne	48
3.4. Gleby	51
3.5. Szata roślinna	54
3.6. Klimat lasu na wydmach	62
4. Użytkowanie i zagospodarowanie obszarów wydmowych w regionie łódzkim	67
4.1. Lasy	67
4.1.1. Charakterystyka lasu	72
4.1.2. Funkcje lasu na wydmach	74
4.2. Tereny uprawne	79
4.3. Eksploatacja piasków wydmowych i torfu z niecek deflacyjnych .	82
4.4. Zabudowa	87
4.5. Formy ochrony środowiska przyrodniczego obszarów wydmowych	91
5. Zabudowa turystyczna i rekreacyjna pól wydmowych	99
5.1. Walory turystyczne i rekreacyjne obszarów wydm śródlądowych	99
5.2. Lokalizacja zabudowy turystycznej	105

6. Wrażliwość ekosystemów piaszczystych w warunkach zmian klimatu i antropopresji	119
6.1. Przyczyny ożywienia procesów eolicznych w czasach historycznych	119
6.2. Stabilność i wrażliwość ekosystemów wydmych	123
6.3. Zagrożenia w warunkach zmian klimatu	127
6.4. Pożądane kierunki użytkowania pól wydmych w regionie łódzkim	130
7. Podsumowanie	133
8. Literatura	139
Spis ilustracji i tabel	153

WPROWADZENIE

W wielu regionach na Ziemi występują wyjątkowe formy terenu, jakimi są wydmy tworzone przez wiatr i zbudowane głównie z piasku. Najbardziej znane są wydmy ukształtowane w obrębie pustyni strefy zwrotnikowej i podzwrotnikowej (ryc. 1). W gorących i suchych warunkach klimatycznych są one pozbawione szaty roślinnej, a niektóre z nich wędrują w ciągu roku na znaczne odległości. Drugim obszarem, w obrębie którego wiatr kształtuje wydmy, są wybrzeża w umiarkowanej strefie klimatycznej – rozwijają się tam wydmy nadmorskie, przy czym część z nich jest zalesiona, a na terenach wylesionych wiatr nadal przenosi piasek (ryc. 2). Wskazać można jeszcze jedną, bardzo ważną strefę występowania wydm, tym razem śródlądowych uznawanych za formy kopalne – fosylne (ryc. 3). W obrębie Niziu Europejskiego, od Europy Zachodniej po Wschodnią, od Anglii i Niderlandów po Ukrainę i Rosję, rozciąga się szeroki pas, gdzie na powierzchni terenu występują eoliczne piaski pokrywowe i wydmy śródlądowe (ryc. 4) – jest to tzw. europejski pas piaszczysty (*European sand belt*; por. Koster 1988, Zeeberg 1998). Północna granica tego eolicznego pasa nawiązuje do linii zasięgu ostatniego zlodowacenia, a południowa – do maksymalnego zasięgu plejstocenijskiego lądolodu (ryc. 4). Chociaż zasięg tego piaszczystego pasa jest tak rozległy, to główna masa piasków eolicznych była akumulowana podczas ostatniego zlodowacenia (Weichselian/Vistulian). Z zachodu ku wschodowi Niziu Europejskiego zmienia się proporcja piaszczystych pokryw eolicznych do wydm. Na zachodzie dominują pokrywy eoliczne, podczas gdy duże pola wydmowe przeważają na wschodzie. Polska położona jest w strefie przejściowej, czyli występują tu zarówno pokrywy eoliczne, jak i wydmy. Wydmy śródlądowe są formami wypukłymi o różnych kształtach (z przewagą parabolicznych) i znacznych wysokościach względnych (maksymalnie do około 30 m), dlatego stanowią ważny element krajobrazu równinnej Europy, w tym także Polski.

Geneza wydm śródlądowych jest dobrze poznana, a zagadnienie to ma bogatą literaturę (np. Galon 1958, Dylikowa 1967, Nowaczyk 1976, 2000, Krajewski 1977, Manikowska 1985, 1995, Szczypek 1986, Koster 1988, 2009, Twardy 2008). Wskazywane są dwa główne okresy ważne dla rozwoju i przekształcania się wydm. Europejskie wydmy śródlądowe ukształtowane zostały w zimnych perylacjalnych warunkach klimatycznych późnego vistulianu w wyniku deflacyjnej, transportowej i akumulacyjnej działalności wiatru. Ustabilizowane zostały przez roślinność (głównie lasy iglaste), która rozwinęła się w holocenie w warunkach klimatu umiarkowanego.



Ryc. 1. Zespół wydmy na Saharze, na południu Maroka

Źródło: E. Kobojek.



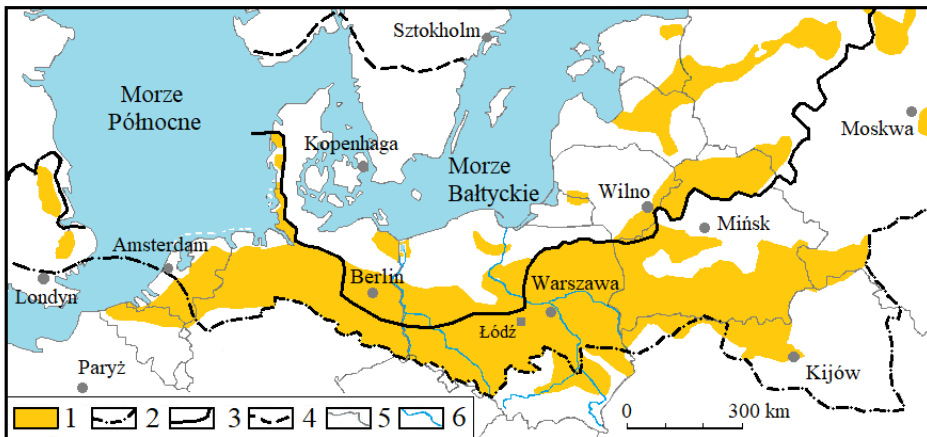
Ryc. 2. Wędrująca wydma nadmorska na południowym wybrzeżu Bałtyku

Źródło: S. Kobojek.



Ryc. 3. Utrwalona przez roślinność leśną wydma śródlądowa w środkowej Polsce

Źródło: S. Kobojeck.



Ryc. 4. Rozmieszczenie pokryw piaszczystych i pól wydmowych w Europie powstałych w zimnym klimacie późnego wistulianu

- 1 – zasięg pasa piaszczystego; 2 – maksymalny zasięg lądolodu odry (Saalian);
 3 – maksymalny zasięg lądolodu wisły (Vistulian); 4 – zasięg lądolodu w młodszym dryasie; 5 – granice państwowe; 6 – główne rzeki w Polsce

Źródło: na podstawie Koster (1995), Zeeberg (1998), Nowaczyk (1986c).

Dopiero działalność człowieka prowadząca do wycięcia lasów na wydmach spowodowała ich rozwiewanie, a nawet kształtowanie nowych w młodszej części holocenu. Procesy te aktywne były w Europie, również w Polsce, jeszcze w połowie XX w. Obecnie wydmy śródlądowe są w zdecydowanej przewadze stabilnymi formami geomorfologicznymi, najczęściej porośniętymi lasem. W obrębie wydmy ukształtował się wyjątkowy ekosystem, o którego charakterze decydują znaczne miąższości piasków kwarcowych, ich duża przepuszczalność, nisko położony poziom wód gruntowych i ubogie gleby. Jest to ekosystem szczególnie wrażliwy na oddziaływanie człowieka. Występowanie wysokich temperatur i okresów suchych związanych ze zmianami warunków klimatycznych na przełomie XX i XXI w. może spowodować obniżenie poziomu wód gruntowych, a to z kolei może mieć wpływ na charakter pokrywy roślinnej. Znaczenie warunków klimatycznych może być większe, gdy zostanie wsparte niekorzystnymi działaniami człowieka. Dlatego bardzo ważna jest analiza przyczyn naturalnych i antropogenicznych reaktywacji procesów eolicznych w holocenie, obecnego użytkowania pól wydmych i ocena wrażliwości tego delikatnego środowiska wydmych w strefie umiarkowanej.

1.1. Cel i zakres badań

Wydmy śródlądowe stanowią charakterystyczny element krajobrazu w obrębie równinnych wysoczyzn polodowcowych i den pradolinnych w regionie łódzkim. Obszar ten jest położony w środkowej części europejskiego pasa piaszczystego (ryc. 4). Obecność wydm znacząco zwiększa deniwelacje terenu. Geneza wydm w regionie łódzkim jest dobrze opracowana i posiada bogatą literaturę (np. Dylkowa 1958, 1967, Manikowska 1966, 1977, 1985, 1995, Gawlik 1969, 1970, Krajewski 1977, 1997, Twardy 2008, 2012), brakuje jednak prac przedstawiających cechy ekosystemu na wydmach. Nie ma także opracowań dotyczących użytkowania i zagospodarowania pól wydmych w regionie łódzkim, poza przyczynkarskimi artykułami przedstawiającymi znaczenie wydm dla rozmieszczenia lasów w gminie Szadek czy dla lokalizacji zabudowy lotniskowej (Kobojek, Kobojek 2012, 2019).

Celem opracowania jest ukazanie specyfiki ekosystemu wydm śródlądowych, obecnego użytkowania i zagospodarowania pól wydmych w regionie łódzkim oraz wskazanie ewentualnych problemów wynikających ze współczesnych i prognozowanych zmian klimatycznych. Ważna jest ocena wrażliwości ekosystemu wydm śródlądowych w zmiennych warunkach klimatycznych i wskazanie zagrożeń wynikających z występującego ocieplenia i częstych suszy oraz działalności antropogenicznej.

W pierwszej kolejności przedstawiono genezę wydm śródlądowych na tle zmian warunków klimatycznych późnego wistulianu i przekształcenie

form w holocenie. Analizowano cechy ekosystemów piaszczystych i wzajemne zależności ich elementów. Przedstawiono współczesne formy użytkowania i zagospodarowanie pól wydym śródlądowych wraz z sąsiadującymi z nimi zagłębieniami deflacyjnymi występującymi w regionie łódzkim. Starano się wskazać najnowsze tendencje przekształceń tego zagospodarowania oraz jego konsekwencje. Szczególną uwagę zwrócono na użytkowanie i zagospodarowanie wydym dla potrzeb turystyki i rekreacji w nizinnej części środkowej Polski, w granicach województwa łódzkiego. Odnotowywana jest coraz większa presja antropogeniczna na ten specyficzny, wrażliwy ekosystem. Zmiany warunków klimatycznych, w tym osuszanie, nakazują bardziej wnikliwie spojrzeć na użytkowanie tych obszarów.

1.2. Metody badań i źródła informacji

Zakres tematyczny i cel opracowania wymagały zastosowania różnych metod badawczych i źródeł informacji. Wskazać można trzy odmienne metody postępowania: analizę literatury tematycznej, badania terenowe ekosystemów wydymowych i inwentaryzację współczesnego użytkowania oraz zagospodarowania terenów w regionie łódzkim.

Geneza piasków pokrywowych i wydym śródlądowych w Europie i regionie łódzkim na tle warunków klimatycznych późnego vistulianu i holocenu oraz rola działalności człowieka w ich przekształcaniu zostały przygotowane na podstawie analizy literatury tematycznej. Wykorzystano prace przeglądowe, jak też wyniki własnych badań podstawowych.

Teren badań szczegółowych był zawężony do pól wydymowych w regionie łódzkim. Ich rozmieszczenie wyznaczono na podstawie analizy 43 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), Parzęczew (Dutkiewicz 1992), Zgierz (Klatkova 1993), Głowno (Brzeziński 1986), Łyszkowice (Nowicki 1993), Skierniewice (Balińska-Wuttke 1970), Warta (Klatkova 1992), Szadek (Klatkova i inni 2007), Lutomiersk (Baliński 1992), Łódź Zachód (Różycki 1966), Łódź Wschód (Nowicki, Trzmiel 1987), Brzeziny (Trzmiel 1993), Głuchów (Balińska-Wuttke 1968), Sieradz (Baliński, Ziomek 2008), Zduńska Wola (Bezkowska 1991), Łask (Chrzanowski, Nalewajko 1988), Pabianice (Turkowska, Wieczorkowska 1987), Tuszyn (Turkowska, Wieczorkowska 1994), Tomaszów Mazowiecki (Trzmiel 1990), Złoczew (Baliński 1997), Widawa (Krzemiński, Bezkowska 1987), Zelów (Baliński, Gawlik 1986), Bełchatów (Ziomek 1992), Piotrków Trybunalski (Ziomek 1986), Sulejów (Brzeziński 1992), Sławno (Szałamacha 1992), Opoczno (Ziomek 2001), Osjaków

(Ziomek 2013), Szczerców (Sarnacka 1970), Kamieńsk (Baraniecka 1971), Gorzkowice (Kurowski, Popielski 1991), Lubień (Grzybowski 1968), Brzeźnica (Skompski 1971), Radomsko (Wągrowski 1990), Rzejowice (Wągrowski 1987), Przedbórz (Kwapisz 1983). Wyznaczono wszystkie główne pola wydymowe, jednak ich zasięg jest zgeneralizowany. Nie zaznaczono najmniejszych pojedynczych wydm.

Na podstawie map topograficznych w skali 1:10 000 wykonano analizę rzeźby dla 132 pól wydymowych lub pojedynczych wydm. Szczególną uwagę zwrócono na kształt i wysokość form oraz kąt nachylenia stoków. Cechy ekosystemów wydm śródlądowych zostały opracowane na podstawie zestawienia materiałów dostępnych w literaturze dotyczącej typów gleb, stosunków wodnych, roślinności oraz warunków klimatycznych. Wykonano także badania litologiczne (analiza granulometryczna, morfoskopowa, zawartości skaleni) dotyczące wybranych wydm. Scharakteryzowano także współczesną szatę roślinną. Do badań laboratoryjnych pobrano próbki z wydm występujących w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej, Wysoczyzny Łaskiej, Kotliny Szczercowskiej i Wysoczyzny Bełchatowskiej z osadów wydymowych i innych materiałów na powierzchni: glin zwałowych, osadów wodnolodowcowych i fluwialnych. W laboratorium określono cechy teksturalne pobranych osadów, czyli wielkość składników oraz kształt i charakter powierzchni ziaren. Dla 200 próbek zbadano rozkład wielkości składników za pomocą analizy sitowej i pipetowej. Uzyskane wyniki posłużyły do wyliczenia dla poszczególnych próbek podstawowych wskaźników granulometrycznych według wzorów Folka i Worda (Mycielska-Dowgiałło 1995). Analizowano głównie zależności między dwoma wskaźnikami: średnią średnicą ziaren oraz odchyleniem standardowym. Badaniom morfoskopowym poddano piaski eoliczne z wydm oraz utwory glacialne i fluwioglacjalne z ich bezpośredniego podłoża. Oznaczenia kształtu cząstek w osadach przeprowadzono na ziarnach kwarcowych frakcji psamitowej, przy czym wybrano frakcję 1,0–0,8 mm, często stosowaną do tego typu analiz (Goździk 1980). Ziarna kwarcowe są „wrażliwe” na zmienne warunki środowisk sedymentacji. Oznaczono także zawartość skaleni w osadach eolicznych, fluwialnych i glacialnych, ponieważ jest to minerał o małej odporności na abrazję mechaniczną i ulega zubożeniu w osadach eolicznych.

Na wszystkich polach wydymowych przeanalizowano formy użytkowania terenu. Wykorzystano w tym celu materiały z CORINE Land Cover, bazę danych obiektów topograficznych oraz zasięg lasów w województwie łódzkim. Następnie na 70 stanowiskach przeprowadzono badania terenowe, podczas których szczegółowo inwentaryzowano współczesne użytkowanie oraz zagospodarowanie wydm śródlądowych i ich najbliższego otoczenia. Uwzględniono następujące formy użytkowania: lasy, miejsca eksploatacji piasków eolicznych, pola orne, zabudowy. Szczególną uwagę zwrócono na wykorzystanie oraz zagospodarowanie turystyczne i rekreacyjne pól wydymowych, w tym zabudowę lotniskową.

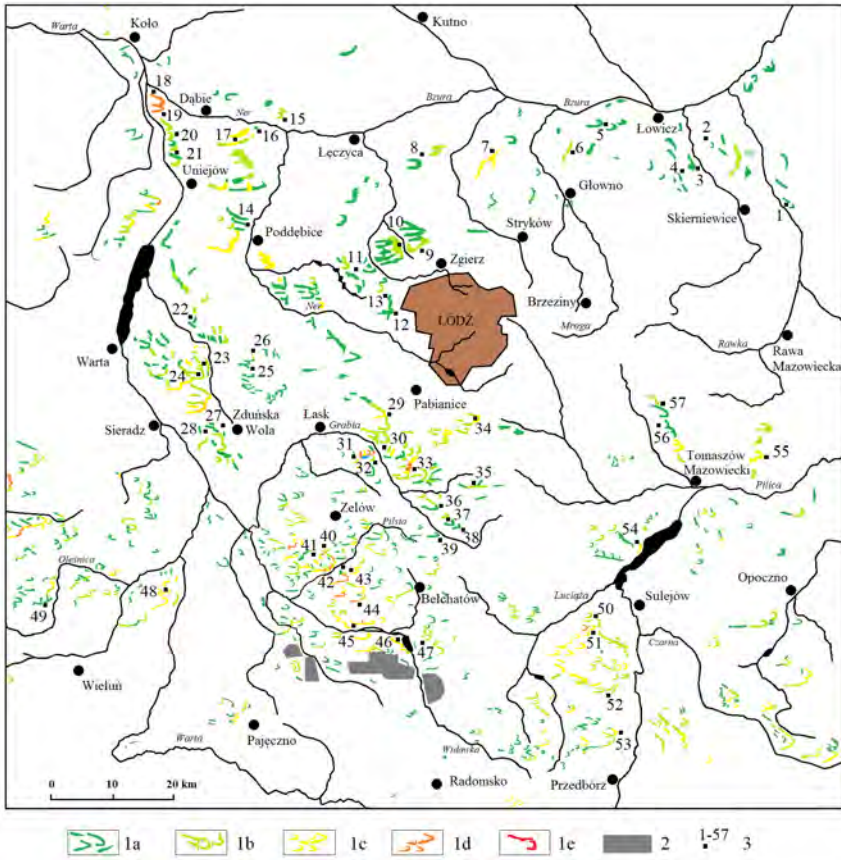
Oceny wrażliwości i stabilności ekosystemu wydm śródlądowych w czasach historycznych dokonano na podstawie analizy materiałów dostępnych w literaturze oraz własnych badań. Zestawiono przyczyny antropogeniczne i klimatyczne ożywienia procesów eolicznych w ostatnim tysiącleciu. Następnie oceniono wrażliwość środowiska na antropopresję. Założono, że wrażliwość, a w jej konsekwencji reakcja środowiska przyrodniczego na antropopresję może być rozpatrywana ze względu na różne formy oddziaływania. Przy ocenie zwykle bierze się 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 staje się stabilność krajobrazu i mniejsza wrażliwość. Dotyczy to przede wszystkim intensywności przebiegu procesów geomorfologicznych w krajobrazie. Podjęto próbę oceny wrażliwości środowiska wydm śródlądowych na przejawy różnych form antropopresji na tle innych form powierzchni terenu.

1.3. Rozmieszczenie wydm śródlądowych w regionie łódzkim

Polska znajduje się w środkowej części długiego europejskiego pasa piaszczystego i jest klasycznym obszarem występowania wydm śródlądowych. Formy wydmowe zlokalizowane są głównie w środkowej i w mniejszym zakresie w południowej części kraju. Nie oznacza to jednak, że cała ta powierzchnia pokryta jest wydmami. W obrębie tego pasa złożonego z różnych form geomorfologicznych (wysoczyzny morenowe, doliny rzeczne, formy akumulacji glacialnej i fluwio-glacialnej) występują pola wydmowe albo izolowane pojedyncze formy różnej wielkości. Bardzo często wydmy nadbudowują terasy nadzalewowe w pradolinach i dużych dolinach rzecznych, sandry albo nawet wysoczyzny zbudowane z gliny zwałowej (Galon 1958, Gawlik 1969, Manikowska 1985, Nowaczyk 2009). Wydmy występują zarówno pojedynczo, jak i zespołowo, tworząc zwarte pola wydmowe. Największe wykształciły się w Międzyrzeczu Warciańsko-Noteckim, Kotlinie Warszawskiej (Puszcza Kampinoska), Kotlinie Toruńsko-Bydgoskiej, Puszczy Kurpiowskiej, w dolinach Bugu, Narwi, Sanu (Puszcza Sandomierska), na sandrze myszynieckim.

Pola wydmowe z towarzyszącymi im eolicznymi piaskami pokrywowymi stanowią także charakterystyczny element krajobrazu w regionie łódzkim. Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski badany teren położony jest głównie w obrębie Nizy Środkowopolskiego, jedynie południowe krańce należą do Wyżyn Polskich (Kondracki 1998). Rozmieszczenie pól piaszczystych i wydm w obrębie województwa łódzkiego jest nierównomierne (ryc. 5).

Z zestawienia wynika, że największe obszary wydmowe położone są w południowo-zachodniej części województwa łódzkiego.



Ryc. 5. Rozmieszczenie pól wydmych w regionie łódzkim

1 – maksymalne wysokości względne wydmy: 1a: 1–5 m, 1b: 1–10 m, 1c: 1–15 m, 1d: 1–20 m, 1e: 1–25 m; 2 – powierzchnia zajęta przez kopalnię odkrywkową węgla brunatnego; 3 – stanowiska wymienione w tekście

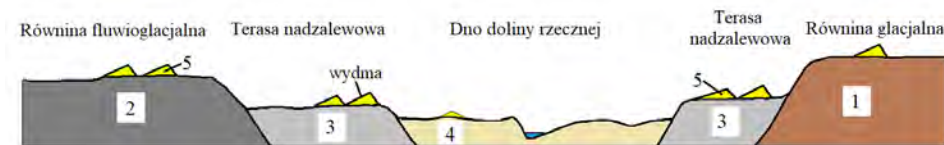
Nazwy stanowisk wydmych: 1 – Budy Grabskie; 2 – Nieborów; 3 – Belchów; 4 – Polesie; 5 – Mystkowice; 6 – Stanisławów; 7 – Witów; 8 – Karsznice; 9 – Lućmierz; 10 – Grotniki; 11 – Chrośno; 12 – Rąbień; 13 – Aleksandrów Łódzki; 14 – Wandówka; 15 – Nagórki; 16 – Grodzisko; 17 – Świnice Warckie; 18 – Gaj; 19 – Krzykosy; 20 – Wilamów; 21 – Góry; 22 – Hilarów; 23 – Babiniec; 24 – Reduchów; 25 – Jamno; 26 – Grzybów; 27 – Czechy; 28 – Polków; 29 – Dobroń; 30 – Ldzań; 31 – Teodory; 32 – Rokitnica; 33 – Dłutów; 34 – Tuszyn Las; 35 – Niwy Jutroszewskie; 36 – Wadlew; 37 – Rawicz; 38 – Dziewuliny; 39 – Wdowin; 40 – Podlesie; 41 – Wola Pszczółcka; 42 – Zbyszek; 43 – Ciszka; 44 – Kluki; 45 – Kuźnica Kaszewska; 46 – Słok; 47 – Łękawa; 48 – Szynkielów; 49 – Bielawy; 50 – Łęczno; 51 – Podlubień; 52 – Ręczno; 53 – Młynek Dobrowicki; 54 – Bronisławów; 55 – Zawady; 56 – Wykno; 57 – Budziszewice

Źródło: opracowano na podstawie map geomorfologicznych w skali 1:50 000 i własnych badań terenowych.

Dużo pól piaszczystych z wysokimi wydrami wykształconych jest w dolinach Widawki, Pilsi, Grabi i w ich sąsiedztwie (Wysoczyzna Łaska, Kotlina Szczercowska i Wysoczyzna Bełchatowska) oraz w międzyrzeczu Luciąży i Pilicy (Równina Piotrkowska). Szczególnie uprzywilejowana jest Kotlina Szczercowska, a rozmieszczenie wydm jest tu dość zróżnicowane (Gawlik 1969, 1970). W zachodniej części Kotliny wydym jest niewiele i są małe, ponieważ osiągają zaledwie 2–3 m wysokości względnej. Natomiast w miarę przesuwania się na wschód, ku dolinie Pilsi, wydym jest coraz więcej, a ich wysokości względne często przekraczają 10–15 m, osiągając maksymalnie nawet 20 m. Z kolei Wysoczyzna Łaska obfituje w duże wydmy paraboliczne, a ramię jednej z największych form osiąga 3,5 km długości.

Występowanie wydym w międzyrzeczu Pilicy i Drzewiczki wiąże się przede wszystkim z dolinami rzecznyymi. Najlepiej wykształcone formy wydymowe zlokalizowane są na środkowym poziomie terasowym Pilicy, Drzewiczki i Czarnej. Nagromadzenie wydym można obserwować także w obrębie płatów sandrowych, ale ich wysokości względne sięgają tylko do 5 m.

Ogólnie można powiedzieć, że wydmy występują głównie na płaskich terasach rzecznych, sandrach, czasem na równinach: fluwioglacjalnych lub glacialnych zbudowanych z glin zwałowych (ryc. 6).



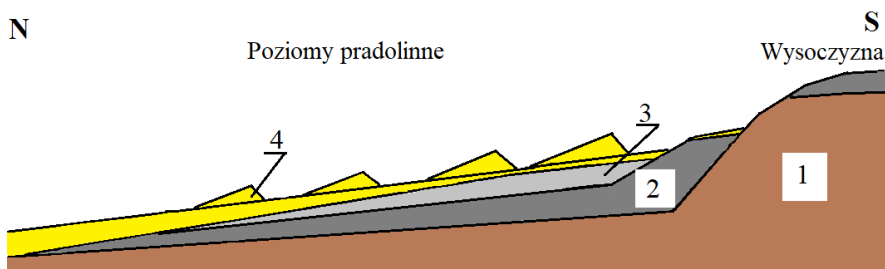
Ryc. 6. Miejsca lokalizacji wydym śródlądowych

1 – glina zwałowa; 2 – piaski i żwiry fluwioglacjalne; 3 – piaski i mułki fluwioperyglacjalne; 4 – piaski i namuły den dolinnych; 5 – piaski eoliczne w wydmach

Źródło: opracowanie własne.

Wydmy występują także w równoleżnikowym pasie w północnej części województwa, w obrębie tzw. Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej z Bzurą i Nerem. Pola wydymowe są tutaj jednak mniejsze i bardziej izolowane. Nadbudowują trzy terasy: niską, średnią i wysoką (Krajewski 1977). Na niskiej i średniej znajdują się raczej nieliczne i niższe formy wydymowe, często o zatartych rysach rzeźby. Liczniejsze i bardziej wyraźnie wykształcone wydmy występują na poziomie wysokim (ryc. 7).

Bardzo mało wydym występuje na północ od Bzury (Równina Kutnowska) i w wąskim pasie równoleżnikowym na wschód od Łodzi (Wzniesienia Łódzkie).



Ryc. 7. Wydmy na wyższych poziomach pradolinnych

- 1 – glina zwałowa warciańska; 2 – piaski i żwiry fluwiogłacjalne, warciańskie;
3 – piaski i mulki fluwioperyglacjalne, vistuliańskie; 4 – pokrywa eoliczna i wydmy
późnovistuliańskie

Źródło: opracowanie własne.

Pola wydmore w regionie łódzkim układają się generalnie w kształt litery C (ryc. 5). Występowanie wydm nawiązuje do rzeźby terenu. Największe piaszczyste pola znajdują się w obniżeniach dolinnych (głównie na terasach nadzalewowych), szczególnie tych wydłużonych w kierunku WNW–ESE – otwartych na zachód. Pokrywy eoliczne zalegają na wysoczyźnie zbudowanej z gliny zwałowej oraz z gliniastych osadów ablacyjnych. Występują także w obrębie pól sandrowych zbudowanych z piasków i żwirów fluwiogłacjalnych. Wydmy mają zróżnicowane kształty i różne wysokości względne. Najpowszechniejsze są wydmy paraboliczne skierowane ramionami ku zachodowi, zwarte wydmy wałowe o przebiegu południkowym oraz wydmy proste o przebiegu raczej równoleżnikowym. Często spotyka się także wydmy o kształtach nieregularnych, np. pagórki wydmore. Z kartowania geologicznego dla potrzeb arkuszy mapy w skali 1:50 000 wynika, że w różnych częściach regionu łódzkiego vistuliańskie utwory eoliczne zajmują 20–33% powierzchni (Klatkova 1990).

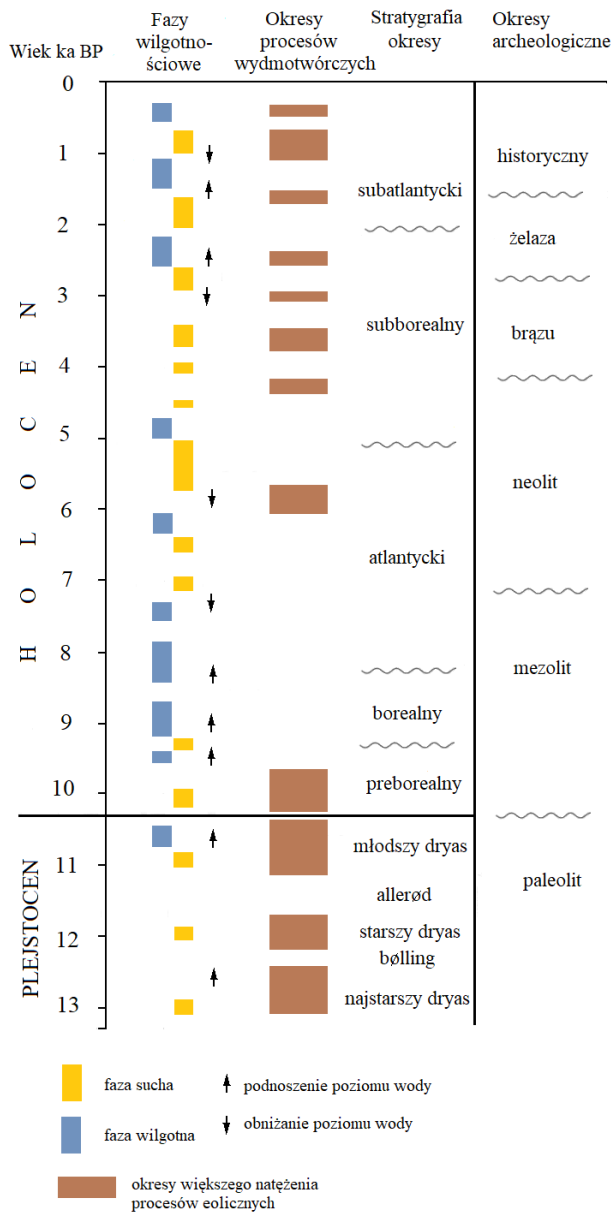
MORFOGENEZA WYDM ŚRÓDLĄDOWYCH

Wszystkie wydmy występujące w różnych rejonach na Ziemi są formami pochodzenia eolicznego, czyli powstały w wyniku działalności wiatru. Jednak wydmy śródlądowe występujące w zachodniej i środkowej Europie zostały ukształtowane w innych warunkach klimatycznych niż obecnie panujące np. na Saharze. Wydmy są efektem akumulacyjnej działalności wiatru, w warunkach dostępności suchego i odsłoniętego piasku, czyli na obszarach, gdzie występują małe opady deszczu i bardzo skąpa roślinność (Klimaszewski 1981). Takie warunki panują nie tylko w obrębie podzwrotnikowych gorących pustyń, ale także na zimnych obszarach polarnych. Pierwszy, główny etap tworzenia się dużych form związany był z peryglacjalnymi warunkami klimatycznymi w późnym vistulianie (pustynia polarna), natomiast drugi – kształtowania się wydm częściowo w średniowieczu (głównie przekształcanie i rozwiewanie) – łączono bardziej z ingerencją człowieka niż z umiarkowanymi warunkami klimatycznymi holocenu.

2.1. Rozwój wydm w zimnych warunkach klimatycznych późnego vistulianu

Europejskie wydmy śródlądowe były kształtowane w zimnych i suchych warunkach klimatycznych późnego vistulianu. Procesy eoliczne należą do ważnych czynników kształtujących rzeźbę i osady w strefie peryglacjalnej (Dylikowa 1958, 1967, Manikowska 1966, 1985, Goździk 1991, 2007, Krajewski 1977, Nowaczyk 1986a, b, Kobojeck 1990, 2006, Goździk, Kobojeck 2016). Osady eoliczne datowane były w wielu stanowiskach metodami luminescencyjnymi, a uzyskane daty w większości przypadków potwierdzają ich późnovistuliańską chronologię (Kolstrup 1982, Bateman, Van Huissteden 1999). Wewnętrzna budowa wydm, a zwłaszcza występowanie kopalnych gleb, pozwala wyróżnić serie eoliczne powstałe w kolejnych fazach wydmotwórczych (Dylikowa 1967, Nowaczyk 1976, Manikowska 1985).

Początek akumulacji piasków wydmych w środkowej Polsce datowany jest na około 14 500 lat BP (Manikowska 1985). Okres między wycofaniem się wieloletniej zmarzliny a rozwojem gęstej szaty roślinnej (od plenivistulianu aż po preboreal) był najbardziej sprzyjający procesom deflacji, a następnie akumulacji piasków eolicznych w pasie Nizin Środkowopolskich. Wskazywane są trzy główne etapy wydmotwórcze w późnym vistulianie, czyli w okresie od 14 500 do 10 250 lat BP (ryc. 8).



Ryc. 8. Okresy procesów wydmywających w późnym gólciale i przewiewanie piasków wydmywowych w holocenie na tle faz suchych i chłodnych zaznaczonych w torfowiskach

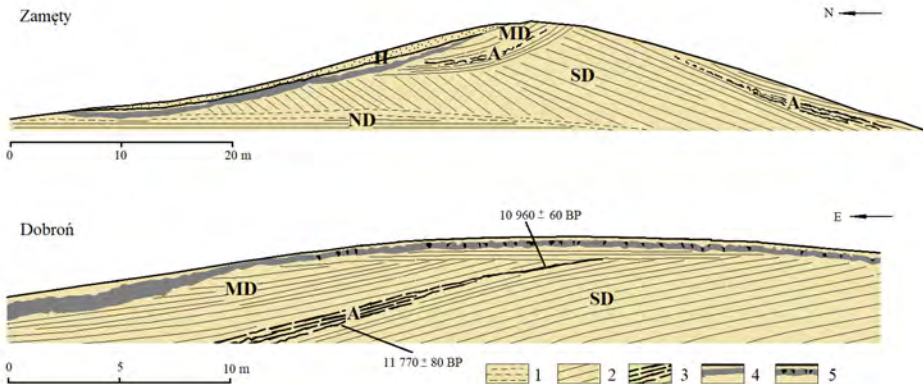
Źródło: fazy suche i wilgotne na podstawie Źurek i Pazdur (1999), Ralska-Jasiewiczowa i Starkel (1991), stratygrafia holocenu i okresy archeologiczne według Starkel (1999), okresy tworzenia i rozwiewania wydmy na podstawie Dylikowa (1967), Krajewski (1977), Manikowska (1985), Twardy (2008).

Najwcześniejsze procesy eoliczne i ślady pokrywy glebowej zostały rozpoznane w dolinie Wisły, koło Wyszogrodu, w pobliżu ujścia Bzury. Cienka warstwa piasków eolicznych przykrywa glebę datowaną na 14 500 i 14 300 lat BP (Manikowska 1995). Piaski akumulowane były już w najstarszym dryasie (do 12 400 lat BP), w surowych warunkach klimatycznych ze średnią roczną temperaturą powietrza od -2 do -3°C (Rotnicki 1970). Średnia temperatura powietrza w lipcu sięgała około 10°C , a później 13°C (Wasylikowa 1964). Klimat generalnie był suchy, subarktyczny. Takie warunki sprzyjały występowaniu wieloletniej zmarzliny. Obszar środkowej Polski pokrywała tundra krzewiasta z udziałem wierzb krzewinkowych, brzozy karłowatej, rokitnika z luźnymi płatami roślinności stepowej (Wasylikowa 1964, 1999, Balwierz 2003), a w miejscach przesuszonych występowały zbiorowiska trawiasto-stepowe z heliofitami (Madeyska 1998). Były to korzystne warunki dla działalności procesów deflacji i abrazji eolicznej (Kozarski, Nowaczyk 1991b). Powstały w tym okresie pokrywy piaszczyste o miąższości około 2–3 m, zbudowane zwykle z drobnych piasków i mułków, oraz nieliczne pagórki wydmowe (Manikowska 1992). Wydmy z najstarszego dryasu osiągały przeciętnie 3,6 m wysokości względnej. Ta najstarsza faza wydmy została nazwana przez Annę Dylikową (1958) fazą wstępną.

Podczas krótkiego ocieplenia bøllingu (od 12 400 do 12 100 lat BP) tereny wokół Łodzi zajęła tundra parkowa ze skupieniami brzozy i sosny (Wasylikowa 1964). Średnia temperatura powietrza w lipcu wynosiła od 12 do 15°C . W tym czasie powstała szkieletowa gleba z cienką warstwą humusową (0,2–1 cm), zawierająca dużo drobnych szczątków roślinnych (Krajewski 1977, Manikowska 1977). Gleba z bøllingu utworzona w niższych sytuacjach topograficznych miała postać kilku lamin substancji organicznej i piasku pylastego tworzących warstwę o miąższości około 10 cm (Manikowska 1992). Z badań palinologicznych wynika, że najpierw panowały wokół wydm luźne lasy brzozowe z domieszką sosny, a na pagórkach wydmowych utrzymywała się jeszcze roślinność światłolubna, która w późniejszej fazie bøllingu została wyparta przez sosnę (Krajewski, Balwierz 1985). Rzadkość występowania gleby w stanie kopalnym może być związana zarówno z jej pierwotną nieciągłością, jak i niszczeniem w okresie późniejszym, który był przecież fazą intensywnej działalności eolicznej (Manikowska 1985).

Kolejne niewielkie ochłodzenie miało miejsce w starszym dryasie (od 12 100 do 11 800 lat BP). Średnia temperatura lipca wynosiła 10 – 12°C , przy średniej rocznej nie niższej niż -1°C (Wasylikowa 1964). Obecna była wieloletnia zmarzlina, w niektórych obszarach nieciągła, a roślinność miała charakter arktyczno-stepowy. Ponownie ożywiły się procesy eoliczne, które wpłynęły zasadniczo na kształt i rozmiary ogromnej większości współczesnych form wydmowych w środkowej Polsce (Dylikowa 1967, Manikowska 1985, 1992, Goździk 1991). Zostały ukształtowane potężne formy o charakterze wałów i paraboli, które w niewielkim stopniu uległy przekształceniu w młodszym dryasie i starszym holocenie. Dlatego faza ta bywa nazywana w regionie łódzkim właściwą fazą wydmy (Dylikowa

1967). Miąższość warstw piaszczystych w wydmach z tego okresu jest największa (ryc. 9). Wtedy też powstały w całej Polsce główne ciągi wydym parabolicznych związane z wiatrem zachodnim i północno-zachodnim.



Ryc. 9. Przekrój geologiczny przez wydmy

- 1 – warstwy pylaste eoliczne; 2 – piasek eoliczny; 3 – glebove poziomy próchniczne;
 4 – gleba bielicowa żelazista; 5 – bielica próchniczo-żelazista; ND – najstarszy dryas;
 SD – starszy dryas; A – allerød; MD – młodszy dryas; H – holocen

Źródło: na podstawie Manikowska (1985).

W okresie krótkotrwałego ocieplenia interstadiału allerød (od 11 800 do 10 900 lat BP) nastąpiło zdecydowane osłabienie procesów eolicznych. Średnia temperatura lipca podniosła się do 17°C, a w styczniu wynosiła nie mniej niż -4°C. Wzrosła też wilgotność powietrza. Ponownie pojawiły się lasy brzozowe i brzozowo-sosnowe, a w fazie optymalnej – nawet lasy sosnowe z modrzewiem (Madeyska 1998). Na wydmach rozwijały się zespoły roślinne z dużym udziałem sosny (Manikowska 1985). Poziom glebove z allerødu, chociaż słabo wykształcony, rozwinął się powszechnie na pokrywach eolicznych w środkowej Polsce (ryc. 9). Gleba o miąższości około 15 cm ma charakter słabo wykształconej gleby bielicowej. Składa się ona z jednego poziomu akumulacyjno-eluwialnego albo ze słabo wyodrębniających się poziomów – próchnicznego, eluwialnego i iluwialnego. Zawiera liczne makroszczałki sosny (także wierzy i jałowca), które świadczą o całkowitym opanowaniu wydym przez roślinność leśną (Manikowska 1992). Bielicowanie gleby związane z iglastą roślinnością było niewielkie i nie doprowadziło do wytworzenia się poziomu wybielania A₂ (Krajewski 1977). Kopalną glebę z allerødu można określić jako słabo wykształconą bielicową lub bielicową oglejoną glebę leśną rozwiniętą na zmarzlinie i/lub fragipanie w warunkach częstej interwencji procesów eolicznych (Manikowska 1985). Las, który wkroczył na powierzchnię wydmy w interstadiu allerød, prawdopodobnie trwał krótko

(Krajewski 1977). Dobry stan zachowania i częste wstępowanie gleby w odsłonięciach w wydmach są cechami charakterystycznymi dla tego poziomu glebowego.

Kolejna faza nasilenia procesów eolicznych wystąpiła w okresie młodszego dryasu (od 10 900 do 10 250 lat BP). W tym czasie miało miejsce gwałtowne załamanie warunków klimatycznych, które skutkowało pojawieniem się wieloletniej zmarzliny i zanikiem roślinności o większych wymaganiach (Madeyska 1998, Dzieduszyńska 2011, Petera-Zganiacz, Dzieduszyńska 2017). Występowała słabo zwarta lasotundra (brzoza i sosna) z dominującą roślinnością stepową. Nazwa okresu zimnego pochodzi od rośliny *Dryas octopetala* (dębik ośmiopłatkowy), która wraz z zimnymi warunkami rozprzestrzeniła się daleko na południe (Stanley 2002). W regionie łódzkim dominowały zbiorowiska laso-tundro-stepu (Madeyska 1998). Datowanie radiowęglowe pozwoliło na określenie wieku tego załamania klimatycznego – trwało ono 1150 lat (12,650–11,50 cal. ka) (Mojski 2005). W środkowej Polsce w tym czasie nastąpiło wzmożenie działalności eolicznej (Dylikowa 1958, Manikowska 1995, Nowaczyk 1986b). Powstały wówczas nowe wydmy paraboliczne o wysokości nawet do 20 m pod wpływem wiatru zachodniego i południowo-zachodniego, a starsze formy uległy przemodelowaniu. Wiele form wydmy powstałych w tym okresie przetrwało po dziś dzień w mało zmienionej postaci.

Także w północno-zachodniej Europie wydmy powstały głównie w wyniku lokalnej deflacji piasku z równin dolinnych w zimnych okresach starszego i młodszego dryasu, między 14 000 a 9500 lat BP (Böse 1991, Kasse 1999, Schirmer 1999, Hilgers 2007, Koster 2009). Na Białorusi główna faza wydymotwórcza została określona na okres od 17 000 do 13 000 lat BP, chociaż także później odnotowano procesy wydymotwórcze (Ziernickaja 1996).

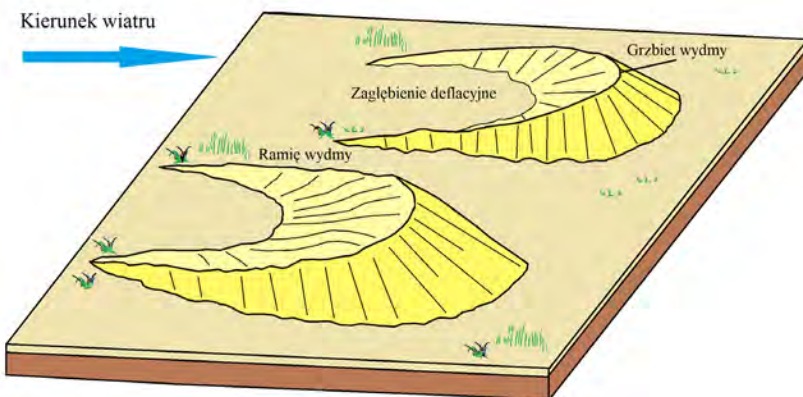
Wydmy zbudowane są prawie wyłącznie z piasku. Do powstania tych form niezbędne były: piaszczyste podłoże, silny wiatr i uboga roślinność nietworząca zwartej pokrywy, lecz znajdująca dobre warunki rozwoju np. na granicy wód lub terenów podmokłych. Była to roślinność zdolna do życia w trudnych warunkach, tzn. stale narastającej masie piasku przynieszonego przez wiatr.

Można wskazać co najmniej dwa źródła piasku, które wiatr porywał i usypał w wydmy. Na powierzchni terenu występowały piaski różnej frakcji budujące formy fluwiogłacjalne ze starszych zlodowaceń plejstocenijskich, np. sandry, kemy. Dostępne były także piaski w dnach dolinnych akumulowane w zimnym okresie plenivistulianu w środowisku rzeki roztokowej. Wśród dolinnych osadów z plenivistulianu duży udział mają także ziarna transportowane w środowisku eolicznym (np. Goździk 1991, Wojtanowicz 1991, Kobołek 2000, 2006). Aluwia dużych rzek oraz powierzchnie sandrowe były ważnym źródłem piasku dla systemu eolicznego.

Wydmy kształtowały wiatry wiejące głównie z sektora zachodniego i północno-zachodniego. Można wnioskować, że prędkość wiatru transportującego piasek wahała się od 2 do 7 m/s. Wyliczono, że w Niemczech wiatr usypujący wydmy w warunkach suchych wiał z prędkością 4,8–5,7 m/s, a w warunkach

wilgotnych – z prędkością 5,9 m/s. Na terenie sandru Brdy wiatr wydmotwórczy osiągał prędkości w zakresie 4–7 m/s, przy uwzględnieniu dominacji piasku 0,2–0,4 mm (Galon 1958). Prędkość wiatru kształtującego wydmy w Wielkopolsce wyliczono na 5,8–5,5 m/s dla ziaren o średnicy 0,27–0,23 mm (Nowaczyk 2009). Z kolei w formułowaniu pól wydmy w południowej Polsce brały udział wiatry wiejące z przeciętną prędkością 2–5 m/s (Szczypek 1976). Można przypuszczać, że podobną prędkość osiągał wiatr wydmotwórczy w regionie łódzkim. W późnym wistulianie powstawały wydmy w warunkach aerodynamicznych podobnych do współczesnych. Większa geomorfologiczna działalność wiatru w czasach obecnych jest utrudniona wyłącznie dzięki obecności szaty roślinnej na piaszczystych polach.

Warunkiem rozwoju rzeźby eolicznej jest brak roślinności lub obecność tylko skąpej szaty roślinnej. Śródlądowe wydmy paraboliczne powstały najprawdopodobniej w wyniku współdziałania wiatru i roślinności trawiastej w obecności transportowanego piasku. Roślinność spełniała rolę czynnika wymuszającego spadek prędkości wiatru i akumulację piasku, początkowo wśród kęp roślinności powstawały kopce piaszczyste, a następnie rozwijała się już wydma. Krańce posuwającego się naprzód wału piasku zostały unieruchomione przez roślinność, podczas gdy środek posuwał się szybciej i dalej, tworząc w ten sposób charakterystyczny dla wydmy parabolicznej łuk otwarty w kierunku dowietrznym (ryc. 10). Ramiona, na których rozrastała się utrwalająca je roślinność, przesuwały się wolniej. Kępy traw zatrzymujące piaski lub wkraczające na ramiona wydmy były więc ważnym warunkiem tworzenia się nowych wydmy parabolicznych, ich układu i formy.



Ryc. 10. Elementy klasycznej wydmy parabolicznej
Na ilustracji zaznaczono kierunek wiatru, który był odpowiedzialny za jej ukształtowanie w późnym wistulianie

Źródło: opracowanie własne.

Gdy czoło wydmy tworzyły duże masy piaszczyste, jego przemieszczanie się pod wpływem wiatru było wolniejsze. W efekcie wydma paraboliczna powoli skracała się, zamieniając się w formę wałową o przebiegu południkowym. Jeżeli czoło wydmy zawierało stosunkowo mało piasku, jego przemieszczanie się było szybsze, w efekcie czego wydma wydłużała się, a z czasem czoło zostało rozzerwane i wydma paraboliczna zamieniała się w dwa równoległe względem siebie proste wały równoleżnikowe. Wydmy paraboliczne i wałowe są szeroko rozpowszechnione na obszarze środkowej Polski.

Wiatr jest czynnikiem znacznie mniej efektywnym od wody ze względu na mniejszą gęstość i lepkość ośrodka transportującego (powietrza). Ma zdolność segregacji luźnego materiału ze względu na średnicę klastów. Piasek grubszy (2–0,5 mm, od -1 do 1ϕ) podlega pełzaniu powierzchniowemu (toczenie i ślizganie po powierzchni terenu), piasek średnioziarnisty ($1-2 \phi$) transportowany jest zarówno w trakcji, jak i saltacji (skokowo), piasek drobnoziarnisty ($2-3 \phi$) – głównie w saltacji, zaś piasek bardzo drobny ($3-4 \phi$) podlega saltacji i suspensji (w zawieszeniu na relatywnie krótkim dystansie). Piaski wydmy w środkowej Polsce deponowane były głównie z transportu saltacyjnego (Kobendza, Kobendza 1958, Urbaniak-Biernacka 1976). Podczas transportu saltacyjnego ziarna podskakują na wysokość do 2 m, jak ma to miejsce w obecnych warunkach (Klimaszewski 1981, Migoń 2006). Największa ilość piasku transportowana jest przy gruncie (ryc. 11). Wiatr, napotykając na wzniesienie, toczył ziarna po stoku dowietrznym, stosunkowo łagodnym, natomiast po osiągnięciu szczytu wydmy piasek zsypywał się po stronie zawietrznej. Przebieg tego procesu został zapisany w teksturze osadów budujących wydmy łagodnym nachyleniem warstw piaszczystych (ryc. 12). Strona dowietrzna ma zbocza łagodne i zbite, podczas gdy przeciwległa – strome i sypkie.



Ryc. 11. Piasek transportowany w wyniku procesu saltacji

Źródło: S. Kobjek.



Ryc. 12. Łagodnie nachylone laminy piaszczyste w wydmy śródlądowej

Źródło: S. Kobjek.

Wydmy śródlądowe w regionie łódzkim powstały w przewadze jako wydmy paraboliczne. Rozwój form uwarunkowany był trzema czynnikami: obecnością piasku, wiatrem o odpowiedniej sile i ubogą nieciąglą roślinnością. Dlatego ich geneza różni się nieco od barchanów, czyli wydm ukształtowanych w obrębie gorących pustyń. Barchany powstają przy udziale dwóch czynników: piasku i wiatru. To obecność roślinności trawiastej (tundrowej) zdecydowała o wytworzeniu się paraboli. Niekiedy wystarczyła obecność wilgoci w warstwach powierzchniowych, by spowodować utrwalanie materiału piaszczystego. W okresie późno- i postglacjalnym miały miejsce znaczne wahania poziomu wód gruntowych (zaskórnych). Można wnioskować o związku między procesami eolicznymi a suchszymi fazami późnego plejstocenu i holocenu (Wasylikowa 1964).

Wydmy nie są formami stałymi, przesuwają się zgodnie z kierunkiem wiania wiatru. Wędrówka ta oraz jej tempo zależą od prędkości wiatru, wilgotności powietrza i średnicy ziaren piasku. W zimnych i suchych okresach późnego wistulianu wydmy wędrowały, a w cieplejszych, gdy pokrywała je roślinność, były stabilizowane.

Aby wiatr mógł akumulować piasek w obrębie wydmy, najpierw musiał go pobrać, czyli wywiać z terenu położonego na zachód od wydmy. Proces taki nosi

nazwę deflacji. Z czasem miejsce będące źródłem piasku, w wyniku jego wywiania, obniża się i tworzy zagłębienie zwane niecką deflacyjną (ryc. 10). Niecki są zwykle niewielkimi wklęsłymi formami towarzyszącymi wydom śródlądowym i występują po ich zachodniej stronie.

Podsumowując, można stwierdzić, że we wszystkich zimnych częściach późnego vistulianu istniały dogodne warunki do powstania i przekształcania wydm w środkowej Polsce. Terasy w pradolinach i dolinach większych rzek oraz równiny sandrowe, a także wszelkie względnie płaskie starsze powierzchnie zbudowane z piasków były polem intensywniej działalności eolicznej. Silne jednokierunkowe wiatry, skąpa szata roślinna oraz szybkie przesuszanie powierzchni piaszczystych stwarzały bardzo dogodne warunki do rozwoju procesów eolicznych i powstawania wydm. Procesy eoliczne w późnym vistulianie uwarunkowane były surowym klimatem, z niskimi średniorocznymi temperaturami powietrza i bardzo małymi opadami atmosferycznymi, które w powiązaniu z litologią nie sprzyjały rozwojowi szaty roślinnej. Stwierdzone przez Krystynę Wasylikową (1964) podnoszenie się zwierciadła wód gruntowych w cieplejszych okresach schyłku vistulianu (bølling i allerød) oraz preboreale sprzyjało rozwojowi roślinności i gleb, a jednocześnie hamowało, a nawet zupełnie uniemożliwiało działalność eoliczną.

2.2. Wpływ działalności człowieka na przekształcenie wydm w holocenie

Holocen rozpoczął się wyraźnym ociepleniem, ponieważ w ciągu jednego tysiąclecia średnia roczna temperatura powietrza wzrosła o około 5°C (Mojski 2005). Ocieplenie to spowodowało znaczne zmiany w szacie roślinnej. Zaczęły rozwijać się lasy sosnowo-brzozowe z udziałem drzew heliofilnych z wierzbą, osiką i jarzębiną. Podnosił się także poziom wód gruntowych, co sprzyjało rozwojowi roślinności, ale wydmy nie od razu porastały lasy. Gdy w starszej części holocenu, w okresie preborealnym (od 10 250 do 9300 lat BP) rozprzestrzeniały się lasy, na polach wydmowych występowała roślinność trawiasta i działały procesy eoliczne. W okresie borealnym (od 9300 do 8400 lat BP) na wydmach środkowej Polski panowały już lasy prawdopodobnie sosnowe, z ubogim runem, typu boru suchego, które ustabilizowały wydmy. Z czasem na powierzchni wydm wytworzyła się powłoka glebowa chroniąca piaski przed deflacją i odnowieniem się procesów eolicznych. Gleba powstaje jednak wolno, dlatego dopiero po wielu wiekach rozwoju lasu na wydmach wytworzyła się warstwa o miąższości 15–20 cm.

Optymalne warunki dla rozwoju gleby panowały w okresie atlantyckim (Kobendza 1966, Manikowska 1985). Wprawdzie na wydmach zawsze dominowała sosna, ale udział innych gatunków liściastych wśród drzew i krzewów na niższych partiach ramion oraz bujne runo lasów tego optymalnego okresu klimatycznego sprzyjały powstawaniu próchnicy, niezbędnego składnika gleby. Klasyczne

wydmy z późnego glacjału przetrwały do obecnych czasów tylko dzięki trwałej pokrywie roślinnej. Tam, gdzie roślinność została usunięta np. przez człowieka, ożywały procesy eoliczne na różną skalę.

W środkowej Polsce pierwsze ślady pobytu człowieka na wydmach pochodzą już z późnego paleolitu (ok. 12 000 lat p.n.e.), np. w Witowie (Wasylikowa 1964), w okolicach Nieborowa (Welc-Jędrzejewska 2002) i w Rąbieniu (Marosik 2011). Podstawowym zajęciem człowieka w tym okresie było jednak łowiectwo i zbieractwo, dlatego nie odgrywał on istotnej roli jako czynnik uruchamiający lotne piaski. Podobnie było na początku holocenu.

W pierwszej części holocenu akumulacja eoliczna odbywała się w obecności pokrywy roślinnej, która musiała w pewnych okresach podlegać zmianom umożliwiającym przemieszczanie się niewielkich ilości piasku. Akumulacja była mało wydajna i zachodziła jedynie w dolnych partiach stoków wydmy (Manikowska 1985, Twardy 2008). Jako przyczyny tego procesu wskazywane są fale koczowniczego osadnictwa mezolitycznego (8300–4200 lat p.n.e.). Człowiek nie miał jeszcze stałych siedzib i nie uprawiał roli, ale piaszczyste, suche i wnoszące się wśród mokradeł wydmy wykorzystywał do okresowego zamieszkania (Chmielewska, Chmielewski 1960, 1975, Welc-Jędrzejewska 2002, Marosik 2011). Ludy prowadzące koczowniczy tryb życia miały niewielki wpływ na środowisko naturalne i swoją działalnością nie potęgowały procesów eolicznych. Dlatego pierwszą część holocenu należy traktować w historii wydmy jako fazę glebotwórczą.

Ważnym poziomem reperowym w wydmach jest gleba z okresu atlantyckiego (8400–5100 lat BP), a okres ten uznawany jest za optimum klimatyczne holocenu. Średnia roczna temperatura powietrza była wyższa od obecnej o 1–2°C. Wzrosła też ilość opadów i podniósł się poziom wody gruntowej. Roślinność fazy atlantyckiej w Polsce niżowej miała charakter zwartego lasu, początkowo jeszcze w przewadze boru sosnowego, następnie mieszanego lasu liściastego. Na ubogich glebach piaszczystych, a szczególnie na wydmach, dominowały cały czas lasy sosnowe, chociaż mógł również wkraczać acidofilny dąb. Umiarkowanie ciepły i wilgotny klimat oraz zwarty las iglasty wybitnie sprzyjały bielicowaniu, które przy długotrwałym oddziaływaniu doprowadziło do powstania bielicy próchniczo-żelazistej (Manikowska 1985). Rozwój gleby na wydmach w wielu miejscach został przerwany w młodszym holocenie przez działalność człowieka.

W okresie od 6100 do 3800 lat BP odnotowano ślady przeobrażeń wydym na kilku stanowiskach w środkowej Polsce (Wojciechów, Nagórki, Szyneków, Grabek, Ldzań i Rąbień). Wydmy ulegały wyraźnemu podwyższaniu, dobudowane lub wydłużone były ich ramiona, powstawały także nowe formy wydymowe, np. w Grodzisku, Nagórkach (Krajewski 1977), Ldzaniu (Pelisiak, Kamiński 2004). Nadal jednak dominowało przykrywanie zawietrznych stoków wydym (Szyneków, Rąbień, Grabek) seriami piasków eolicznych o kilkudziesięciocentymetrowej miąższości (Twardy 2016).

U schyłku okresu atlantyckiego i w starszej części okresu subborealnego, czyli w części holocenu odpowiadającej neolitowi (3500–2500 lat BP, 5200–1900 lat p.n.e.), podstawą gospodarki była uprawa roślin oraz hodowla zwierząt domowych (Kozłowski, Kozłowski 1977). Umiejętność uprawy roli spowodowała rezygnację z piaszczystych wydm na rzecz terenów o lepszych, żyzniejszych i urodzajniejszych glebach na terasach nadzalewowych i na wysoczyznach – to tutaj człowiek trzebił lasy. Wydmy, częściowo zniszczone we wcześniejszym okresie, pokrył ponownie las sosnowy. Nie prowadzono tam upraw, ale wypalanie i niszczenie w różny sposób pokrywy roślinnej i glebowej lokalnie niewątpliwie powodowało rozwiewanie wcześniej utrwalonych wydm. Początki wypalania lasów w celu pozyskania powierzchni rolniczych notowane były od okresu atlantyckiego w różnych rejonach Polski (Nowaczyk 1986a, Dulias i inni 2003). Na rozwój procesów deflacji i akumulacji w obrębie wydm w regionie łódzkim po pożarach leśnych zwrócił uwagę Kazimierz Krajewski (1977).

Intensywniejsze procesy eoliczne uwarunkowane ingerencją człowieka w naturalne środowisko wydmowe zaznaczyły się w okresach subborealnym i subatlantyckim. Przyjmuje się, że polegały one przede wszystkim na przewiewaniu wydm późnoglacialnych oraz tworzeniu cienkich i sypkich serii piaszczystych, niemających większego znaczenia morfologicznego. Poszczególne serie eoliczne przedzielają gleby kopalne lub cienkie poziomy humusowe, w których stwierdzono obecność węgla drzewnych oraz pyłki roślin synantropijnych świadczących o pasterskiej, a później rolniczej działalności człowieka. Na obszarach wydmowych znajdują się też liczne artefakty należące do różnych kultur (Dulias i inni 2003, 2008).

W okresie subborealnym (5100–2800 lat BP) miało miejsce pewne ożywienie procesów eolicznych. W epoce brązu, szczególnie około 3600–3500 lat BP, środowisko geograficzne środkowej Polski podlegało dynamicznemu przekształcaniu przez kilkaset lat (Twardy 2008). Z paleoekologicznych badań podłódzkiego torfowiska Żabieniec wynika, że panował wówczas suchy i chłodny klimat, z nasileniem arydizacji (Twardy i inni 2010). Silna presja człowieka na środowisko zapisała się ponownie w systemach eolicznych. Na początku epoki brązu doszło do wznowienia wędrówki późnoglacialnych wydm łukowo-parabolicznych (Twardy 2008, stanowisko Gaj), z czym wiąże się złożenie najbardziej mięźszych neholocenijskich serii eolicznych. Należy podkreślić, że zjawisko wystąpiło na bardzo rozległej piaszczystej równinie aluwialnej z rozproszonymi późnovistuliańskimi wydmami i pokrywami eolicznymi, a więc na obszarze sprzyjającym morfotwórczej działalności wiatru. Dla tego okresu charakterystyczne są już nowe, młode formy eoliczne – kilkumetrowej wysokości nieregularne pagórki wydmowe, które powstały na przesuszonym u schyłku subboreału dnie doliny np. Moszczenicy (Kamiński 1989, 1993), szybko objętym osadnictwem i gospodarczą eksploatacją.

W okresie subatlantyckim (od 2800 lat BP), przy względnej stabilności, klimat cechował się występowaniem przemiennie okresów bardziej suchych

i wilgotnych. Suchy i ciepły klimat w czasie tzw. ocieplenia średniowiecznego (900–1400 lat n.e., temperatura powietrza wyższa o 0,5–1°C od obecnej) sprzyjał działalności rolniczej (Maruszczak 1998). Jednak taki klimat ułatwiał także przebieg procesów eolicznych na rozległych obszarach objętych intensywną działalnością gospodarczą. W Europie Zachodniej to właśnie procesy eoliczne w okresie średniowiecza opisywane są jako wyjątkowo wydajne w holocenie (Koster 1988, Schirmer 1999). Także w środkowej Polsce rozpoznano liczne ślady działalności eolicznej zapisane w osadach i formach. W odpowiadającym średniowieczu etapie antropogenicznej fazy wydmotwórczej powstały zarówno nowe akumulacyjne formy eoliczne, jak i dochodziło do wznowienia rozwoju form starszych. Po wylesieniu na dawnych granicach polno-leśnych powstawały małe wydmy wałowe (Leonów, Polesie), tworzyły się nowe, młode pokrywy eoliczne (Karsznice), a także niewielkie wydmy nieregularnego kształtu (Grodzisko). Równie często dochodziło w średniowieczu do nadbudowania nowymi, młodymi seriami eolicznymi starszych form wydmowych, np. Grabiszew, Teodory, Karsznice, Stanisławów, Nagórki. Niektóre wydmy zostały porozrywane, wskutek czego powstały szeregi pagórków i mniejszych wałów o bardzo łagodnych stokach. Pierwotna forma została w znacznym stopniu przekształcona i zniszczona. Szczególnie mocno przekształcone wydmy w holocenie występują w obrębie tzw. Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej (ryc. 7). Miąższość osadów wydmowych z tego okresu przekracza miejscami 10 m (Krajewski 1977). W okolicach Polesia, na południowy wschód od Łowicza, udokumentowano pokrywy eoliczne o miąższości do 1 m akumulowane w tym okresie. Pokrywa eoliczna jest datowana zalegającymi pod nią węglami drzewnymi: 980–1190 lat n.e., 810–1040 lat n.e. Młodsza data określa moment zastosowania techniki żarowej do usunięcia boru i początek rolniczego użytkowania utworzonych pól. Przygotowanie pola pod uprawę wymagało usunięcia lasu. W średniowieczu pola orne założono u podnóża małej wydmy, wkraczając nieco na jej stok. Ślady przygotowania pola i jego krótkiej uprawy zostały zakonserwowane przez subatlantycką serię eoliczną, młodszą od 910±50 lat BP (1020–1230 lat n.e.) na stanowisku w Karsznicach, w Pradolinie Warszawsko-Berlińskiej (Twardy 2009). Słaba produktywność bielic przyczyniła się do porzucania pól uprawnych po co najwyżej kilkuletnim użytkowaniu.

W młodszym holocenie zwykle łączy się dwie przyczyny wędrowki piasków eolicznych: sprzyjające warunki klimatyczne tzw. drugiego, małego optimum klimatycznego (800–1300 lat n.e.) oraz nasilającą się presję gospodarki na środowisko – szczególnie to wrażliwe, piaszczyste (Bałwierz i inni 2009). Rozwój rzeźby eolicznej można traktować jako konsekwencje błędów w zagospodarowaniu środowiska. Karczunki lasów, uprawa prowadzona na ukształtowanych w przeszłości wydmach, a przede wszystkim nadmierne wypasanie owiec w średniowieczu skutkowały wznowieniem morfotwórczej działalności wiatru. Młode wydmy antropogeniczne z arenosolami są powszechne w wielu częściach zachodniej

i środkowej Europy (Koster 1988). Także w innych obszarach Polski udokumentowano akumulację piasków w okresie historycznym, np. w północnej części Wyżyny Śląskiej (Szczypek, Wach 1993, Szczypek i inni 1994). Piaski „wędrujące” spotykane były w strefach starego osadnictwa i na wylesionych obszarach Doliny Dolnej Odry (Kozarski, Nowaczyk 1991b). Transport piasku drobnego odbywał się na krótkim dystansie – od setek metrów do kilku kilometrów (Kozarski, Nowaczyk 1991a). Procesy eoliczne czynne w holocenie doprowadziły do osadzenia serii piasków o miąższości 1–3 m, szczególnie w partiach czołowych wydm.

Z kolei w okresie od XIV do połowy XIX w. nastąpiło ochłodzenie zwane małą epoką lodową. Na terenach Polski panowały wilgotne i nieco chłodniejsze warunki klimatyczne (Maruszczak 1998), rozrastały się torfowiska, a formy wydmowe uległy utrwaleniu.

Podczas mezo- i neoholocenu wydmy i pokrywy eoliczne środkowej Polski podlegały wielokierunkowej ewolucji w warunkach antropopresji. Procesy eoliczne inicjował człowiek, głównie poprzez ingerencję w środowisko naturalne wrażliwych na działalność wiatru ekosystemów piaszczystych (eolicznych). Do najbardziej efektywnej transformacji wydm i pokryw eolicznych dochodziło w okresach, w których nasilająca się antropopresja nakładała się na suche fazy klimatyczne, zarówno chłodniejsze (okres subborealny), jak i ciepłe (wczesne średniowiecze).

2.3. Proces rozwiewania wydm w drugiej połowie XIX i w XX w.

Aktywne procesy eoliczne o lokalnie dużym natężeniu występowały nie tylko w średniowieczu, ale także od schyłku XIX w. po lata 70. kolejnego stulecia, a obserwowano je w całej niżowej Polsce (Małkowski 1912, 1917, Lencewicz 1922, 1927, Kossmann 1930, Lencewicz, Małkowski 1953, Dylikowa 1958, Kobendza, Kobendza 1958, Bogacki 1969, Klimko 1973, Krajewski 1977, Dulias 2004). Deflację i efekty akumulacji w postaci zasypywania pól uprawnych, lasów i zabudowy wsi szczegółowo opisano dla dużych pól wydmowych, np. w Puszczy Kampinoskiej (Kobendza, Kobendza 1958), Kotlinie Toruńsko-Bydgoskiej (Mrózek 1958), Pradolinie Głogowsko-Baruckiej (Nowaczyk 2009), a także w okolicach Łodzi (Dylikowa 1958, Krajewski 1977).

W regionie łódzkim głód ziemi ornej wśród ludności rolniczej w drugiej połowie XIX i na początku XX w. stał się jedną z głównych przyczyn wylesień, także wydm. Po usunięciu lasu wydmy były często wykorzystywane pod uprawę rolną, co sprzyjało procesom rozwiewania i niszczenia. Zniszczeń dokonywało także pasące się bydło, które zjadało ubogą roślinność zielną, ale także tratowało piaszczysty teren. Duże szkody wyrządzał człowiek nie tylko przez wycinanie drzew, ale także wyciąganie długich korzeni sosny i jałowca z piasku na potrzeby gospodarcze, do wytwarzania koszyków i kobiałek.

Lasy na wydmach niszczone także podczas pierwszej wojny światowej, np. w Puszczy Bolimowskiej, ponieważ linia frontu przez długi czas przebiegała wzdłuż Rawki. Podczas kopania okopów odsłaniano piasek wydmowy i następowało odnowienie procesów eolicznych. Wiatr wynosił luźny piasek i tworzył nowe misy deflacyjne, a piaskiem zasypywał sąsiednie rośliny, zarówno drzewa, jak i krzewy. Jeżeli takiej roślinności nie było, piasek zasypywał sąsiednie pola, łąki, a nawet domostwa (Kornaś 1972a). Z kolei w Puszczy Spalskiej Niemcy wycinali drzewa, przerabiając je w tartakach w Konewce i Królowej Woli. Wyrąb odbywał się na zasadzie zrębni zupełnych.

Procesy wędrówki wydmy i zasypywania pól oraz zabudowy w okresie międzywojennym zostały udokumentowane dla Puszczy Kampinoskiej (Kobendza, Kobendza 1958), ale także dla terenów obecnego województwa łódzkiego, w okolicach Aleksandrowa Łódzkiego (Kossmann 1930) oraz Nieborowa (Wareżak 1952). Szczególnie dobrze opisana została aktywność dosyć dużej wydmy śródlądowej w latach 20. i 30. XX w. w okolicach Aleksandrowa Łódzkiego (ryc. 13). Wydma ta cechuje się dobrze rozwiniętą częścią czołową, zredukowanym przez rozwiewanie ramieniem północnym i stosunkowo dobrze wykształconym ramieniem południowym. Bezleśna, względnie rozległa i płaska powierzchnia części czołowej wydmy podlegała w tym czasie morfotwórczej działalności wiatru. Działalność była tak wydajna, że wydma zaczęła przesuwac się i zasypywać pobliskie pola (Kossmann 1930). Morfologiczny rozwój wydmy w Aleksandrowie Łódzkim został przerwany w okresie drugiej wojny światowej przez jej zalesienie. W takim stanie wydma przetrwała do chwili obecnej.



Ryc. 13. Wędrująca wydma w okolicach Aleksandrowa Łódzkiego zasypująca drzewa na początku XX w.

Źródło: na podstawie Kossmann (1930).

Także w równinnych okolicach Łowicza na odlesionych wydmach zachodziły procesy eoliczne, a teren ruchomych piasków nazwany był „pustynią nieborowską” (Wareżak 1952). Straty rolnicze były tak duże, że już w okresie międzywojennym rozpoczęto zalesianie mało przydatnych gruntów piaszczystych. I tak w majątku Nieborów procesowi temu poddano około 1200 ha gruntów rolnych (głównie w latach 1920–1939) – obecnie jest to uroczysko Nieborów (Chudzik 2002).

Podczas drugiej wojny światowej niemieccy okupanci, prowadząc rabunkową gospodarkę leśną, doprowadzali w środek lasów sieć torów, budowali tartaki i wycinali „czystymi” zrębami kilometry kwadratowe borów. Początkowo odsłonięta wydma zachowywała w ogólnych zarysach kształty paraboli, jednak długotrwałe procesy deflacji prowadziły do jej przekształcenia. Wiatr roznosił piasek na sąsiednie pola i łąki. Wydma ulegała zniszczeniu, a pola i łąki – zasypaniu przez warstwę piasku. W wyniku rabunkowej gospodarki leśnej powstały miniaturowe pustynie. Największy obszar lotnych piasków w latach 50. XX w. występował na lewym brzegu Bzury, obok jej ujścia, w pobliżu wsi Kamion. Obejmował on 300 ha powierzchni. Ogołoczone tereny zalesione zostały dopiero po wojnie (Kobendza 1966). Po drugiej wojnie światowej parcelowano także majątki ziemskie, w tym obszary piaszczyste. Jeszcze w drugiej połowie XX w. uprawiano pola na niskich wydmach i w otoczeniu wyższych, jednak z czasem opuszczano je i porosły one lasem, np. w okolicach Nieborowa, Głowna, Szadku i Zelowa (Kobojek, Kobojek 2012). Rozwiewanie wydm zachodziło w latach 60. XX w. w okolicach Tuszyń, w Podgórzycach koło Witowa (Dylikowa 1958). W przypadku wydmy w Podgórzycach warstwa akumulowanych piasków sięgnęła 30–40 cm. Tworzyły się także nierówności typu zasp piaszczystych, najczęściej podparte o przeszkodę w postaci grupy młodych sosen. Niszczono wydmy zamieniały się z czasem w rozległe płaskie pola piaszczyste pokryte najpierw kępami wrzosów, a obecnie porośnięte już lasem.

W latach 70. XX w. procesy eoliczne były aktywne także na dużej wydmy późnovistuliańskiej w miejscowościach Poręby i Ogrodzisko, na Wysoczyźnie Łaskiej (Krajewski 1977). Do przyczyn wędrowki wydmy należy zaliczyć rabunkową gospodarkę leśną w drzewostanach sosnowych porastających wydmy i prawdopodobnie nadmierny wypas owiec. Ogołocenie wydmy z roślinności powodowało uruchomienie przez wiatr materiału piaszczystego i pylastego, przemiany mikrorzeźby wydmy i pokrycie jej młodymi, drobnymi, podrzędnymi formami eolicznymi, określanymi przez Annę Dylikową (1958) jako „zasy piaszczyste”.

Jeszcze inna była przyczyna zjawiska lokalnych lotnych piasków w dolinie Bzury między Karsznicami i Łowiczem. Bzura została uregulowana w pierwszej połowie XIX w., a jej dno osuszono szeregiem rowów melioracyjnych (Kobojek 2004). Negatywne skutki tej regulacji i melioracji zaobserwowano już w końcu XIX w. (Sulmierski i inni 1880). Wielkie połacie łąk były przesuszone. W połowie XX w. pojawiło się nowe zjawisko – lotne piaski i zalesienia sosnowe (Olaczek 2002). W Karsznicach (okolice Piątku), na południe od wsi występowały rozległe

pola wydmore i piasków rozwiewanych przez wiatr, pokryte skąpą roślinnością (Krzemiński 1972). Wydmy zostały zalesione w latach 70. XX w.

Minione stulecie zapisało się w regionie łódzkim głównie przeobrażeniami późnovistuliańskich wydm, a tylko miejscowo powstały nowe małe formy eoliczne. Las powrócił na tereny najpóźniej wylesione w latach 70. XX w., a jednocześnie najuboższe, które tylko w okresach największego głodu ziemi były użytkowane rolniczo.

Także współcześnie w miejscach wylesionych, wydeptanych, tam, gdzie na powierzchni ukazują się piaski wydmore, wiatr i woda porywają drobne ziarenka piasku, ale transportują je na krótkie odległości. Procesy niszczące, które działają na powierzchni odkrytych obszarów wydmore, są uwarunkowane przebiegiem pogody w poszczególnych porach roku. W okresie topnienia śniegu oraz letnich burzowych opadów deszczu działa ożywione spłukiwanie. W porze szczególnej koncentracji opadu deszczu wydajność procesów spłukiwania osiąga znaczne rozmiary (ryc. 14). Luźne ziarna piasku łatwo podlegają transportowi wodnemu, a rozcięcia powierzchni przez spłukiwanie mogą osiągać znaczne rozmiary, zwłaszcza na stokach silnie nachylonych.



Ryc. 14. Piaski wydmore akumulowane na ścieżce w lesie jako skutek spłukiwania przez wodę deszczową

Źródło: E. Koboжек.

W okresach suchych powierzchniowa warstwa piasku o miąższości kilku centymetrów zostaje pozbawiona wilgoci. Luźne ziarenka stają się wtedy bardzo podatne na deflację i transport eoliczny. Wiatr wywiewa piasek z odkrytych przestrzeni i osadza w sąsiedztwie, łagodząc w ten sposób rysy rzeźby wydymowej.

Wydmy śródlądowe są dzisiaj formami w przewodzie fosylnymi, utrwalonymi, a procesy wydymotwórcze mają charakter wtórny i występują tam, gdzie nastąpiło zniszczenie pokrywy roślinnej, zwykle wskutek działalności człowieka.

CECHY EKOSYSTEMÓW W OBSZARACH WYDMOWYCH

Ekosystem jest układem ekologicznym składającym się z ogółu biocenoz pozostających we wzajemnych relacjach wraz z ich abiotycznym środowiskiem (Strzałko, Mossor-Pietraszewska 1999, Weiner 1999). W przypadku pól wydmych to właśnie abiotyczne środowisko jest elementem determinującym cały ekosystem. Obszary zbudowane z miąższych serii piasków kształtują ekosystem, wyróżnikiem którego jest suchość podłoża mająca ogromny wpływ na świat roślin. Wypukłym formom eolicznym towarzyszą zagłębienia deflacyjne wypełnione okresowo wodą i torfem, czyli jest to środowisko wilgotne lub mokre. Sąsiedztwo wydmy i zagłębienia deflacyjnych, czyli środowisk bardzo odmiennych pod względem wilgotnościowym, jest elementem charakterystycznym dla obszarów wydmy śródlądowych.

3.1. Cechy litologiczne piasków eolicznych

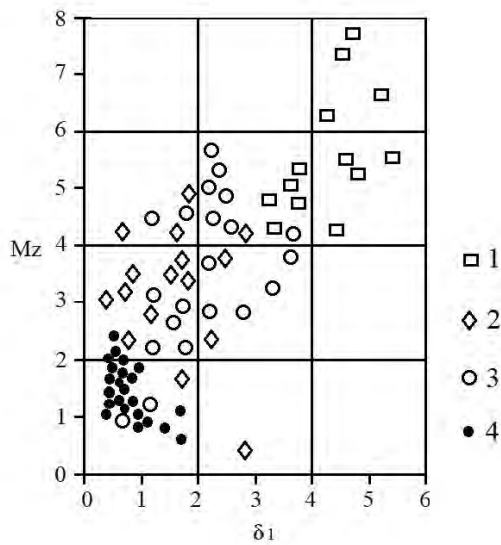
Wydmę śródlądową zbudowaną są prawie wyłącznie z piasków, głównie średnio- i drobnoziarnistych o zmiennej miąższości od około 1 do 15–30 m. Największa miąższość piasku występuje w czole wydmy (ryc. 15). Skład granulometryczny osadów jest mało zmienny, dominują ziarna o średnicy od 0,5 do 0,1 mm, co jest związane z siłą transportową wiatru o przeważającej prędkości 2–7 m/s. W zależności od regionu Polski czy Europy udział procentowy ziaren o różnych średnicach jest zmienny (Kozarski, Nowaczyk 1991a). Zwykle jednak około 99% stanowią ziarna o średnicy 0,25–0,5 mm. Czasem w spągu serii jest nieco większy udział pyłu, a zawartość cząstek o średnicy mniejszej niż 0,062 mm osiąga 35%. W środkowej Polsce podstawową masę osadów w wydmy stanowi piasek średnio- (0,5–0,25 mm) i drobnoziarnisty (0,25–0,10 mm) (Krygowski 1958, Krajewski 1977, Manikowska 1985, Klatkova i inni 2007).

Osady wydmy wyróżniają się na tle innych utworów geologicznych w regionie łódzkim przede wszystkim wysortowaniem – są najlepiej wysortowane, ponieważ wartość wskaźnika δ_1 (standardowe odchylenie) waha się w granicach 0,3–1,2 (ryc. 16). Największa liczba próbek osadów bardzo dobrze wysortowanych przypada na serię z młodszego dryasu, zaś źle wysortowanych – na serię z najstarszego dryasu (Manikowska 1985). Nieco słabiej cecha ta jest zaznaczona w osadach fluwioglacjalnych. Wyliczony dla tych osadów wskaźnik δ_1 przybiera wartość około 1–4. Z analizy diagramu wynika, że najbardziej wyróżniają się gliny zwałowe.



Ryc. 15. Piaski drobnoziarniste budujące wydnię śródlądową w Teodorach
Największa miąższość piasku występuje w czole wydmy, a w obrębie ramion stopniowo zmniejsza się

Źródło: S. Kobjek.



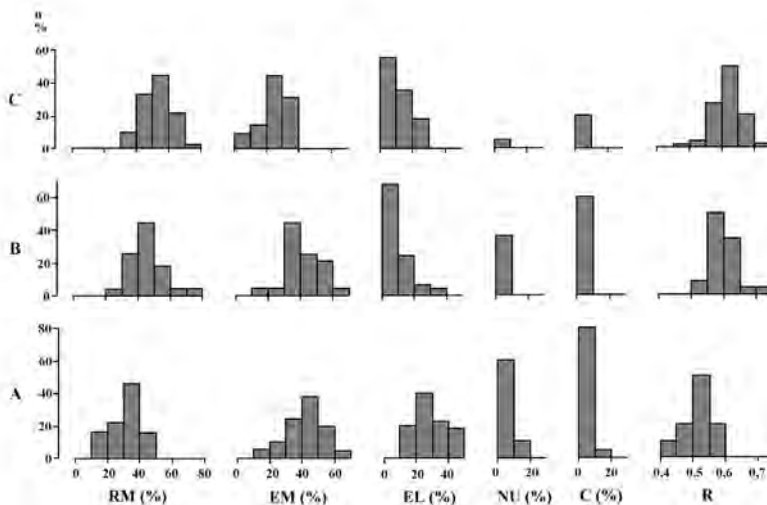
Ryc. 16. Cechy granulometryczne osadów eolicznych na tle innych utworów podłoża
Diagram przedstawia zależności między średnią średnicą ziaren (Mz)
i odchyleniem standardowym $\delta 1$
1 – glina zwałowa; 2 – osady fluwioglacjalne; 3 – osady fluwioperyglacjalne;
4 – piaski eoliczne w wydmach

Źródło: opracowanie własne.

Są to osady najdrobniejsze, średnie średnice (M_z) zawierają się w przedziale 5–7 ϕ , oraz bardzo słabo wysortowane lub niewysortowane (wartość wskaźnika wysortowania $\delta 1$ waha się od 3,5 do 5,2). Znacznym zróżnicowaniem wśród badanych serii charakteryzują się osady fluwioperyglacjalne. Wyliczone dla osadów rzecznych wartości średniej średnicy mieszczą się w bardzo szerokim zakresie od 0,5 do 7,5 ϕ . Osady grubsze są lepiej wysortowane, a drobniejsze – gorzej. Wskaźniki podkreślają różnice w dynamice i reżimie procesów, które tworzyły osady w różnych środowiskach sedymentacyjnych. Wiatr jest czynnikiem znacznie mniej efektywnym od wody ze względu na mniejszą gęstość i lepkość ośrodka transportującego (powietrza). W zawieszeniu może transportować jedynie ziarna frakcji pyłowej, natomiast grubsze (większe niż 0,25 mm średnicy) – w procesie saltacji (skokowo), a także poprzez przesuwanie i toczenie po powierzchni terenu.

Charakterystyczną cechą teksturalną ziaren kwarcu frakcji piaszczystej budującej wydmy jest okrągły kształt i matowa powierzchnia (ryc. 17). Udział ziaren dobrze zaokrąglonych wynosi średnio 60% (Goździk, Kobojeck 2016). Ziarna RM, czyli okrągłe matowe, stanowią 55–70%. Wysoki stopień eolizacji jest cechą wszystkich wydm środkowej Polski (Goździk 1991, Woronko i inni 2015). Procesy transportu eolicznego powodowały silne zmatowienie i porysowanie powierzchni cząstek kwarcowych oraz wpłynęły na stopień i zaokrąglenie ostrych krawędzi ziaren. Zapis eolizacji obserwowany na ziarnach piasku nie ogranicza się tylko do typowych osadów wydmyowych i piasków pokrywowych, ale również wyraźnie występuje w innych genetycznie osadach peryglacjalnych, głównie fluwialnych (Goździk 1991, Goździk, Zieliński 1996, Kobojeck 2000, Klajnert, Kobojeck 2003). Najlepszą obróbką wyróżniają się piaski pokrywowe i wydmyowe. Zawartość cząstek RM w połowie próbek jest większa niż 60%. Ziarna nieobrobione są prawie nieobecne. Również cząstki EL (okrągłe błyszczące) występują w połowie próbek w ilości nieprzekraczającej maksymalnie kilku procent. Wyliczone dla utworów eolicznych średnie wskaźniki zaokrąglenia R osiągają wartości od 0,65 do 0,75. Osady glacialne i fluwioglacialne ze zlodowacenia warciańskiego posiadają bardzo słabą obróbkę. Nie wielki jest udział ziaren okrągłych matowych (RM), od 10 do 20%, natomiast występuje duża zawartość cząstek okrągłych błyszczących (EL), przeważnie na poziomie 25–40%. Ziarna nieobrobione (NU) i pęknięte (C) stanowią w próbkach maksymalnie 20%. Na słabą obróbkę ziaren wskazuje także wartość średniego wskaźnika zaokrąglenia R rzędu 0,45–0,55. Dobrą obróbką odznaczają się natomiast peryglacjalne osady fluwialne. Ziarna okrągłe matowe (RM) stanowią przeważnie od 40 do 60%, a udział cząstek zaokrąglonych błyszczących (EL) maleje do 20%. Ziarna nieobrobione (NU) zazwyczaj nie występują. Także wartość wskaźnika zaokrąglenia przekracza najczęściej 0,6. Cechy osadów wydmyowych są podobne w obszarach sąsiednich, np. na Wyżynie Częstochowskiej (Kobojeck, Kobojeck 2003).

Wzrost obróbki ziaren od glacialnych poprzez vistuliańskie fluwialne do eolicznych obrazują wartości wskaźnika obtoczenia R wynoszące od 0,5–0,55 (osady glacialne), poprzez 0,55–0,6 (osady fluwialne), po 0,6–0,65 (osady eoliczne). Wartości te świadczą o dużym udziale ziaren eolizowanych wśród osadów akumulowanych w vistulianie w środowisku peryglacialnym, zarówno fluwialnym, jak i eolicznym. W okresach intensywnej działalności wiatru duże ilości piasku dostawały się do koryt rzecznych, a następnie podlegały transportowi i depozycji. Nabyte w środowisku eolicznym cechy ziarna dobrze zachowały się w aluwiach, ponieważ w środowisku rzeczonym zmieniają się one niezwykle wolno (Goździk, Mysińska-Dowgiałło 1982).



Ryc. 17. Zmienność procentowej zawartości typów ziaren kwarcowych i stopień ich obróbki (R) w osadach o różnej genezie w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej
 A – osady glacialne, warciańskie; B – osady fluwioperyglacialne, vistuliańskie;
 C – osady eoliczne, późnovistuliańskie; RM – ziarna okrągłe matowe; EM – ziarna przejściowe; EL – ziarna okrągłe błyszczące; NU – ziarna nieobrobione;
 C – ziarna pęknięte; n – udział próbek w procentach; R – wartość średniego wskaźnika zaokrąglenia

Źródło: opracowanie własne.

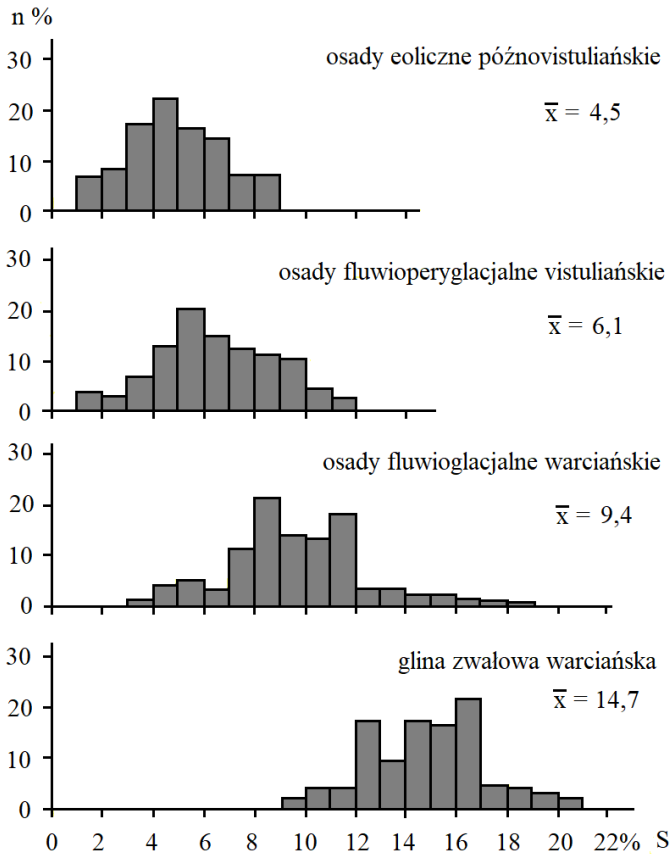
Nie ma różnicy w teksturalnych cechach osadu eolicznego akumulowanego w późnym vistulianie i holocenie. Tworzy akumulowane w holocenie pod względem uziarnienia dość wiernie odwzorowują teksturę późnovistuliańskich serii eolicznych, przy pewnej redukcji frakcji pylistych. Świadczy to o wielokrotnym eksponowaniu przez człowieka starych wydym i pokryw eolicznych na działalność wiatru, a także o krótkim transporcie eolicznym i zbliżonej sile wiatrów

wydmotwórczych w późnym vistulianie i holocenie (Twardy 2008). Ogólnie można stwierdzić, że piaski eoliczne cechuje ogromna jednorodność uziarnienia występująca zarówno lateralnie, jak i w pionowych profilach. Jej przyczyn należy upatrywać, poza zdolnością transportową wiatru, także w uziarnieniu osadów źródłowych dla wydm. Były nimi piaszczyste osady o genezie fluwioperyglacialnej i fluwioglacjalnej.

Transport eoliczny jest procesem powodującym najsilniejszą abrazję składników mineralnych, około 1000 razy silniejszą od abrazji w środowisku fluwialnym (Lindé, Mycielska-Dowgiałło 1980). W osadach eolicznych, wielokrotnie redeponowanych, rośnie udział procentowy minerałów najbardziej odpornych na abrazję mechaniczną kosztem mniej odpornych. Z grupy minerałów lekkich szczególne znaczenie ma udział kwarcu i skaleni, badany we frakcji piaszczystej (0,5–0,8 i 0,8–1,0 mm). Kwarc jako minerał o wysokiej odporności na abrazję mechaniczną ulega selektywnemu wzbogaceniu w osadach eolicznych. Rozmiar tego procesu jest miarą długości trwania działalności eolicznej.

Skład mineralogiczny osadów wydmowych jest jednorodny, ponieważ zdecydowanie dominują ziarna kwarcu. W wydmach na obszarze Polski zawartość kwarcu stanowi 90–99% w ziarnach frakcji 1,0–0,1 mm (Kobendza 1966, Urbaniak-Biernacka 1976, Trembaczewski 1976). Wartość ta wyróżnia wydmy w Polsce, ponieważ piaski wydmowe np. obszaru Węgier są uboższe w kwarc, którego zawartość waha się w granicach 60–90%. Najniższym udziałem kwarcu charakteryzują się wydmy bułgarskie – 76–78% (Trembaczewski 1976). Do ważnych cech mineralogicznych osadów wydmowych należy ogromna przewaga minerałów lekkich i nieznaczna zawartość minerałów ciężkich oraz brak minerałów węglanowych.

Ubogi skład mineralny osadów wydmowych ma związek z przemianami, którym podlegał pierwotny materiał fluwioglacjalny i fluwioperyglacjalny, nim wszedł ostatecznie w skład wydm. Skaleń, jako minerał o małej odporności na abrazję mechaniczną, ulega wyraźnemu zubożeniu w osadach, gdzie rośnie zawartość kwarcu. Zawartość skaleni maleje od średnich wartości 14,7% w osadach glacialnych i 9,4% – w fluwioglacjalnych, poprzez 6,1% w osadach fluwialnych z vistulianu, po 4,5% w osadach eolicznych (ryc. 18). Z badań Barbary Maniowskiej (1985) wynika, że zawartość skaleni w całej masie osadów późnovistuliańskich w regionie łódzkim waha się od 0,6 do 11,1%, przy czym w wydmach wynosi 3–5%. W okolicach Żyrardowa w spągu serii osadów piaszczystych skaleni stanowią 2–10% próbki (Kalińska 2008). W piaskach wydmowych Puszczy Kampinoskiej zawartość skaleni waha się od 2 do 5% (Urbaniak-Biernacka 1976). W osadach eolicznych na Wyżynie Częstochowskiej jest ich jeszcze mniej, średnio 3,2% (Kobojeck, Kobojeck 2000). Bardzo niska zawartość skaleni w osadach wydmowych środkowej Polski jest rezultatem skumulowania wpływu procesów wietrzenia chemicznego i abrazji eolicznej, które działały od interglacjału eemskiego aż do końca kształtowania wydm w młodszym dryasie.



Ryc. 18. Zawartość skaleni w osadach neoplejstocenijskich wschodniej części regionu łódzkiego

n – liczba próbek w %; S – przedziały klasowe zawartości skaleni w %;
x – średnia zawartość skaleni

Źródło: opracowanie własne.

W wydmach śródlądowych minerały ciężkie występują w bardzo małych ilościach, rzędu kilku dziesiątych procenta (0,1–0,6%), z przewagą granatu, czyli minerału bardziej odpornego na wietrzenie. W odróżnieniu od innych osadów czwartorzędowych piaski wydymowe są pierwotnie pozbawione minerałów ilowych. Ogólnie występuje ubóstwo składników chemicznych, w tym najważniejszych dla roślin składników pokarmowych. W piaskach wydymowych notuje się skrajnie niskie zawartości wapnia, magnezu, potasu i innych jonów zasadowych (Bednarek, Prusinkiewicz 1997). W wydmach środkowej Polski nie stwierdzono minerałów węglanowych (Manikowska 1985).

Skład mineralogiczny piasków wydmyowych (90–99% kwarcu) przesądza sprawę użytkowania gleb, dla których są skałą macierzystą. Nie nadają się one pod uprawę rolną, a uprawy leśne dobrze rosną jedynie na wydmach pokrytych warstwą gleby i dostatecznie zaopatrzonych w wodę.

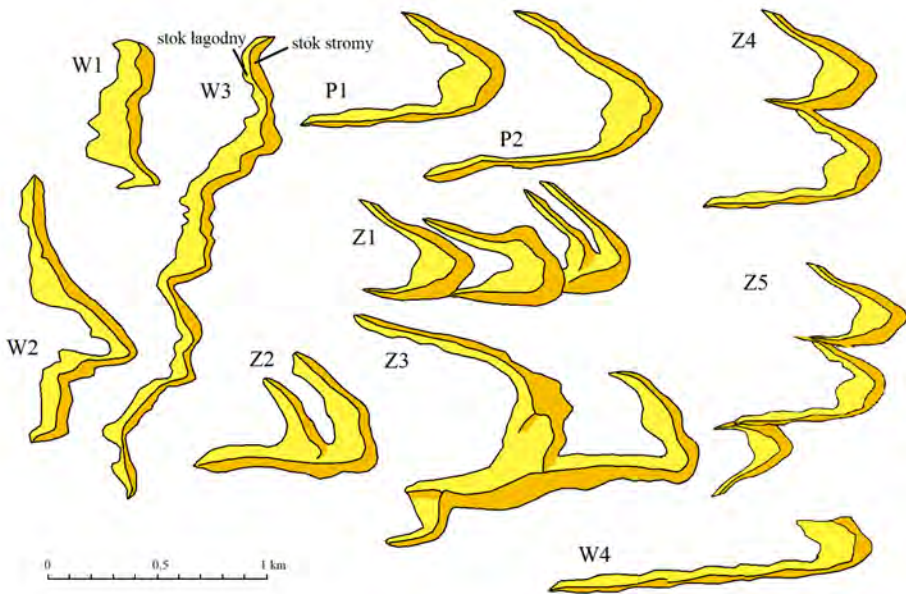
O cechach wewnętrznych struktur osadów wydmyowych zdecydował zespół procesów powodujących migracje tych form. Wszystkie wydmy mają mniej lub bardziej czytelną strukturę warstwową (ryc. 12). Można wyróżnić zespoły na stoku doprądowym (dowietrznym) i zaprądowym (zawietrznym) o większym kącie nachylenia. Struktura serii wydmyowych składa się czasem z serii laminowanych o nieco zmiennej frakcji. Taki styl warstwowania należy wiązać z siłą transportową wiatru w cyklu rocznym. W zależności od miejsca i kierunku odślonięcia w wydmie widoczny będzie inny upad warstwy. Zwykle dominuje laminacja nachylona.

3.2. Współczesna rzeźba pól wydmyowych

Wydmy śródlądowe są wzniesieniami o bardzo różnych kształtach. Nawet jeżeli pierwotnie miały charakterystyczny układ paraboli, to w wyniku rozwiewania w holocenie ich kształt uległ modyfikacji, czasem nawet został on zredukowany do prostych wzniesień. Jednak bez względu na kształt formy wydmyowe zawsze górują, nawet 15–30 m, nad okolicznymi płaskimi obszarami. Takie wysokości względne w obszarach górskich czy wyżynnych można uznać za nieznaczące, jednak w terenie równinnym jest to wartość duża, tym bardziej że zwykle krótki, ale wysoki stok bezpośrednio sąsiaduje z płaską powierzchnią. Najwyższe wydmy śródlądowe na terenie województwa łódzkiego tylko sporadycznie osiągają 30 m wysokości względnej, a przeważają formy do 20 m. Są to wartości porównywalne z innymi obszarami kraju, np. w Międzyrzeczu Warciańsko-Noteckim i Kotlinie Warszawskiej (Pilarczyk 1958, Kobendza 1966, Pernarowski 1958).

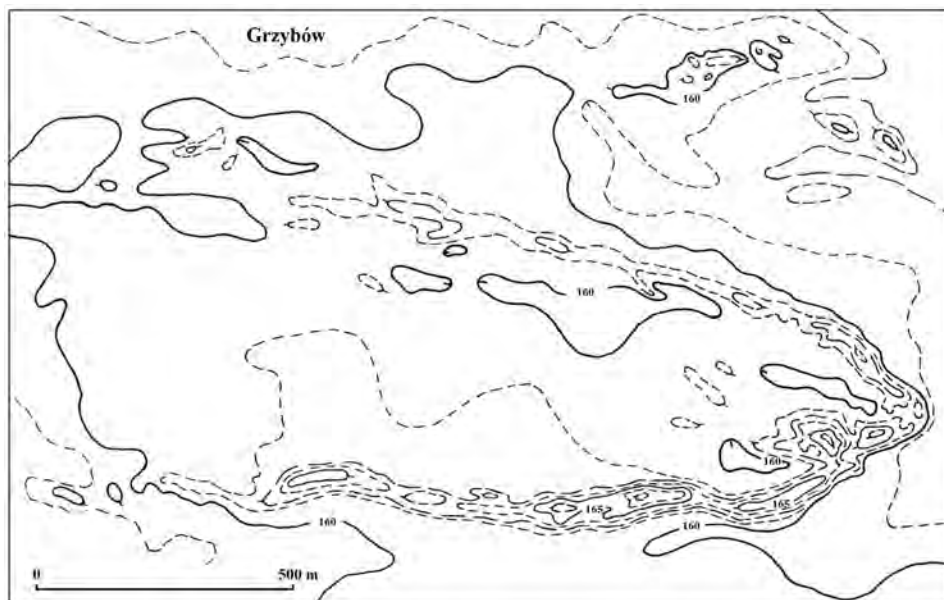
Morfologia wydym utrwalonych jest bardzo bogata. Już na podstawie mapy topograficznej można wyróżnić dwa zasadnicze typy wydym: wały i łuki lub parabole z całą gamą form pośrednich (ryc. 19). Najbardziej powszechnym typem formy wydmyowej w terenie badań jest wydma paraboliczna. Wydmy o takim kształcie występują pojedynczo albo w różnych połączeniach, zwykle na wysoczyznach morenowych. W rzucie poziomym charakteryzuje je mniej lub bardziej widoczny kształt łukowaty, zbliżony do półkola lub paraboli skierowanej wypukłością ku wschodowi (ryc. 10, 20). Ramiona wydym rozwarłe w kierunku zachodnim nie zawsze mają takie same długości, zwykle ramię południowe jest dłuższe od północnego (ryc. 19, P1 i P2). Rozpiętość ramion wydmyowych może wynosić od kilkudziesięciu metrów do kilku kilometrów, w regionie łódzkim do kilometra. Wysokość wydym jest zwykle największa pośrodku łuku (czoło wydmy) i maleje w miarę oddalania się wzdłuż ramion. Parabole są bardzo zróżnicowane pod

względem wielkości. Wysokość względna grzbietu wydmy mniejszych wynosi do 10 m, a większych – około 20–30 m. Asymetria stoków wydmowych jest ważnym elementem morfologii pojedynczej formy. W partiach czołowych stoki dowietrzne (proksymalne) o ekspozycji zachodniej są długie i łagodniejsze, pochylone na ogół pod kątem 6–11°. Z kolei stok zawietrzny (dystalny) – skierowany na wschód – jest krótki, ale za to stromy, nachylony pod kątem 14–29° (ryc. 21). Wszystkie wydmy mają łagodne zbocza zachodnie i strome wschodnie. Także ramiona wydmy mają stosunkowo strome zbocza zewnętrzne południowe i północne, zaś łagodne – wewnętrzne. Wszystkie parabole mają dłuższe i bardziej zwarte ramiona południowe (zwykle 1,2–1,9 km), a krótsze i mniej wyraźne – północne (0,6–1,4 km). Deformacja ramion spowodowana była zmianą kierunku wiatru, prawdopodobnie o około 40°. Znaczne nachylenie stoków należy do jednych z ważniejszych urozmaiceń rzeźby terenu w Polsce niżowej. Klasyczne łuki wydmowe zachowały się tam, gdzie dostatecznie wcześniej pojawiła się szata roślinna, a przede wszystkim las, który utrwalił ich pierwotne zarysy.



Ryc. 19. Główne kształty form wydmowych w regionie łódzkim
Rycina przedstawia formy w planie, gdzie kolor jaśniejszy oznacza stok dowietrzny, łagodniejszy, a kolor ciemniejszy – stok zawietrzny, bardziej stromy. W – wały wydmowe o urozmaiconym przebiegu i różnej długości; P – wydmy paraboliczne; Z – zespoły wydmowe

Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 20. Wydma paraboliczna z przerwany czołem w okolicach Grzybowa
Występuje wyraźna różnica między wykształceniem ramienia południowego
i północnego. Ramię południowe jest dobrze zarysowane i wyższe

Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 21. Stok zawietrzny wydmy parabolicznej pokryty lasem sosnowym

Źródło: S. Kobjek.

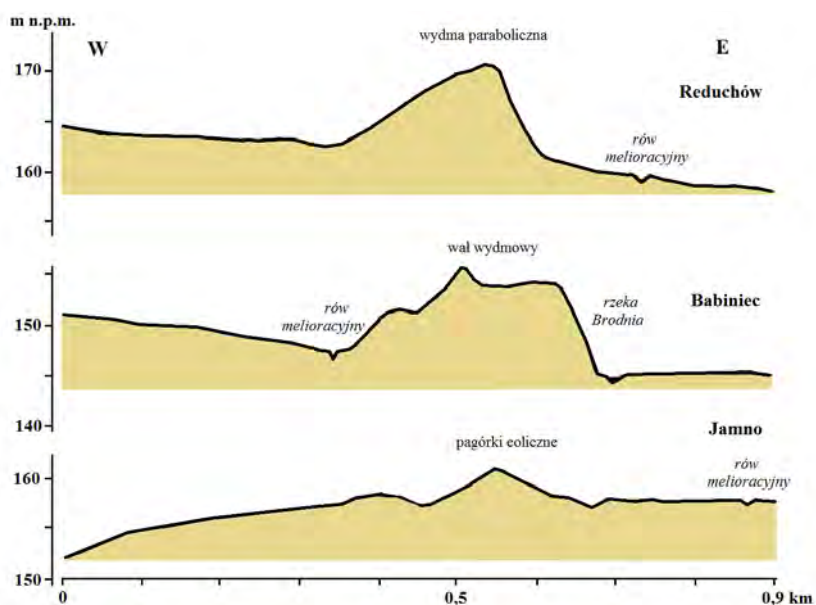
Wewnątrz łuku wydmowego przeważnie występuje zamknięte owalne obniżenie powstałe na skutek wywiewania piasku, który usypany został w wydme – jest to zagłębienie deflacyjne (ryc. 10). W zagłębieniu tym występują często podmokłości, torfowiska, a nawet jeziorka, ponieważ płytko zalega poziom wód gruntowych. Parabola wydmowa i misa deflacyjna do poziomu podsiąkania wód gruntowych uznawane są za szczyt rozwoju wydmy (Kobendza, Kobendza 1958).

Wydmy paraboliczne mają często zniszczone czoła w wyniku rozwiania w holocenie, a szczególnie – w czasach historycznych. Przykładem może być wydma w okolicach Grzybowa (ryc. 20). Forma osiąga tylko 6–7,5 m wysokości względnej. Kulminacja czoła położona jest na wysokości 166 m n.p.m., ale widać wyraźne przerwanie jego ciągłości i obniżenie. Ramię południowe jest dłuższe (1,6 km) i wyższe (4–5 m wysokości względnej) niż ramię północne (1,2 km długości i 2–3,5 m wysokości). Także w wielu innych miejscach czoła wydm parabolicznych mają nieregularne kształty. Często spotykane są w ich kulminacjach drugorzędne mniejsze formy depozycyjne. Formy te dokumentują procesy rozwiania wydm po usunięciu roślinności, prawdopodobnie przez człowieka. Takie procesy dotyczące przemodelowania czoła dużych wydm śródlądowych opisywane są szczegółowo w literaturze (np. Izmailów 2007).

Wydmy występują zwykle grupami, często łącząc się ze sobą. W niektórych okolicach tworzą one całe łańcuchy o przebiegu południkowym lub równoleżnikowym. 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 wydmy o kształcie paraboli, ale także południkowe wały wydmowe powstałe z połączenia kilku wydm czy równoleżnikowe wały o bardzo urozmaiconych kształtach (ryc. 19). Czasem w jednym większym polu wydmowym w bezpośrednim sąsiedztwie występują wszystkie wcześniej wskazane typy.

Do prostszych form należą krótkie wały wydmowe z asymetrycznymi stokami i jedną kulminacją w obrębie czoła rzędu 10 m wysokości względnej (ryc. 19, W1). Czasem wał ma nieregularny przebieg z południa na północ z wyraźnie zarysowanym fragmentem dawnej paraboli (ryc. 19, W2). W jeszcze innych przypadkach występują długie południkowo wyciągnięte wały z wieloma kulminacjami, jednak o niezbyt dużych wysokościach względnych, przeciętnie do 6 m (ryc. 19, W3). Wały o przebiegu południkowym powstały w wyniku połączenia się czołowych części wydm, a ramiona są mniej wyraźne – często rozwiane. Takie formy występujące wśród obszarów rolniczych są obecnie pokryte lasem sosnowym.

Wały o przebiegu południkowym często występują na pograniczu terasy akumulacyjnej i równiny zalewowej, np. Brodni, w okolicach miejscowości Babiniec i Pichny. Wzdłuż zachodniej krawędzi doliny Brodni rozwinął się dość zwarty wał piaszczysty o długości 1,3 km i 100–250 m szerokości (ryc. 22 – Babiniec, ryc. 23).



Ryc. 22. Profile hipsometryczne wybranych wydym w okolicach Szadku

Źródło: opracowanie własne.

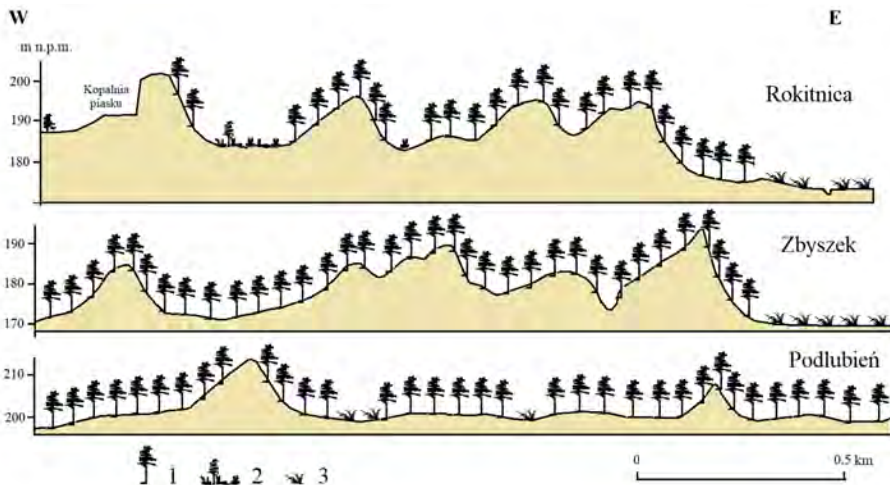


Ryc. 23. Wał piaszczysty w okolicach Babińca o układzie południkowym, równoległy do dna doliny Brodnie

Źródło: opracowanie własne.

Ma on bardzo nieregularny kształt, z wieloma kulminacjami. Od wschodniej strony stok jest stromy i ma 9 m wysokości względnej, a od strony zachodniej jest łagodniejszy, sięgający 7,5 m. Wysokości bezwzględne wierzchołków dochodzą do 155 m n.p.m. Występuje tu wyraźna krawędź między dwoma genetycznie i morfologicznie różnymi krajobrazami: z jednej strony szeroki i płaski poziom terasowy, z drugiej – obszary wydmowe. Formy wydmowe mają dość skomplikowaną genezę. Powstały one na granicy terasy nadzalewowej i zalewowej, gdzie było dużo piasków, ale mało miejsca do ukształtowania klasycznych parabol. Gdy czoło wydmy obejmowało znaczne masy piasku, jego przesuwanie się pod wpływem wiatru było powolniejsze. W efekcie wydmy paraboliczne powoli stawały się coraz krótsze, zmieniając się w wałowe. Dodatkowo zostały one podcięte przez rzekę meandrującą w holocenie, na co wskazują obecność skarpy.

Do wyjątkowo urozmaiconych form należą wały wydmowe o przebiegu równoleżnikowym powstałe z połączenia kilku, w różnym stopniu przekształconych, wydym parabolicznych (ryc. 19, Z1–Z3, ryc. 24). Forma ta może być efektem połączenia się wyraźnych wydym parabolicznych, przy czym krańce ramion wydmy będącej na wschodzie łączą się z wyższymi częściami ramion wydmy występującej na zachód od niej (ryc. 19, Z1). Poszczególne wydmy rozdzielają zagłębienia deflacyjne. W regionie łódzkim dobrym przykładem takich układów są zespoły wydym położone między Teodorami i Rokitnicą (ryc. 24, Rokitnica) oraz na północ od rzeki Pilsy (ryc. 24, Zbyszek). Występuje tu duże urozmaicenie rzeźby terenu. Mniej atrakcyjne są obszary, gdzie wydmy ułożone równoleżnikowo są znacznie od siebie oddalone, np. w międzyrzeczu Luciąży i Pilicy, w okolicach Podlubienia (ryc. 24).



Ryc. 24. Profil pola wydmowego z równoleżnikowo ułożonymi wydymami
1 – lasy na wydmach; 2 – roślinność torfowiskowa; 3 – łąki

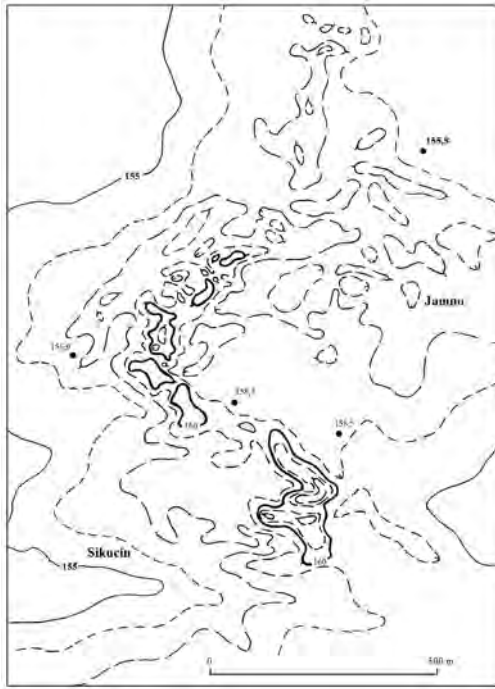
Źródło: opracowanie własne.

W niektórych miejscach zachował się wyraźny, równoleżnikowo przebiegający, zwykle potężny wał piaszczysty, z którego wybiegają równolegle do siebie łuki – forma powstała z połączenia południowych ramion kilku parabol (ryc. 19, Z2 i Z3). Układ taki robi wrażenie szeregu parabol wydmych posuwających się z zachodu na wschód, w pewnym momencie zrosniętych ze sobą w jedną całość. Miejscami wały osiągają znaczne wysokości względne dochodzące do 20–30 m. Duże nagromadzenie takich wałów towarzyszy dolinie Pilski, na północny zachód od rzeki. Są tu najwyższe formy eoliczne w terenie badań (ryc. 5). Brzeg południowy wału biegnie linią niewyrównaną, wypukłości znaczą czoło nowej paraboli. Południowy stok takiego wału ma charakter zbocza odwietrznego, nachylenie jego wynosi od 14 do 25°. Maksymalne nachylenie jest w tym miejscu, gdzie leży czoło paraboli, po czym nachylenie zmniejsza się aż do następnej kulminacji. Wał ma wysokość względną od 10 do 20 m, a nawet do 30 m w stosunku do sąsiedniej łąki. Profil podłużny wału brzegowego daje linię zębatą, złagodzoną nieco przez las porastający wydmy (ryc. 24).

Najmniejszymi formami są zwykle pagórki eoliczne o różnych kształtach. Niektóre z nich zachowały zarys luków. Pagórki mają zaledwie 250 m długości i osiągają do 5 m wysokości względnej. Są to efekty częściowo rozwianych starszych wydmy. Przykładem mogą być pagórki eoliczne na zachód od Jamna (ryc. 22, Jamno, ryc. 25). Występują tu małe odizolowane wzniesienia tworzące zarys o kształcie litery S. W południowej części można wskazać dwie połączone niewielkie wydmy o wysokości względnej 4,5–5 m. W północnej części występują wydłużone pagórki osiągające 3–5 m wysokości o prawie symetrycznych stokach (ryc. 22, Jamno). Można przypuszczać, że pierwotnie asymetryczne wydmy (stromy stok wschodni) uległy przemodelowaniu. Usunięcie roślinności na wydmie o małych rozmiarach sprzyja jej deformacjom. Najszybciej przekształcane są ramiona, a następnie – czoło wydmy. Można przypuszczać, że najpierw ukształtowana została forma eoliczna przez wiatry wiejące z kierunku zachodniego, a przemodelowana – przez wiatry wschodnie.

Analizując pojedynczą wydmy paraboliczną w terenie, widać dwie jednostki rzeźby: wał akumulowanego piasku i nieckę deflacyjną (misa z wywiewania) – obszar deflacji dostarczający piasek na budowę wydmy. Niecki mają na ogół niewielkie rozmiary, ponieważ osiągają 300–500 m długość i 100–500 m szerokość. Często są wydłużone, a ich dłuższa oś ma układ W–E lub NWN–SES. Szczególnie dużo zagłębień występuje w Kotlinie Szczercowskiej, ale mają one zaledwie 100 m długości i 20–50 m szerokości. Niemal każda z niecek jest zatorfiona, przy czym miąższość torfu nie przekracza 1 m (Gawlik 1970).

Na podstawie analizy morfologicznej i litologicznej wydmy można wnioskować, że duże wydmy paraboliczne występują na rozległych równinach morenowych. Z kolei złożone wały wydmy przeważają na wąskich terasach nadzalewowych, gdzie było dużo piasku, ale mało miejsca do pełnego wykształcenia paraboli.



Ryc. 25. Małe pagórki eoliczne w okolicach Jamna

Źródło: opracowanie własne.

Efektom działalności człowieka w czasach historycznych są wydmy mniejsze i rozwiane występujące w wielu miejscach w obrębie regionu łódzkiego.

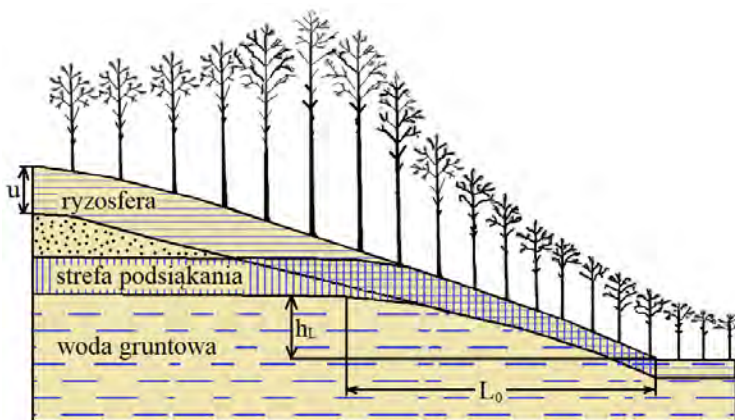
3.3. Stosunki wodne

Wydmy i obszary bezpośrednio sąsiadujące, zagłębienia deflacyjne i równiny morenowe, mają odmienne cechy wilgotnościowe. Wydmy wyróżniają się suchym środowiskiem, a zagłębienia deflacyjne – wilgotnym, czyli występuje tu bezpośrednie sąsiedztwo obszarów suchych i wilgotnych.

W piaskach wydmowych ważna jest wodoprzepuszczalność, czyli zdolność gruntów do przepuszczania wody przez sieć znajdujących się w nim porów. Zależy ona głównie od uziarnienia gruntów i średnicy porów. W piaskach średnioziarnistych (0,25–0,5 mm) woda gruntowa przepływa ze średnią prędkością 35,4 cm na dobę, a w piaskach drobnoziarnistych i mułkach (0,005–0,25 mm) – z prędkością 1,98 cm na dobę. Chociaż piaski średnioziarniste należą do osadów bardzo dobrze przepuszczalnych, a piaski drobnoziarniste – do dobrze przepuszczalnych, to wody opadowe wolno wsiąkają w powierzchnię wydm. Nawet

po ulewnym deszczu zwilgocona zostaje tylko cienka powierzchniowa warstwa piasku. W wydmie rozwija się poziom wód zawieszonych. Dopiero po dłuższym okresie deszczowym woda przenika w głąb i dochodzi do kontaktu z wodami podsiąkającymi. Wody kapilarne w wydmach zalesionych występują również na bardzo różnych poziomach. W zasięgu korzeni drzew piasek jest suchy nawet wczesną wiosną. W takich samych warunkach ukształtowania powierzchni, ale bez drzew, piasek tego samego dnia bywa wilgotny. Drzewa i krzewy pobierają oraz wyparowują ogromne ilości wilgoci z piasków.

Wydmę pokrytą glebą i porośniętą lasem chłoną znaczną część opadów atmosferycznych. Same korony drzew iglastych zatrzymują 40–45% opadu, część wód opadowych pochłania runo, a szczególnie – warstwa mchów i porostów. Reszta przenika do gleby, gdzie zużytkowują ją systemy korzeniowe roślinności wyższej, lub zasila wody gruntowe. Z silnych opadów grunt leśny w 65-letnim lesie sosnowym otrzymuje 75% opadu, a przy opadzie słabym – około 52% (Molga 1970). Część roślin rozwija się dzięki okresowym opadom. Dlatego mają one bardzo rozgałęzioną i rozległą sieć drobnych korzeni rozłożonych bardzo płytko. Inne, głównie drzewa, rozwijają potężne korzenie typu palowego, 3–6 m długości, sięgające do poziomu podsiąkowego wód gruntowych. Drzewa rosnące na czole wydmy zwykle nie korzystają z wód gruntowych, ale z zawieszonych, co oczywiście ma wpływ na rodzaj roślinności (ryc. 26). Drzewa rosnące w niższych częściach ramion korzystają z wód gruntowych, dlatego występują tu inne siedliska niż w obrębie czola wydmy (Czarnowski 1978).



Ryc. 26. Schemat wydmę śródlądowej z poziomem wód gruntowych i ich wpływ na warunki siedliskowe

L_0 – odległość, przy której zanika działanie odwadniająca torfowiska;
 h_L – wysokość wzniesienia wody gruntowej względem poziomu wody w torfowisku w punkcie odległym o L ; u – głębokość ukorzenienia

Źródło: na podstawie Czarnowski (1978).

Zupełnie inne warunki wodne panują w zagłębieniach deflacyjnych. Gлина zwałowa, która często występuje w podłożu tych form, jest utworem bardzo słabo przepuszczalnym, dlatego wody opadowe lub roztopowe stagnują na powierzchni. Z kolei głębokie niecki deflacyjne położone na powierzchniach teras zbudowanych z piasków i żwirów fluwiogłacjalnych lub fluwioperyglacjalnych mogą być zasilane także wodami gruntowymi. Szczególnie widoczne jest to wiosną lub po obfitych opadach, kiedy pojawia się lustro wody. W zależności od charakteru podłoża nieck deflacyjnych woda występuje stale lub okresowo na powierzchni, co oczywiście sprzyja zabagnieniu, a nawet rozwojowi torfowisk. W niektórych misach międzywymowych powstały torfowiska typu niskiego, przejściowego, a nawet wysokiego.

Ogólnie poziom wód gruntowych w obrębie pól wymowych powtarza w formie złagodzonej ukształtowanie powierzchni (ryc. 26). W obrębie niecki deflacyjnej woda występuje stale lub okresowo na powierzchni. Pod wydmiami poziom wód gruntowych nieznacznie się podnosi, chociaż zalega dość głęboko od powierzchni. W czole wydmy może być na głębokości kilku metrów, a w obrębie ramion – nieco płycej. Przykładowo w wydmach w Teodorach poziom wód gruntowych miejscami występuje na głębokości do 10 m, a w sąsiadujących z nimi misach deflacyjnych zwierciadło wody gruntowej jest na powierzchni. Nad zwierciadłem wody ciągnie się równoległe do niego powierzchnia zasięgu podsiąkania, tzn. wody wznoszonej siłami kapilarnymi. Wysokość wznoszenia jest funkcją mechanicznych właściwości gruntów. W piaskach wysokość ta może wynosić 0,5–1,0 m. U podnóża wydmy strefa ta stanowi całość sfery ukorzenia drzew. Tam, gdzie te dwie sfery, poziom wód gruntowych i podsiąkania, pokrywają się, powierzchniowy horyzont gleby jest wilgotny.

Badania hydrologiczne w wydmach w Puszczy Kampinoskiej wskazują, że głębokość zwierciadła wody podziemnej i jego zasobność uzależnione są bezpośrednio od budowy geologicznej podłoża, ściślej – od występowania lub niewystępowania u podstawy wydmy bądź w wydmie warstwy nieprzepuszczalnej, oraz od jej kształtu (Kobendza 1966). Warstwę nieprzepuszczalną stanowią zwykle namuły ilaste, pylaste lub piaszczyste, zaś lokalnie scementowane warstwy orsztynu. Na wysoczyźnie czasem jest to glina zwałowa. Nawet w przypadku występowania pod wydmą warstwy wodoszczelnej nie zawsze gromadzą się nad nią wody infiltracyjne, ponieważ infiltracja w piasek wydmy jest utrudniona i skutek tego nieznaczna.

Gdy podłoże wydmy jest słabo przepuszczalne, zdarza się, że u podstawy wysokiej wydmy poziom wody gruntowej jest równy z powierzchnią gruntu, a nawet miejscami zalega ponad powierzchnią. W przypadku występowania pierwszego poziomu wody gruntowej w spągowej warstwie wydmy poziom ten jest bardzo mało wydajny i o nieznacznej miąższości (Czarnowski 1978). Jednak woda wpływająca spod wydmy na jej stronie zawiętrznej (przed czołem wydmy) może zasilać podmokłości występujące w jej sąsiedztwie. Prawdopodobnie w niektó-

rych przypadkach jest to okresowy poziom wód. Czyli także przed czołem wydmy mogą występować lokalne podmokłości, dlatego w wielu miejscach wykopano rowy melioracyjne (ryc. 23, Reduchów).

Jeżeli piasku wydmy nie oddziela od piasku podłoża żadna warstwa wodoszczelna, swobodne zwierciadło pierwszego poziomu wody gruntowej położone jest poniżej spągu wydmy, a strefa saturacji ogranicza się do piasków terasowych. Często wiąże się to z przesuszeniem terenów w wyniku nieprawidłowej gospodarki wodnej. W Puszczy Kampinoskiej właściwy pierwszy poziom wód gruntowych występuje w piaskach podłoża wydmy i wydmy nie mają większego wpływu na układanie się zwierciadła tych wód ani na kierunek ich ruchu (Urbaniak-Biernacka 1972). Sytuacja taka miała miejsce w przypadku uregulowanego dna doliny Bzury, na odcinku Sobota-Łowicz. Prace melioracyjne w dnach dolin spowodowały obniżenie poziomu wód o około 1 m (Kobojek 2004). W zasięgu wydmy występujących w obrębie odwadnianego dna dolinnego nastąpiło również obniżenie lustra wody, wskutek czego runo leśne uległo degradacji, miejscami zanikowi. Drzewa wykazują zmniejszenie przyrostu masy i wydzielają dużo posuszu (Olaczek 2002). Jednocześnie powstało wielkie niebezpieczeństwo pożarów, których konsekwencją może być „ruszenie wydmy”.

Wydmy wywarły także duży wpływ na hydrologiczne cechy otoczenia. W większości przypadków, gdy wydmy występują na powierzchniach pochyłych, utrudniają swobodny przepływ wód powierzchniowych i płytkich gruntowych w kierunku doliny. Dlatego tuż przed czołem wydmy dość często występują gleby trwale lub sezonowo przesycone wodą. Tu także wytworzyły się miejscami płytkie torfowiska. Tylko w przypadku jednego miejsca w Rąbieniu wydma zablokowała odpływ wód w dolinie już w późnym glacie, a na jej przedpolu utworzyło się duże torfowisko wysokie.

Wilgotne obszary mis deflacyjnych, a nawet w niektórych przypadkach podmokłe tereny powstające przed czołem wydmy, były osuszane poprzez system rowów melioracyjnych wykonanych w latach 60. i 70. XX w. Dlatego często w otoczeniu wydmy występują kanały odwadniające. Wody gruntowe, spływając do kanałów, powodują obniżanie się zwierciadła wód pod wydmy. Podczas suchszych lat prace te przyczyniały się do częściowej degradacji torfowisk, a tym samym – do ubożenia naturalnego środowiska.

3.4. Gleby

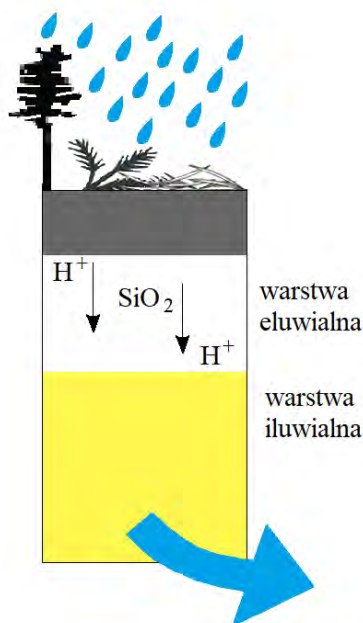
Gleba jest środowiskiem umożliwiającym zakorzenienie się roślinności i jej rozwój, a także funkcjonowanie wielu innych grup organizmów. Zapewnia określone warunki troficzne, wodne, tlenowe, termiczne i inne. Jest więc podstawowym źródłem składników pokarmowych: związków mineralnych i pierwiastków śladowych niezbędnych do prawidłowego rozwoju i wzrostu roślin, a także

integralnym składnikiem wszystkich ekosystemów lądowych kształtujących się w wyniku wzajemnego oddziaływania organizmów, skały macierzystej i czynników klimatycznych (Prusinkiewicz 1994). Rodzaj skały macierzystej, na której tworzy się określona gleba, determinuje typ kształtującego się leśnego zbiorowiska roślinnego (Kurowski 2015). W przypadku wydmy śródlądowej skałą macierzystą jest piasek eoliczny.

Gleby mają trudne warunki rozwoju na wydmach w środkowej Polsce, ponieważ piaski eoliczne są niezwykle ubogim podłożem. Osad wyróżnia się monofrakcyjnością materiału, a 85–90% masy zajmują piaski drobno- i średnioziarniste (średnica 0,1–0,5 mm). Udział frakcji pyłu i części splewialnych jest w piaskach wydmy znikomy. Wśród wszystkich osadów plejstocénskich tego obszaru są one utworem o najmniejszej zawartości minerałów mających znaczenie jako źródło składników pokarmowych roślin. Ogromna przewaga kwarcu (85–95%), minimalny udział glinokrzemianów oraz brak minerałów węglanowych w ich składzie sprawiają, że w procesie glebotwórczym łatwo następuje silne zakwaszenie środowiska. Bardzo mała zawartość części ilastych jest przyczyną niewielkiej pojemności sorpcyjnej i dużej przepuszczalności tych utworów (ryc. 27). Osad posiada małe zdolności buforowe, skrajnie małą zwięzłość, minimalną higroskopijność i połowę pojemność wodną. W związku z powyższym piaski eoliczne w regionie łódzkim stanowią substrat, z którego powstają ubogie gleby bielicoziemne przy udziale borealnej roślinności leśnej (lasów iglastych).

Gleby na wydmach rzadko poddawane są szczegółowym analizom laboratoryjnym, dlatego zamieszczono wyniki takich badań dla profilu glebowego na wydmach w okolicach Ręczna, w międzyrzeczu Pilicy i Luciąży (Krysiak 1998). Próbkę były pobrane z trzech głębokości: 10–15 cm, 30–35 cm i 125–130 cm. Analiza granulometryczna potwierdziła wybitną dominację frakcji piaszczystej w każdej z próbek (odpowiednio 94, 93 i 97%) nad frakcją pyłową i ilową. Wszystkie trzy poziomy odznaczają się porowatością wynoszącą 42,5, 38,3 i 37,5%, w ramach której zaznacza się wyraźna dominacja porowatości niekapilarnej (związanej z makroporami >10 μm) nad porowatością kapilarną (kształtowaną przez mezo- i mikropory). Makropory szybko przewodzące wodę (>30 μm) zajmują 32,3, 31,2 i 31,3% objętości próbki, natomiast makropory dłużej zatrzymujące wodę (30–10 μm) – 2,1, 1,4 i 1,8%. Mezopory łatwo oddające wodę (10–6 μm) zajmują w poszczególnych poziomach 1,7, 1,4 i 1,2%, natomiast mezopory mogące gromadzić wodę trudno dostępną dla roślin (6–02 μm) stanowią 4,7, 2,2 i 0,1%. Analizowane serie odznaczają się efektywną retencją użyteczną (ERU) wynoszącą 3,3, 2,0 i 2,5% oraz zbyt wysoką przepuszczalnością powietrzną związaną z nadmierną porowatością niekapilarną. Oceniając łącznie właściwości powietrzne i wilgotnościowe serii wydmy, można podkreślić wyjątkowo niekorzystny – zbyt przepuszczalny i zbyt przewiewny – układ makro-, mezo- i mikroporów we wszystkich pozio-

mach (78:19:3; 85:13:2; 90:8:2). Optymalny układ takiej porowatości powinien przedstawiać się następująco: 30:60:10. Zgodnie z typologią gospodarki wodnej gleb właściwości powietrzno-wilgotnościowe piasków wydmych pozwalają zakwalifikować opisywany geokompleks do podtypu opadowo-retencyjnego suchego. Próbkę piasku wydmy charakteryzuje odczyn bardzo silnie kwaśny i kwaśny, bardzo niska zawartość próchnicy, niewielki udział wymiennego sodu, potasu, wapnia i magnezu.



Ryc. 27. Schemat procesu bielcowania

Źródło: opracowanie własne.

W ekologii roślin wyróżniane są trzy typy siedlisk w zależności od stopnia ich żyzności: ubogie (oligotroficzne), średniożyzne (mezotroficzne) i bardzo żyzne (eutroficzne). Niektórzy badacze wydzielają dodatkową kategorię siedlisk najuboższych (właściwych dla zarośli jałowcowych i tzw. słabych borów sosnowych na wydmych), które są nazywane skrajnie oligotroficznymi, tj. dystroficznymi (Kurowski 2015).

O charakterystyce ekosystemów leśnych decyduje typ gospodarki wodnej gleby, która zależy od przychodu, przemieszczania (kierunku i szybkości ruchu perkolatów) oraz rozchodu wody. Dla wydmy charakterystyczny jest typ przemysłowy (ryc. 27). W zagłębieniach deflacyjnych dominuje natomiast bagienny typ gospodarki wodnej (półwodny), charakterystyczny dla gleb stale podtapianych,

przesyconych wodą, właściwy dla gleb torfowych stwarzających odpowiednie warunki dla rozwoju leśnej roślinności bagiennej.

Na obszarze Polski istniały warunki odpowiednie dla rozwoju gleb bielicoziemnych w holocenie podczas okresu preborealnego, a także w chłodnych fazach okresów subborealnego i subatlantyckiego, co doprowadziło do powstania bieliczy próchniczo-żelazistej. Gleby, które występują przy współczesnej powierzchni wydmy, ukształtowały się w ciągu fazy atlantyckiej i rozwijały się do okresu współczesnego (Manikowska 1985). Są to gleby z bardzo niską zawartością substancji pokarmowych, niestabilne, silnie przesuszone, często modelowane przez wiatr. W takich warunkach gleba powstaje bardzo wolno. Wiele wieków rósł las na wydmach, nim wytworzyła się warstwa gleby o 15–20 cm grubości. Współczesny klimat Niziny Polskiej, umiarkowanie ciepły ze średnią temperaturą roczną 7–8°C oraz umiarkowanie wilgotny z 500 do 600 mm opadów w skali roku, nie sprzyja intensywnemu procesowi bielicowania (Królikowski 1986).

Przestrzenne sąsiedztwo wałów wydmy i zagłębień deflacyjnych przyczynia się do odpowiedniego wykształcenia gleb. Na formach wypukłych i w zagłębieniach międzywydmowych niewchodzących w kontakt z wodami gruntowymi dominują strefowe gleby bielicoziemne (rdzawe, bielicowe, a niekiedy bielice). W miejscach niższych osiagających poziom wody gruntowej występują gleby: glejowo-bielicowe, murszaste, a niekiedy torfowe (Prusinkiewicz, Bednarek 1991, Konecka-Betley 2003).

Obszary występowania gleb wytworzonych na piaskach eolicznych zaliczane są do wrażliwych. Szczególnie narażone na procesy niszczące są stoki i wierzchołki wydmy. Gleby w tych miejscach są biologicznie płytkie z wyraźnymi cechami skały macierzystej i zaznaczającym się prymitywizmem poziomów genetycznych lub stosunkowo wyraźnymi poziomami wymywania (w procesach biologicznych). Większość gleb znajduje się w delikatnej równowadze przyrodniczej. Każde naruszenie ich stanu może spowodować znaczące negatywne skutki. Także gleby związane z terenami akumulacji organicznej i mineralno-organicznej w warunkach płytkiego występowania wód gruntowych w nieckach deflacyjnych należą do grupy gleb wrażliwych. Podlegają one degradacji w wyniku często podejmowanych prac melioracyjnych.

3.5. Szata roślinna

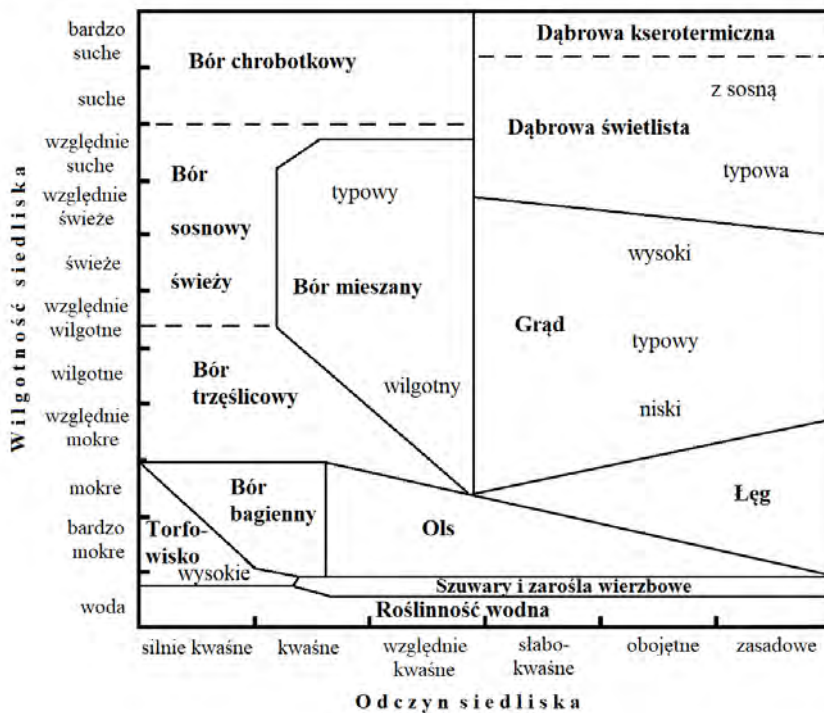
Warunki przyrodnicze, w tym przede wszystkim duża masa drobnych piasków kwarcowych (miąższość od 1 do 20–30 m), zmienny, ale głęboko zalegający poziom wód gruntowych oraz ubogie gleby spowodowały, że wydmy śródlądowe w umiarkowanej strefie klimatycznej porasta obecnie las iglasty. Najczęściej sosnowy z runem złożonym z mchów i porostów (ryc. 28). Bór jest ostatnim etapem zasiedlania wydmy (Podbielkowski 1992).



Ryc. 28. Las sosnowy na wydmie

Źródło: S. Kobojeck.

Charakter lasu zmienia się w zależności od miąższości piasków eolicznych i głębokości wód gruntowych (ryc. 26, 29). Siedliska wybitnie suche i skrajnie ubogie (np. wierzchowiny i dowietrzne stoki wydmy piaszczystych) zajmuje śródlądowy bór sosnowy suchy, zwany chrobotkowym (Kurowski 2015). Rozwój roślinności zależy tylko od opadów atmosferycznych, ponieważ korzenie rosną w piasku o dużej miąższości i nie zawsze osiągają poziom wód gruntowych. Luźny drzewostan o wysokości do 10 m tworzy sosna zwyczajna o niskiej bonitacji (IV–V klasa). Warstwa podsycia jest przeważnie bardzo słabo rozwinięta, a obok podrostu sosny najczęściej pojawia się jałowiec. W ubogim, mało zwanym runie o wysokości 10 cm (do 30 cm) występują porosty i miejscami trawy – kostrzewa owcza i śmiałek pogięty, turzyca wrzosowiskowa, borówka brusznica i wrzos (Matuszkiewicz i inni 2012). Płaty krzewinek wrzosu, brusznicy i traw pokrywają zaledwie jedną trzecią powierzchni lasu. Bardzo dobrze jest natomiast rozwinięta przyziemna warstwa porostowo-mszysta, utworzona głównie z porostów i w nieco mniejszym stopniu z mszaków, głównie chrobotków. Zagrożeniem dla borów suchych jest zbyt intensywne wydeptywanie, a szczególnie rozjeżdżanie mechaniczne roślinności. Zdaniem niektórych badaczy pochodzenie boru chrobotkowego jest związane z antropopresją, a jego istnienie jest efektem gospodarki leśnej (Kurowski 2015). Właściwie tylko na grzbietach wydmy może mieć on swoje naturalne siedlisko przyrodnicze i odpowiednie warunki rozwoju. Bór chrobotkowy występuje np. w Dunaju, w międzyczeczu Pilicy i Luciąży, oraz w Słoku nad Widawką.



Ryc. 29. Schemat rozmieszczenia naturalnej roślinności niżowej na tle warunków siedliskowych, wilgotności i kwasowości

Źródło: na podstawie Kurowski (2015).

Niższe części wydmy porasta subatlantycki bór sosnowy świeży z mszystym runem (do 50 cm), w którym dominują krzewinki borówki czarnej i brusznicy oraz wrzos pospolity. Z traw najczęściej występuje śmiełek pogięty. Bory sosnowe świeże o cechach naturalnych, z udziałem chronionych gatunków, występują na rozproszonych niewielkich stanowiskach, np. w dorzeczu środkowej Pilicy oraz na pograniczu Wysoczyzny Bełchatowskiej i Kotliny Szczercowskiej. Zbocza wydmy porasta bór modrzazkowy.

Czasem wydma porośnięta jest sosną pospolitą jednego wieku. Drzewa rosnące zarówno u szczytu wydmy, jak i u podnóża, na mokradle, są niskie, słabo przyrastające, o krótkich igłach (ryc. 26). Wraz z oddalaniem się od szczytu, a zbliżaniem do mokradła, czyli w miarę zbliżania się ryzosfery zbiorowiska drzew do poziomu wody gruntowej, wysokość drzew wzrasta aż do pewnego maksimum, po czym wskutek dalszego obniżania się terenu wysokość drzew maleje. W zagłębieniach i na zboczach wydmy sąsiadujących z bagnami występują lasy mieszane (dąb szypułkowy, grab i sosna) (ryc. 30).



Ryc. 30. Drzewa liściaste u podnóża wydmy kontrastujące z lasem sosnowym na piaskach wydmyowych

Źródło: E. Kobojeck.

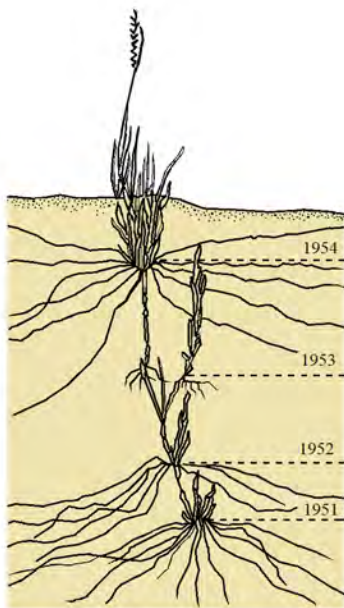
Aktualna struktura lasu na wydmach jest uwarunkowana dawnymi zabiegami gospodarczymi. Wycinanie pojedynczych drzew, wykonanie zrębów częściowych lub całkowitych i ponowne ich zalesienie sosną zwyczajną nie spowodowało tak dużych strat w bioróżnorodności, jak w przypadku wycięcia lasów liściastych (Nienartowicz i inni 2001). Mniejsza jest różnorodność gatunkowa obecnego lasu, jeżeli po jego wycięciu prowadzono użytkowanie rolnicze gleby. Krótco po drugiej wojnie światowej zalesiano odłogi jednym gatunkiem drzewa, tj. sosną.

Działalność człowieka miała duży wpływ na roślinność porastającą wydmy. Wielokrotnie w historii wycięcie lasu i odsłonięcie piaszczystej powierzchni powodowało niszczenie warstwy glebowej. Skupienia światłożądnych psammitów występujących początkowo tylko na polanach wskutek zniszczenia lasów przez człowieka rozprzestrzeniły się wtórnie, zajmując rozległe bezdrzewne tereny.

Zdarzało się, że w wyniku destabilizacji ekosystemów leśnych pojawiały się rozległe powierzchnie odsłoniętych piasków. W tym przypadku zmieniały się warunki rozwoju roślinności. Na piaskach temperatura na powierzchni gleby przekraczała w upalne dni 50, a nawet 60°C, co oczywiście wiązało się z ogromnymi wartościami niedosytu wilgotności powietrza (Kobendza, Kobendza 1958). Dodatkowo wiatr porywał ziarna piasku, transportował i akumulował w formie niezbyt wysokich riplemarków, czyli zachodziły na różną skalę procesy eoliczne. Luźny piasek jest złym podłożem dla roślinności. Stwarza niekorzystne warunki dla wykiełkowania i zakorzenienia, ale także dla rozwoju roślin dorosłych,

które zasypane mogą zginąć. Proces odwrotny, odwiewanie, powodujący obnażanie systemu korzeniowego, również może być przyczyną śmierci roślin. Do takich trudnych warunków podłoża doskonale przystosowują się psammofity, np. szczotlicza siwa i strzęplica sina. Współcześnie większość występujących w Europie zespołów muraw napiaskowych z udziałem szczotliczy i strzęplicy swoją egzystencję zawdzięcza antropogenicznej działalności człowieka (Rahmonov 2009).

Rośliny wykształciły różne sposoby przystosowania się do życia na luźnych piaskach, np. zielne na zasypianie piaskiem reagują szybkim wzrostem i tworzeniem pędów skierowanych ku górze (np. wydmuchrzyca piaskowa, piaskownica zwyczajna, turzyca piaskowa). Proces zawiewania najsilniej przebiega zimą. Wczesną wiosną trawy muszą opanować swymi pędami podziemnymi nawianą warstwę piasku i wytworzyć sieć młodych nadziemnych części roślin, zdolnych do asymilacji (ryc. 31). Pędów tych jest wiele, więc kępa rozrasta się wszere. Stare dolne części pędów, liście i korzenie zagrzebane głęboko w piasku ulegają stopniowo rozkładowi, natomiast nowe wyższe piętro roślin żyje i doskonale się rozrasta.



Ryc. 31. Strzęplica sina zasypywana stopniowo przez piasek

Źródło: na podstawie Kobendza (1966).

Zawiewanie nie szkodzi również niektórym drzewom, jak np. brzozie, która w miarę podnoszenia się poziomu piasku wykształca coraz wyżej na pniu korzenie przybyszowe. Długość systemu korzeniowego sosen rosnących na piaskach

przekracza znacznie system korzeniowy sosen rosnących w lesie. Bywa nawet dwu- lub trzykrotnie dłuższy od wysokości samego drzewa. Niejednokrotnie korzenie dochodzą do 7–8 m długości (Kobendza, Kobendza 1958). Jałowiec zasypywany przez piasek bujnie rozrasta się, powiększając swoje rozmiary dzięki zakorzenieniu się poszczególnych pędów w świeżo nawianym piasku. Wraz z piaskiem wiatr przynosi z rozwiewanych gleb cząstki próchnicy, opadłe liście drzew, co dostarcza pożywienia młodym pędom przybyszowym. Opady atmosferyczne zapewniają niezbędne minimum wilgoci.

Niebezpieczne dla roślin jest także odwiewanie korzeni, ale wiele gatunków dobrze sobie z tym radzi, zwłaszcza te, które mają bardzo silny i głęboki system korzeniowy, mocno przytwierdzający roślinę do podłoża i pozwalający jej zapatrywać się w wodę. Niekiedy nawet duża część systemu korzeniowego zostaje odwiana, a mimo to roślina żyje, rośnie i rozmnaża się normalnie, jak zdarza się u brzoza, sosen i jałowca, które sterczą wówczas na obnażonych korzeniach jak na szczudłach.

Z powodu deficytu wody w wydmach rośliny wykształciły szereg przystosowań idących w dwóch głównych kierunkach: jak najintensywniejszego pobierania wody i jak najoszczędniejszego gospodarowania nią. W pierwszym przypadku rozwinęły się bardzo silne systemy korzeniowe, sięgające u bylicy polnej 90–150 cm w głąb gleby, a u goryszu pagórkowatego – 150 cm. Wiele gatunków tworzy jednak rozległe, ale płytkie systemy korzeniowe, wykorzystując w ten sposób każdy deszcz zwilżający najczęściej tylko górne warstwy piasku. Takie systemy korzeniowe wykształcają przeważnie rośliny roczne. Przykładowo korzenie rogownicy pięciopęcikowej sięgają zaledwie 6–10 cm w głąb gleby, niezapominajki piaskowej – 10–15 cm, stokłosa dachowej – 8–10 cm (Podbielkowski 1992). Korzenie rozchodzące się płytko w promieniu 1–3 m charakteryzują rośliny zielne, a do 10 m – drzewa. W drugim przypadku przystosowania idą w kierunku oszczędnego gospodarowania wodą. Jedne rośliny, jak np. rozchodnik ostry, magazynują wodę w tkankach liści, inne natomiast, a jest ich ogromna większość, wykształciły szereg urządzeń utrudniających wyparowanie wody. Mają liście pokryte nalotem wosku lub kutnerem (kocanki piaskowe) albo zwijające się lub składające w czasie suszy (piaskownica zwyczajna, kostrzewa) celem zmniejszenia powierzchni parowania i okrycia aparatów szparkowych.

System korzeniowy sosny rosnącej na glebach jałowych różni się od tego funkcjonującego na glebach żyznych. System korzeniowy sosny rosnącej na glebach umiarkowanie wilgotnych, niezbyt jałowych i dostatecznie głębokich, składa się z grubego i głęboko w glebę sięgającego korzenia palowego, od którego odchodzą na boki długie rozgałęzienia. Natomiast sosna, w tym samy wiek, rosnąca na jałowych suchych glebach wydmych lub na torfowisku wytwarza powierzchniowy system korzeniowy bez korzenia palowego.

Zasiedlanie przez rośliny powierzchni wydmych po tym, jak człowiek wyciął lasy, było zwykle podobne. Pionierskim zbiorowiskiem roślinnym na

wtórnie powstałych ruchomych piaskach wydmy śródlądowych jest zespół trawy szczotliczy siwej (Kornaś 1972b). Trawa ta tworzy zwarte, niezbyt wysokie kępki, luźno rozmieszczone na wydmie. Między nimi widać nagi sypki piasek, tylko na wiosnę i w początku lata zasiedlony przez nieliczne drobne, jednoroczne gatunki, jak przetacznik wiosenny, chroszcz nagołodygowy i inne. Z czasem, gdy podłoże zostaje coraz bardziej utrwalone, przybywają nowe gatunki roślin. Pomiędzy kępami szczotliczy pojawiają się mniejsze lub większe skupienia plech rogaczki kolczastej i darninki mchów, rozwija się jasioniec piaskowy. Przybywa coraz więcej gatunków roślin, w tym kępy kwitnącej macierzanki piaskowej.

Do urozmaicenia roślinności przyczynia się w znacznej mierze sosna, której siewki pojawiają się dość wcześnie. Początkowo są małe i jest ich niewiele, ale w miarę upływu czasu przybywa ich, rosną i powstaje widny, ale rzadki zagajnik sosnowy. Szczotlicza siwa staje się coraz rzadsza. Wreszcie pojawia się wrzos zwyczajny, który wypiera inne, wcześniejsze gatunki. Czasem rośnie krzak jałowca, a wśród wrzosów czerwienieją jagódki borówki brusznicy. W miarę upływu czasu z zagajnika sosnowego tworzy się suchy, bardzo słabo zwarty, niezbyt wysoki bór sosnowy z runem chrobotkowo-wrzosowym. Stanowi on ostatni etap zasiedlania wydmy (Podbielkowski 1992).

Niekiedy wskutek spasanania i niszczenia siewek sosny przez krowy czy owce nie może dojść do powstania zbiorowiska leśnego. Wówczas zespół szczotliczy siwej przekształca się w suche, bardzo ubogie pastwisko – zespół macierzanki piaskowej i kostrzewy owczej. Przeważają wtedy trawy – mietlica pospolita, kostrzewa owcza i wiele innych. Pospolitymi gatunkami w tym środowisku są koniczyzna polna, zawciąg pospolity, rozchodnik ostry i bylica polna. Człowiek starał się sprowadzić na piaski uprawy polne, jednak bardzo często podobne zabiegi nie dają pozytywnego rezultatu. Pozostają wtedy jako świadkowie tych zmagających się smutne ugorzyska porośnięte przymiotnem kanadyjskim, nicennicą drobną i innymi.

Wydmom towarzyszą zwykle rozległe powierzchnie bagienne wypełniające obniżenia międzywydmowe, gdzie poziom wód gruntowych odznacza się dużymi wahaniami (ryc. 32). Czasem są to drobne torfowiska, skryte wśród wałów wydmy, z zupełnie odmienną roślinnością niż na utworach piaszczystych. W zatorfionych nieckach, na oligotroficznym, kwaśnym siedliskach, u podnóża wydmy, rozwija się bór sosnowy bagienny posiadający strukturę kępkowo-dolinkową. Kępki tworzą głównie mchy, np. płonnik pospolity, zaś mokre dolinki wypełniają różne gatunki torfowców. Występują tu liczne krzewinki: borówka bagienna, bagno zwyczajne, modrzewnica zwyczajna i żurawina błotna. Osobliwością florystyczną borów bagiennych jest paproć – długosz królewski. Do tego typu stanowisk należą: Lubień pod Sulejowem, Święte Ługi koło Szczercowa, uroczysko Świerczów w międzyrzeczu Warty i Widawki oraz Dobroń (Mogilno) pod Pabianicami (Kurowski 2015). Charakterystyczną rośliną jest też na biało kwitnąca wełnianka (ryc. 33).



Ryc. 32. Roślinność na torfowisku międzywymowym

Źródło: S. Kobjek.



Ryc. 33. Welnianka na torfowisku w zagłębieniu deflacyjnym

Źródło: S. Kobjek.

Na torfowisku, w warunkach stałego wysokiego poziomu wód, rozwija się roślinność typu higrofilnego przystosowana do trudnych warunków życia. Liście wielu gatunków bagiennych są sztywne, skórzaste (turzyca, bagno), niekiedy zwinięte w trąbkę w celu zmniejszenia powierzchni parowania (modrzewnica, wełnianka). Do tego celu służy pokrycie powierzchni liści włoskami (wierzba szara) lub woskiem (modrzewnica, żurawina) albo specyficzny wzrost pokrywający duże płyty powierzchni, np. płożący (żurawina).

Olsza na bagnach rośnie na szczydłowatych korzeniach, które wynoszą pień drzewa ponad poziom wody zalewającej okresowo dno lasu. Na kępach olszowych osiedlają się głównie mchy. Wiosną między kępami olszowymi masowo rozwijają się żółte kaczeńce, wkrótce po nich pojawiają się białe drobne kwiatki rzeżuchy łąkowej, a nieco później – białe i różowe kwiaty okrzężnicy błotnej. Większość roślin bagiennych ma silnie rozwinięte kłącza podziemne, przeważnie kruche wskutek silnego rozwoju przestrzeni międzykomórkowych, co jest przystosowaniem do życia w środowisku bardzo wilgotnym. Niestety wiele torfowisk w zagłębieniach deflacyjnych zostało odwodnionych.

3.6. Klimat lasu na wydmach

Współcześnie wydmy porasta w przewadze las sosnowy, który ma dodatni wpływ na ekoklimat. Ekosystem leśny charakteryzuje się znaczną stabilnością czynników klimatycznych; łagodzi amplitudy wahań temperatury, natężenia oświetlenia i siły wiatru.

Z praktycznego punktu widzenia najważniejszymi strefami ekoklimatu lasu są: strefa koron drzew, warstwa przygruntowa powietrza i wierzchnia warstwa gleby. Dwie pierwsze warstwy związane są z powierzchniami czynnymi w lesie. W zależności od stopnia zwarcia drzewostanu dolna lub górna powierzchnia czynna siedliska bierze bardziej wydatny udział w wymianie energii i materii pomiędzy atmosferą zewnętrzną i biosferą powierzchni czynnej. Jeżeli pułap koron drzew jest gęsty, górna powierzchnia czynna absorbuje prawie całkowicie energię promienistą Słońca oraz zatrzymuje dużą ilość wody z opadów atmosferycznych. W takim przypadku znaczenie dolnej powierzchni czynnej jest w wymianie bardzo niewielkie. W przeredzonym drzewostanie natomiast gleba leśna jest główną powierzchnią wymiany energii słonecznej i pary wodnej pomiędzy gruntem a warstwami powietrza (Molga 1970). Sosna należy do drzew o koronach rzadkich, silnie przepuszczających światło, jest rośliną światłolubną (ryc. 34).

W lesie znaczną część promieniowania zatrzymują korony drzew, a do gleby przedostaje się na ogół jego mały procent. Występują znaczne różnice w natężeniu promieniowania przenikającego do gleby w różnych zbiorowiskach leśnych. Wartość natężenia światła na gruncie leśnym, w obszarach porośniętych sosną wynosi 22–40% jasności przestrzeni otwartej. Jest to wartość najwyższa

wśród drzew iglastych (jodła: 2–20%, a świerk: 4–40%). Większe wartości mają tylko drzewa liściaste bez liści (dąb: 43–69%, brzoza: 39–80%) (Molga 1970). Do wnętrza drzewostanu zwartej dociera tylko światło rozproszone, przenikające różnymi drogami. Przedostaje się ono pod korony z góry, z boku, czasami odbite od pni drzew.



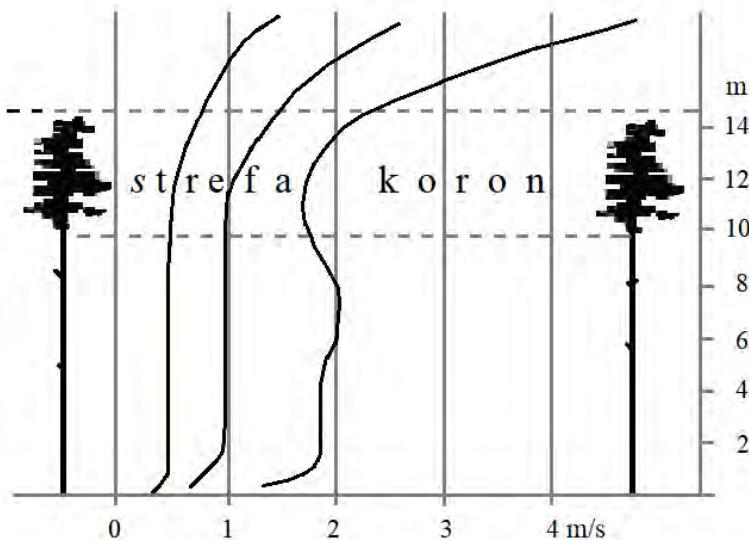
Ryc. 34. Rzadkie korony sosny na wydmach silnie przepuszczają światło

Źródło: K. Kobojeck.

Zarówno temperatura gleby, jak i powietrza kształtuje się w lesie głównie pod wpływem górnej powierzchni czynnej, która w dzień absorbuje promieniowanie słoneczne, w nocy natomiast oddaje ciepło warstwom powietrza leżącym ponad nią. W dzień na ogół temperatura gleby jest w lesie niższa aniżeli na terenie otwartym, w nocy natomiast – wyższa. W ciągu roku średnie dzienne temperatury gleby w borze sosnowym są nieznacznie wyższe w porównaniu z innymi typami lasów zarówno iglastych, jak i liściastych. Temperatura powietrza w lesie pod okapem drzewostanu jest niższa w ciągu całego roku aniżeli w otwartym polu. Różnice średnich miesięcznych temperatur powietrza na polu i w lesie (na wysokości 2 m) kształtują się w następujący sposób: w lesie sosnowym są największe i wynoszą od 1,1°C w grudniu po 4,6°C w sierpniu, w lesie dębowym od 0,3°C w grudniu po 4,6°C w sierpniu. Dobowe amplitudy temperatury powietrza w lipcu największe są w borze sosnowym i wynoszą 12,1–13,2°C na wysokości 50–200 cm, w borze mieszanym – od 6,1 do 9°C. Wilgotność względna powietrza wnętrza lasu jest większa aniżeli wilgotność przestrzeni otwartej. W lesie iglastym średnia dla okresu IV–X wynosi 84%, w lesie liściastym – 82%, a na polu – 78%. Największe

wartości wilgotności względnej powietrza stwierdzono na wszystkich wysokościach około godziny 15 (Molga 1970).

Prędkość wiatru w lesie jest o wiele mniejsza aniżeli na zewnątrz, lecz podczas ciszy, jaką stwierdzamy na terenie otwartym, wewnątrz zbiornika leśnego odczuwamy ruch powietrza, który powstaje wskutek niejednakowego nagrzewania się różnych warstw środowiska leśnego. Prądy powietrzne wnętrza lasu w kierunku pionowym i poziomym istnieją stale i odgrywają wielką rolę w przenoszeniu nasion i pyłku kwiatowego. Są one ważnym elementem ekoklimatu lasów. Hamowanie prędkości wiatru wewnątrz lasu odbywa się głównie w strefie koron (ryc. 35). Od ich nasady aż do samej prawie gleby panuje w lesie słaby ruch powietrza o jednakowej prędkości, dopiero na wysokości mniejszej od 1 m nad powierzchnią gruntu następuje powtórne hamowanie prędkości, która tuż przy glebie leśnej jest bliska zeru. Przy słabym wietrze zahamowanie następuje tylko w strefie koron, a pod koronami aż do samej prawie powierzchni gruntu prędkość ruchu powietrza jest mniej więcej jednakowa.



Ryc. 35. Krzywe pionowe rozkładu prędkości wiatru wewnątrz lasu sosnowego

Źródło: na podstawie Molga (1970).

Najważniejszym walorem lasów sosnowych na suchym piaszczystym podłożu wydmy są korzystne lokalne warunki klimatyczne. Przebywanie w lesie ma zasadniczo korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Wydmy porośnięte borem sosnowym mają własny mikroklimat. Temperatura w takim lesie jest nieco wyższa niż na mokradłach w niecce deflacyjnej. Z kolei zimą zaciszniej i cieplej

jest wśród drzew niż na otwartych powierzchniach łąk. Las kojarzy się z czystym zdrowym powietrzem. Dodatkowo rośliny wydzielają fitoncydy, czyli mieszaniny lotnych związków organicznych powstających w czasie przemiany materii roślin (terpeny, olejki aromatyczne i inne). Mają one silne działanie bakteriobójcze¹, dzięki czemu np. latem w lesie występuje około 200–500 bakterii w 1 m³ powietrza, podczas gdy w miastach – 800–4000 bakterii na m³. Lasy są ujemnie zjonizowane, co wpływa korzystnie na samopoczucie. Najwięcej jonów ujemnych dostarczają: sosna zwyczajna, brzoza brodawkowata i brzoza omszona, dąb, klon i jarzębina. Bór sosnowy sprzyja uspokojeniu, działa leczniczo na drogi oddechowe, a przebywanie w nim powoduje obniżenie ciśnienia krwi. Natomiast lasy liściaste, np. grądy, wywołują pobudzenie ośrodków nerwowych, wzmacniają aktywność, usuwają zmęczenie oraz podnoszą ciśnienie krwi (Kozuchowski 2005).

Zwykle klimat lasu pojedynczej wydmy nie odbiega od otoczenia. Jedynie większe powierzchnie leśne na wydmach i sąsiadujące z nimi torfowiska kształtują specyficzny mikroklimat. Mokradła nawet w okresie upałów mają temperatury znacznie niższe niż wydmy. Różnica tych temperatur jest zależna od ilości wody, a także powłoki roślinnej. W lecie, w czasie upałów niższe temperatury występują na bagiennych terenach pokrytych lasem olszowym niż na otwartych powierzchniach bagnistych łąk, gdzie w okresie ciszy kształtuje się masa nagrzanego powietrza. Wiatr niweluje te różnice. Zimą zaciszniej i cieplej jest wśród lasów niż na otwartych powierzchniach łąk. Na obszarach bagiennych, zwłaszcza wiosną i jesienią, bardzo częstym zjawiskiem są mgły.

Na korzystne warunki klimatyczne lasów sosnowych na suchym piaszczystym podłożu wydmych zwrócono uwagę już w latach międzywojennych i na miejsca wypoczynkowe wybierano w regionie łódzkim głównie takie obszary ze względu na suchy i zdrowy klimat oraz ilość światła słonecznego, większą niż w lasach liściastych, gdzie panuje półmrok i jest chłodniej (Potęga 1956).

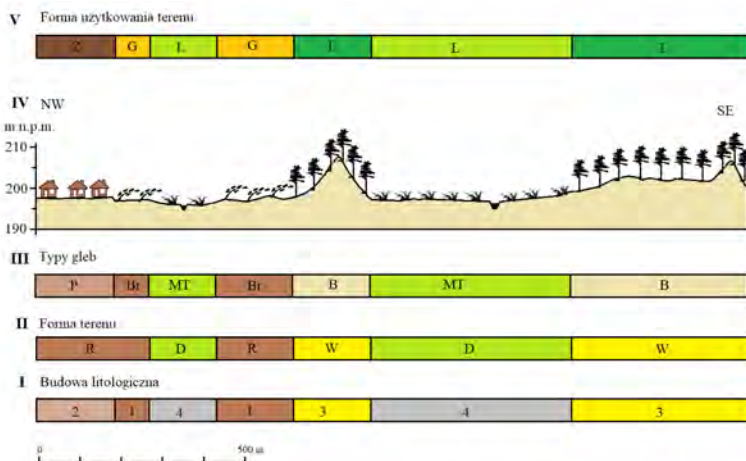
¹ Por. <https://open.uj.edu.pl/mod/page/view.php?id=66> (dostęp: 17.07.2020).

UŻYTKOWANIE I ZAGOSPODAROWANIE OBSZARÓW WYDMOWYCH W REGIONIE ŁÓDZKIM

W umiarkowanej strefie klimatycznej, w warunkach naturalnych wydmy śródlądowe są ustabilizowane przez lasy sosnowe. Obecnie są to jednak lasy gospodarcze, które pełnią także ważne funkcje glebochronne. Poza lasami powierzchniowo wydmy użytkowane są także w inny sposób, np. prowadzona jest eksploatacja piasku, miejscami występują jeszcze pola uprawne. Wydmy i ich otoczenie mają także duży wpływ na lokalizację zabudowy.

4.1. Lasy

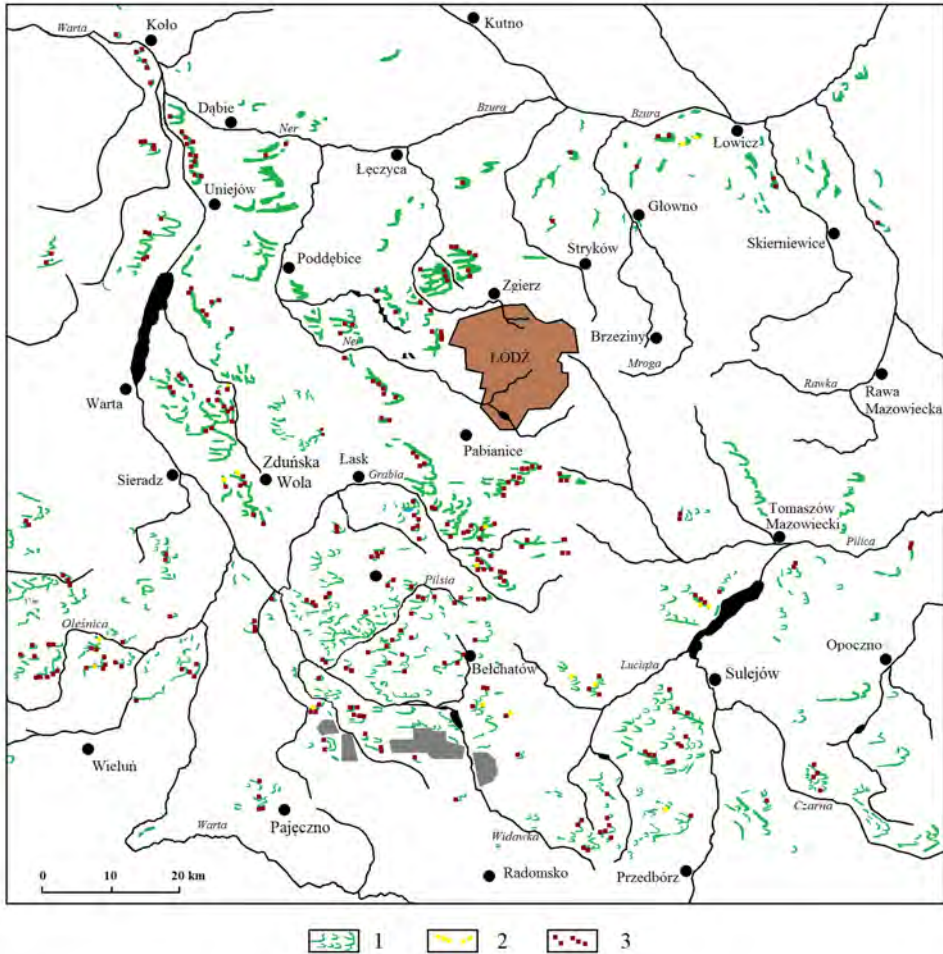
Najbardziej powszechną i najlepszą formą użytkowania obszarów wydmych jest ich zalesienie (ryc. 36), o czym zdecydowały cechy środowiska przyrodniczego, w tym: wybitna jednorodność i monofrakcyjność materiału, skład



Ryc. 36. Profil krajobrazowy terenów wydmych i ich najbliższego otoczenia
I. Budowa litologiczna: 1 – glina zwałowa; 2 – piaski fluwiogłajalne z mułkami; 3 – piaski eoliczne; 4 – namuły rzeczne i torfy; II. Forma terenu: R – równina polodowcowa; D – dno doliny rzecznej; W – wydmy śródlądowe; III. Typy gleb: Br – brunatne; P – płowe; B – bielcowe; MT – mineralno-torfowe; IV. Rzeźba terenu; V. Formy użytkowania terenu: L – lasy; Ł – łąki; G – grunty orne; Z – tereny zabudowane

Źródło: opracowanie własne.

mineralny zdominowany przez kwarc, ubóstwo składników pokarmowych dla roślin, przepuszczalność oraz suchość podłoża. Dlatego lasy są dominującą formą użytkowania pól wydmych w województwie łódzkim (ryc. 37).



Ryc. 37. Sposoby użytkowania powierzchni wydmych w regionie łódzkim
1 – lasy; 2 – pola uprawne; 3 – zabudowa

Źródło: opracowanie własne.

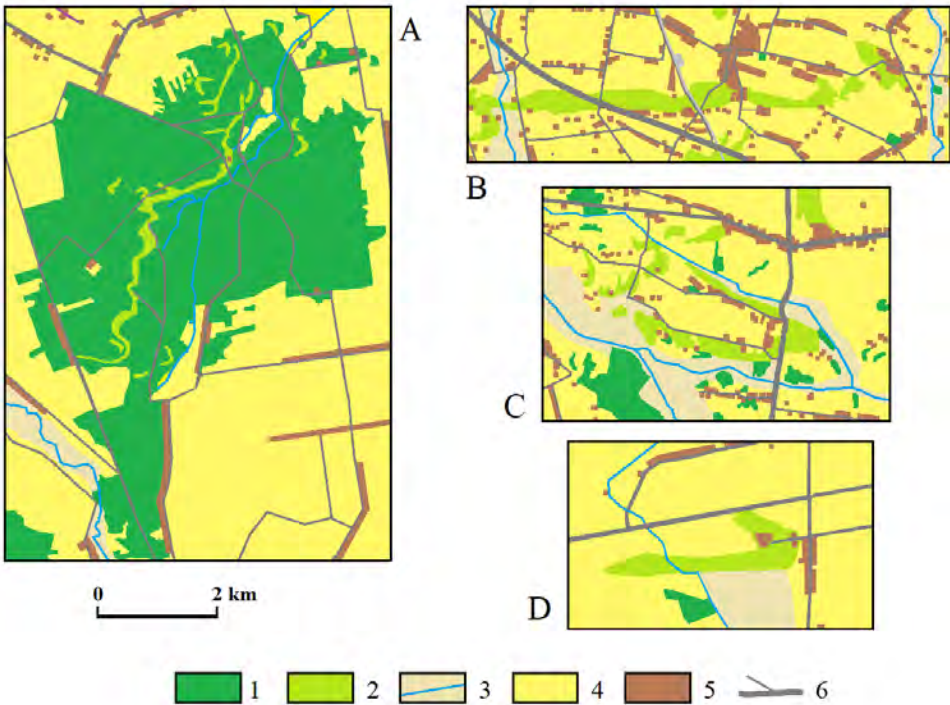
Lasy porastają zarówno rozległe, jak i małe pola wydmy. Wskazać można trzy najbardziej powszechne sytuacje (ryc. 38):

- w obrębie dużego powierzchniowo lasu występuje jedna lub kilka wyraźnych morfologicznie wydmy (ryc. 38A). Las ma znacznie większy zasięg niż forma wydmy, ponieważ zajmuje także powierzchnie fluwioglacjalne, obszary pod-

mokłe lub o bardzo urozmaiconej rzeźbie, np. wysokie zbocza dolin rzecznych, stoki wzniesień zbudowanych z wapieni czy osadów fluwioglacjalnych. Niższe wydmy są słabo zauważalne w takim lesie;

– lasem porośnięty jest tylko zespół kilku wydm i tereny podmokłe w nieckach deflacyjnych rozdzielające wydmy (ryc. 38B, C). Las obejmuje swym zasięgiem tylko powierzchnie wydm i torfowiska, czyli dwa zwykle ściśle ze sobą powiązane ekosystemy. Formy wydmy są wyraźne, a wraz z końcem zasięgu pola wydmy kończy się las;

– zalesiona pojedyncza wydma (ramiona i czoło) występująca wśród pól lub łąk (ryc. 38D, 39). W skrajnych przypadkach drzewa porastają tylko czoło wydmy, a jej niższe części ramion są zabudowane.



Ryc. 38. Zasięg przestrzenny lasu w stosunku do formy wydmy
 A – duży powierzchniowo las, a w nim mniejsze formy wydmy; B – las obejmuje zespół połączonych wydm; C – las porasta powierzchnie form wydmych o różnej wielkości; D – las zajmuje tylko pojedynczą wydmy wśród pól
 1 – las; 2 – las na wydmy; 3 – łąka i rzeka; 4 – pole; 5 – zabudowa; 6 – główne drogi

Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 39. Zalesiona wydma wśród obszarów rolniczych. Strefa przejściowa ramienia wydmy i pól

Źródło: K. Kobojeck.

Przykładami pierwszej sytuacji, kiedy las ma większy zasięg niż pole wydymowe, mogą być np. Puszcza Bolimowska i Las Stanisławów w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej oraz Lasy Spalskie na Równinie Piotrkowskiej, na zachód od Tomaszowa Mazowieckiego. W przypadku Puszczy Bolimowskiej, na zachód od dolnego odcinka Rawki, występuje kilka wydm o różnej wielkości, które tworzą wał o przebiegu południkowym. Wysokość względna wydm waha się od 2,5 do 7–9 m. Większe otoczone są zmeliorowanymi torfowiskami. Puszcza Bolimowska najbardziej znana jest jednak nie z wydm, ale z cennych siedlisk torfowiskowych. Podobnie jest w przypadku Lasu Stanisławów, gdzie wał o przebiegu południkowym o wysokości do 10 m otoczony jest podmokłymi dnami dolin lub torfowiskami (ryc. 38A). Las ten ma jednak mniejszy zasięg niż Puszcza Bolimowska. Z kolei Lasy Spalskie zajmują powierzchnie fluwioglacjalne, które nadbudowane są miejscami wydmami o maksymalnej wysokości względnej do 10–13 m. Wydmy przeplatają się z torfowiskami. W sytuacji, kiedy las ma większy zasięg niż pola wydymowe i obejmuje także inne formy geomorfologiczne zbudowane ze zróżnicowanych osadów, jest on zdecydowanie bardziej różnorodny i bogatszy siedliskowo oraz florystycznie. Przykładem ponownie może być Puszcza Bolimowska, która łączy dwa środowiska: suche – wydmy, i wilgotne – torfowiska oraz dolinę rzeczną. Zachowały się: subkontynentalny bór świeży z ponad 100-letnimi drzewostanami (prócz sosny występuje domieszka dębu szypułkowego i brzozy), suboceaniczny bór świeży na ubogich siedliskach często antropogenicznie zmienionych, suchy bór świeży na wydmie, bór wilgotny zajmujący

głównie niecki terenowe oraz zagłębienia u podnóża wydmy. Jednak w okolicach Nieborowa występuje monokultura sosny z runem bardzo ubogim w gatunki – jest to zalesiony teren rolny (Jakubowska-Gabara 2002).

Druga sytuacja, kiedy lasy zajmują tylko pola wydmy i torfowiska w ich bezpośrednim sąsiedztwie, jest dominująca w granicach województwa łódzkiego. Występuje ona np. w zachodniej części Kotliny Kolskiej (na południe od Dąbia, w dolnym biegu Neru), na Wysoczyźnie Łaskiej (w okolicach Rokitnicy, w dorzeczu Pilski), w Kotlinie Szczercowskiej (na zachód od Bełchatowa), na Równinie Piotrkowskiej, w międzyrzeczu Pilicy i Luciąży, oraz na Wzgórzach Opoczyńskich, na zachód od Opoczna.

Trzecia sytuacja, kiedy drzewa porastają powierzchnię wydmy, a czasem tylko jej czoło lub wyższe ramiona, występuje obecnie rzadziej, chociaż jeszcze w latach 60. i 70. XX w. była bardzo powszechna. Zalesione mniejsze wydmy wśród pól można spotkać w dorzeczu dolnego Neru, wzdłuż doliny Warty, poniżej Uniejowa, w dorzeczu górnej Grabi. Częściej występuje na północnych obszarach województwa niż południowych.

Czasem wśród pól rośnie las, którego zasięg wyraźnie pokrywa się z powierzchnią wydmy i ma kształt paraboli. Są tutaj zarówno lasy porastające duże pojedyncze wydmy, np. w okolicach Dobronia, jak i małe, np. blisko Mystkowic, Dróżbic, Wadlewa (ryc. 38C, D). Beata Woziwoda (2009), charakteryzując rozmieszczenia lasów w okolicach Szadku, odnotowała, że istniejące kompleksy leśne są rozproszone w przestrzeni i w dużym rozdrobnieniu. Niejednokrotnie mają one charakter śródpolnych „wysp” o bardzo skomplikowanych kształtach. Takie ułożenie lasów można oczywiście wyjaśnić występowaniem wydmy pojedynczych lub w zespołach. Wydmy środowisko przyrodnicze nie sprzyja rolniczemu wykorzystaniu tych obszarów, a usunięcie lasów inicjuje erozję gleb. Dlatego należy zdecydowanie utrzymywać taki sposób zagospodarowania pól wydmych nie tylko w okolicach Szadku, ale także na innych obszarach.

Sporadycznie można jeszcze spotkać wydmy, które tylko fragmentarycznie porasta las (głównie czoło), a niższe części ramion zajmują zabudowania albo pola. Sytuacja taka występuje zwykle w przypadku wydmy wykształconych w obrębie szerokich podmokłych den dolinnych. Wydmy, jako obszary piaszczyste i suchsze, lepiej nadawały się pod zabudowę niż występujące w sąsiedztwie tereny zalewowe czy torfowe. Przykładami mogą być wydmy w dolinie Warty, w odcinku od Uniejowa po ujście Neru, oraz w Kotlinie Szczercowskiej.

W województwie łódzkim lasy zajmują tylko 21,5% powierzchni. Jest to najniższy wskaźnik w kraju (Kurowski 2015). Dominują na ogół niewielkie (drobne i średnie) kompleksy leśne rozproszone wśród pól na całym terenie. Przestrzenne rozmieszczenie większych lasów nawiązuje do występowania najsłabszych gleb w regionie, a te z kolei uwarunkowane są przede wszystkim podłożem zbudowanym z piasków, w tym często eolicznych. Zależność ta jest szczególnie widoczna w przypadku małych lasów na północ od równoleżnika Łodzi. Wśród obszarów

rolniczych o dużej intensywności użytkowania, w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej oraz Równiny Kutnowskiej, prawie wszystkie lasy pokrywają się z zasięgiem obszarów wydmy. W powiecie kutnowskim lesistość wynosi zaledwie 5,0%, a w łęczyckim – 5,6%. Także Lasy Grotnicko-Lućmierskie (ok. 2 tys. ha) będące największym kompleksem leśnym w sąsiedztwie Łodzi zajmują rozległe pola wydmy. Wschodni zasięg lasu w Lućmierzu pokrywa się z wysokim czołem wydmy. Ciekawie ukształtowało się rozmieszczenie lasów w pasie tzw. Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej. We wschodniej części zachował się duży kompleks leśny zwany Puszcą Bolimowską obejmujący torfowiska, dno doliny Rawki oraz wydmy. Przesuwając się ku zachodowi, występuje średniej wielkości Las Stanisławów z wałem wydmy z środkowej jego części otoczony przez wilgotne szerokie doliny małych cieków. Jeszcze bardziej na zachód napotykamy mniejszy las na wydmach, tzw. Las Witowski, a dalej, w kierunku doliny Warty lasy zajmują już tylko pojedyncze wydmy.

W południowej części województwa udział lasów wzrasta, a największe zalesienie posiadają powiaty tomaszowski i opoczyński – po 31%, radomszczański – 30,6%, oraz bełchatowski – 28,7%². Koncentracja, dość zwartych i większych kompleksów leśnych, występuje w dorzeczu Pilicy, na odcinku od okolic Przedborza po Tomaszów Mazowiecki i Nowe Miasto nad Pilicą. Lasy te stanowią pozostałość Puszczy Pilickiej. W tym przypadku udział pól wydmy jest mniejszy, a dominują obszary dolinne i zatorfione. Z kolei w gminie Szadek lasy zajmują 22% powierzchni i ściśle pokrywają się z zasięgiem pól wydmy.

Należy podkreślić dużą korelację kompleksów leśnych w województwie łódzkim z zasięgiem pól eolicznych i wydmy. Tereny zbudowane z glin zwałowych lub innych utworów ilastych pokryte są lepszymi glebami i zostały wykorzystane pod uprawę rolniczą, a piaszczyste, wydmy podłoże nie sprzyja rolnictwu, dlatego obszary są zalesione, nawet te, które w średniowieczu czy w latach 20. i 30. XX w. były jeszcze zaorane.

4.1.1. Charakterystyka lasu

Aż 76–80% obszarów leśnych województwa łódzkiego zajmuje sosna zwyczajna (Kurowski 2015), co nie dziwi, zważywszy na piaszczyste podłoże większości z nich. W ostatnich latach szczególnie dużą wagę przykładano do zgodności udziału gatunkowego drzew z siedliskiem, a w przypadku wydmy ta zgodność jest bardzo duża.

Aktualna struktura gatunkowa i wiekowa lasu na wydmach jest w dużym stopniu uwarunkowana dawnymi zabiegami gospodarczymi. Wycinanie pojedynczych drzew, wykonanie zrębów częściowych lub całkowitych i ponowne ich

² Por. www.wios.lodz.pl (dostęp: 29.06.2020).

zalesienie sosną zwyczajną nie spowodowało tak dużych strat w bioróżnorodności, jak w przypadku wycięcia lasów liściastych (Nienartowicz i inni 2001). Mniejsza jest różnorodność gatunkowa obecnego lasu iglastego, jeżeli po jego wycięciu prowadzono użytkowanie rolnicze gleby.

Karczowanie puszczy w obrębie województwa łódzkiego rozpoczęło się w końcu XVIII w. wskutek decyzji władz pruskich, a później w związku z rozwojem przemysłu włókienniczego w Łodzi i okolicznych miastach (Zaręba 1981). W czasie pierwszej wojny światowej Niemcy wycinali lasy w Puszczy Spalskiej z wykorzystaniem np. tartaków w Konewce i Królowej Woli. Wyrąb drzew odbywał się na zasadzie zrębni zupełnych. Zaniechano w tym czasie prawie całkowicie odnowień (zalesień) powstałych zrębów. W niektórych miejscach gleba pozostawała przez dłuższy czas niezalesiona, np. w uroczysku Sarnia Góra (Kuta 2004).

Także w Lesie Nieborowskim proces redukcji powierzchni leśnej przybrał na sile w końcu XIX w., po uwłaszczeniu chłopów i likwidacji serwitutów. Analiza map z lat 1850–1900 wskazuje na zmniejszenie powierzchni leśnej Puszczy Bolimowskiej o 30–50%. Dodatkowe straty przyniosła pierwsza wojna światowa, kiedy to przez długi czas linia frontu przebiegała wzdłuż Rawki, a lasy były przedmiotem rabunkowych wyrębów zarówno na umocnienia, jak i codzienne potrzeby walczących armii. W 1918 r. zalesienie województwa łódzkiego było bardzo małe i wynosiło 14% (Kuta 2004). Warunki ekonomiczne i polityczne przyczyniły się do zmniejszenia lesistości także w okresie międzywojennym. Wylesieniu uległy przede wszystkim grunty sprzedane chłopom wraz z drzewostanem w ramach akcji parcelacyjnej. Bezpośrednie działania podczas drugiej wojny światowej i pięcioletnia okupacja niemiecka wyrządziły ogromne szkody w lasach w wyniku nadmiernych wyrębów na potrzeby wojenne okupanta. W niektórych miejscach już w okresie międzywojennym sadzono lasy, a zalesianie rozpoczęło po 1945 r. Pomiędzy Cielądzem i Żdżarami las rozwinął się z młodych nasadzeń sosny na miejscu wielkich zrębów z okresu pierwszej wojny światowej (Krzemiński 1972). W sąsiedztwie Bukowa (około Ujazdu) lasy sosnowe nasadzone zostały na glebach wyjałowionych erozją. Z kolei w okolicach Żądłowic, w sąsiedztwie uroczyska leśnego i obecnego rezerwatu przyrody, występują monotonne ubogie monokultury sosny, które są śladami gigantycznych zrębów niemieckich z okresu pierwszej wojny światowej, zalesionych w okresie międzywojennym. W tym czasie również w okolicach Nieborowa część wydmy była zalesiana, w innym miejscu stanowiły one jeszcze „rozsypanisko piasków ruchomych tzw. pustynia nieborowska” (Wareżak 1952). Po drugiej wojnie światowej las powracał na tereny najpóźniej wylesione, a jednocześnie najuboższe, które tylko w okresie największego głodu ziemi były użytkowane rolniczo (Chudzik 2002).

Obecnie na wydmach występują zwykle zbiorowiska lasów gospodarczych sztucznie ukształtowanych i użytkowanych. Na dawnych siedliskach leśnych antropogenicznie wprowadzony drzewostan wraz z wiekiem ulegał różnicowaniu. Niektóre gatunki dynamicznie się odnawiały, następowała rozbudowa struktury

warstwowej, a na dnie pojawiło się martwe drzewo. Zbiorowisko, w którym drzewostan wprowadzono zgodnie z siedliskiem, osiągając wiek poprodukcyjny, zbliża się do fazy rozpadu i przypomina nieco dawny las naturalny. Niestety lasy tego typu zajmują w województwie łódzkim zaledwie kilka procent powierzchni. Na wydmach występują jednak typowe jednogatunkowe uprawy drzew, na ogół w jednym wieku, oraz drzewostany zakładane na siedliskach synantropijnych, np. na gruntach porolnych. Takie siedliska występują np. na południowy wschód od Nieborowa i południowy zachód od Zelowa. Kształtujące się zbiorowiska roślinne nie mają wielu cech wspólnych ze zbiorowiskami naturalnymi. Młode drzewostany są poddawane zabiegom pielęgnacyjnym oraz sanitarnym (cięcia, trzebieże), przechodzą przez kolejne stadia rozwojowe, ale są jednak zbiorowiskami zastępczymi dla naturalnych zespołów leśnych. Na obszarze środkowej Polski te właściwe lasy gospodarcze, czyli zbiorowiska zastępcze, zajmują ponad 90% powierzchni leśnej (Kurowski 2015). Dlatego w województwie nie ma cennych lasów porastających wydmy, które objęte byłyby ochroną rezerwatową.

Czynnikiem, który wpływa na różnorodność i kompozycję gatunkową obszarów leśnych, jest otoczenie. Bioróżnorodność w Lasach Spalskich jest większa, ponieważ zawsze w sąsiedztwie zrębów występowały stare lasy. W przypadku odtwarzania się lasu na gruntach porolnych nie zawsze występował w sąsiedztwie stary las, który mógłby być źródłem diaspor (Nienartowicz i inni 2001). W północnej części województwa na wielu stanowiskach całe kompleksy tworzą lasy odtworzone na terenach w przeszłości użytkowanych rolniczo. W ich pobliżu nie występowały i nadal nie występują większe obszary leśne. W tym przypadku źródłem diaspor mogły być jedynie zadrzewienia i zakrzewienia istniejące w dawnym krajobrazie rolniczym. Z badań odtwarzania lasów w krajobrazie rolniczym wynika, że odległość od starego lasu wpływa istotnie na liczbę gatunków leśnych występujących w lasach wtórnych na gruntach porolnych (Dzwonko, Gawroński 1994). Istotnym czynnikiem, który wpływa na bogactwo gatunkowe układów ekologicznych, jest czas sukcesji wtórnej (Odum 1969). Fitocenozy w wieku 40–50 lat odznaczają się niewielkim bogactwem gatunkowym, lepiej jest w przypadku lasów 70-letnich.

Pomimo oddziaływania człowieka stanowiska suche i ubogie oraz mokre są na ogół zajęte przez drzewostany odpowiadające siedliskom – tak jest nie tylko np. w Puszczy Bolimowskiej czy Lasach Spalskich, ale w całym województwie łódzkim. Największe niezgodności drzewostanu z siedliskiem występują na glebach żyznych i wilgotnych (Chudzik 2002).

4.1.2. Funkcje lasu na wydmach

Większość lasów posiada charakter wielofunkcyjny. Najczęściej jednak wyróżniane są trzy główne grupy funkcji: gospodarcze, ekologiczne i kulturowe (Zięba 2002, Kielczewski, Wiśniewski 2004, Grzywacz 2007, Kurowski 2015).

Analizując rolę lasów na wydmach, należy rozpocząć od funkcji ekologicznych, które obejmują aspekty biocenotyczne, ochronne i sanitarne. Lasy pełnią przede wszystkim rolę glebotwórczą na obszarach piaszczystych. Są najlepszą formą utrzymania potencjału produkcyjnego gleb. Zadrzewienia te powodują osłabienie prędkości wiatru, dzięki czemu mniejsza jest erozja eoliczna gleby (czyli wywiewanie cząstek gleby i zubażanie jej), a także osłabione zostaje parowanie z gleby, co przeciwdziała jej wysuszeniu. W umiarkowanej strefie klimatycznej lasy są najlepszą formą ochrony gleby przed erozją zarówno eoliczną, jak i wodną. Usunięcie drzew z wydmy i odsłonięcie powierzchni sprzyja deflacji i transportowi piasku, który osadzany jest zwykle na sąsiednich polach (ryc. 40). Odsłonięcie powierzchni piaszczystej powoduje nie tylko rozwiewanie, ale także splukiwanie piasku. Gdy na wydmach zabraknie lasu, woda spływająca po nachylonej powierzchni łatwo porywa piaski (ryc. 14) i powoduje rozcięcia, a następnie rozmywanie wydmy. Las spełnia zatem ważną rolę glebochronną, czyli przeciwoerozyjną.



Ryc. 40. Działalność deflacyjna i transportowa wiatru podczas suchej wiosny, przykład z Równiny Łowicko-Błońskiej

Źródło: E. Koboжек.

W środowisku przyrodniczym szczególnie ważne jest znaczenie wodochronnych lasów. Korzystny wpływ drzew na bilans wodny odbywa się poprzez ograniczenie spływu powierzchniowego oraz retencjonowanie wód opadowych w ściółce i glebie. Tereny leśne dzięki transpiracji drzew zmieniają w parę wodną znaczną część wody opadowej. Ewapotranspiracja młodych lasów iglastych jest wyższa niż dojrzałych lasów liściastych dzięki sumarycznej powierzchni igieł, które w dodatku jesienią nie opadają. Warstwa porostowo-mszysta i ściółka na powierzchni

1 m² może zatrzymać nawet 40 l wody (Kurowski 2015). Lasy bagienne wokół wydm ograniczają również proces eutrofizacji wód, a jednocześnie uczestniczą w ich oczyszczaniu. Lasy i zarośla wodochronne, posiadające niezastąpione znaczenie w strefach źródłiskowych i zbiorowiskach wodnych w sąsiedztwie wydm, powinny być nieosuszane i szczególnie chronione.

Lasy są środowiskiem życia różnorodnych organizmów, stanowią ostoję dzięki flory, grzybów i fauny. Lasy iglaste na wydmach nie są tak cenne jak lasy liściaste. Ważna jest jednak ich rola w utrzymaniu różnorodności biologicznej, tym bardziej że z lasami sosnowymi na wydmach sąsiadują ekosystemy mokradłowe z wieloma formami ochrony prawnej, w tym rezerwatowej. Las ma znaczenie środowiskotwórcze, poza glebotwórczym, także biocenotyczne (jako baza pokarmowa i miejsce bytowania różnorodnych organizmów). Wszystkie procesy w ekosystemach leśnych przebiegają w skali czasowej, którą można mierzyć już nie latami lub dekadami, ale nawet ludzkimi pokoleniami (Weiner 1999).

Ekosystem leśny wpływa na znaczną stabilność czynników klimatycznych: łagodzi amplitudy wahań temperatury, natężenia oświetlenia i siły wiatru. Jest naturalnym generatorem tlenu stabilizującym skład powietrza atmosferycznego. Lasy sosnowe na wydmach kształtują swoisty mikroklimat. Do funkcji ekologicznych należą też sanitarne, które wiążą się z korzystnym wpływem lasu na zdrowie człowieka. Las jest naturalnym odbiorcą zanieczyszczeń powietrza, filtrując zanieczyszczone bądź zatrute powietrze, wywiera pozytywny wpływ na skład powietrza atmosferycznego i lokalne warunki aerosanitarne. Drzewostany i zadrzewienia pełnią dość skutecznie funkcję ekranu dźwiękochłonnego. Często lasy na wydmach towarzyszą autostradom.

Znaczenie gospodarcze jest szczególnie ważne w odniesieniu do województwa łódzkiego, ponieważ zdecydowana większość lasu jest eksploatowana. Duże jest pozyskiwanie drewna i innych użytków, np. runa leśnego. Lasy w województwie łódzkim są zdominowane przez drzewostany sosnowe, które zajmują około 80% jego obszaru (Kurowski 2015). Średni wiek drzew w lasach województwa wynosi 56 lat, a drzewa powyżej 100 lat zajmują tylko 10,2% powierzchni zalesionej³.

Sosna jest drzewem łatwo dostosowującym się do różnych warunków siedliskowych, względnie szybko rosnącym, dostarczającym drewna łatwego w przetwarzaniu (zwłaszcza przecieraniu w tartakach), a jednocześnie dobrej jakości technicznej i o wszechstronnym zastosowaniu. W cyklu rozwoju drzewostanu wyróżnia się następujące stadia: nalot (wiek 2–10 lat), młodnik (wiek 30–40 lat, a w zależności od pozyskiwanych użytków młodniki nazywane są tyczkownikami, żerdziownikami, drągownikami), drzewostan dojrzewający (bliskorębny, wiek zależy od gatunku drzewa, np. sosna: około 50/60–80 lat, dąb: 80–110 lat), drzewostan dojrzały (rębny, dla sosny: około 80–120 lat, dąb: 110–150 lat) i drzewostan

³ Por. www.wios.lodz.pl (dostęp: 29.06.2020).

przeszłorębny, wchodzący w fazę rozpadu (dla sosny: powyżej 120 lat, a dla dębu: powyżej 150 lat) (Kurowski 2015). W lasach gospodarczych, zgodnie z zasadami hodowli lasu, leśnicy przystępują do odnowienia lasu, zanim drzewostan znajdzie się w stanie rozpadu. Wiek, w jakim drzewostan uzyskuje tzw. dojrzałość techniczną i jest eksploatowany, wynosi najczęściej około 30–50% biologicznej długości życia tworzących go gatunków drzew (Grzywacz 2007).

W lasach większość materii organicznej gromadzi się w biomasie drzew, w borach łącznie około 130 t na ha, a w lasach liściastych – 180 t na ha. Około 15% tej masy przypada na systemy korzeniowe, większość to drewno. Roczny przyrost biomasy wynosi w borach około 7 t na ha, a w gradach – ponad 10 t na ha (Weiner 1999). W drzewostanie sosnowym I klasy bonitacyjnej w Polsce stan biomasy kształtuje się w granicach 150–200 t/ha (Kurowski 2015).

Lasy w województwie łódzkim spełniają przede wszystkim rolę gospodarczą. Nadleśnictwa realizują swoją gospodarkę leśną w oparciu o dziesięcioletni plan zatwierdzany przez ministra środowiska. Nawet najcenniejszy las w północnej części województwa, zwany Puszcą Bolimowską, objęty ochroną jako park krajobrazowy jest lasem gospodarczym, a pozyskanie drewna zwiększyło się w ostatnich latach (ryc. 41). Rocznie w skierniewickim nadleśnictwie wycinane jest około 150 ha lasu, a w to miejsce sadzony jest nowy. Natomiast około 5% drzewostanu zostawia się w stanie nienaruszonym aż do biologicznej śmierci (Burzyński 2015). Wycinka drzew prowadzona jest także na zalesionych wymachach, np. na ramieniu wydmy w Rokitnicy, nawet w terenie o dużym znaczeniu rekreacyjnym (ryc. 42).



Ryc. 41. Wycinka drzew w Puszczy Bolimowskiej

Źródło: <http://www.reconnet.pl/printview.php?t=5007&start=0> (dostęp: 25.09.2020), wycinka zimą.



Ryc. 42. Polana po wyciętym lesie na stoku wydmy w Rokitnicy

Źródło: S. Kobjek.

W miejscu wyciętego lasu gospodarczego sadzone są nowe pokolenia drzew (ryc. 43).



Ryc. 43. Przykład odrostów drzew na wydmie w Rokitnicy

Źródło: S. Kobjek.

Raczej nie należy spodziewać się ograniczenia wyrębów, ponieważ drewno sosny jest bardzo dobrym materiałem budulcowym o wielorakim zastosowaniu. Żywica sosnowa używana jest w przemyśle chemicznym, ma też właściwości lecznicze. Syrop piniowy, zalecany na przeziębienie i infekcje górnych dróg od-

dechowych, wytwarza się z młodych pędów sosny, zbieranych wiosną. Spośród wszystkich sosen rosnących w Europie polskie wyróżniają się wielkimi rozmiarami i bardzo dobrą zdrowotnością (Fabijański 2018).

Funkcja kulturowa lasu wskazuje na jego społeczne znaczenie jako miejsca turystyki i rekreacji, edukacji ekologicznej, dydaktyki, badań naukowych, a także ochrony przyrody. Lasy, ze względu na korzystne warunki mikroklimatyczne, posiadają cenne walory wypoczynkowe i rekreacyjne. Lasy sosnowe na wydmach w rolniczym płaskim obszarze mają ogromne walory krajobrazowe, ponieważ kontrastują z monotonią terenów rolniczych i zabudowanych. Na obszarach rolniczych, w północnej części województwa łódzkiego lasy występują zwykle tylko na piaskach wydmych, nawet jeżeli nie zachowała się wyraźna forma, np. w Mystkowicach. To one nadają uroku krajobrazom pradolinnym, a odcinki te są ważne dla tras rowerowych, np. w Łowickiem (ryc. 44). W dnach pradolin użytkowanych rolniczo lasy zachowały się tylko na wydmach i to one są podstawą mozaikowości krajobrazu (ryc. 38B, D). Walory widokowe w obrębie samej zalesionej wydmy są nieco mniejsze, ale wartości dodają występujące w sąsiedztwie wydmy sztuczne zbiorniki wodne.



Ryc. 44. Las na wydmie w rolniczym krajobrazie doliny Bzury

Źródło: E. Koboжек.

Duże znaczenie rekreacyjne i wypoczynkowe mają np. lasy wokół Łodzi, Spały i Zbiornika Sulejowskiego.

4.2. Tereny uprawne

Ubogie gleby na piaskach wydmych mają znikome wartości dla rolnictwa. Z uwagi na niewielką wartość użytkową nie były nawet udokumentowane analizami laboratoryjnymi podczas sporządzania map glebowo-rolniczych.

Jednak sporadycznie można jeszcze spotkać pola na niższych częściach długich południowych ramion wydym do wysokości 5 m. Na polach tych są tylko uprawy żyta (ryc. 45), chociaż sama roślina jest niska, a plony – bardzo małe. Zwykle pojedyncze małe i niskie wydmy otoczone są ze wszystkich stron polami, a las rośnie na ich wyższych stokach i grzbiecie. Tam, gdzie wydmy występują w większych zespołach, pól już nie ma.



Ryc. 45. Pole żyta na obrzeżu ramienia wydmy

Źródło: K. Koboжек.

Tereny uprawne zachowały się jeszcze w dwóch charakterystycznych sytuacjach: na pojedynczej małej wydmie występującej na terasie nadzalewowej lub wysoczyźnie i otoczonej przez grunty orne; na wydmach nadbudowujących szerokie dna dolinne, często podmokłe – wydmy są jednym z suchszych elementów środowiska. Małe wydmy, częściowo zaorane występujące na obszarach rolniczych przeważają w północnej części województwa (ryc. 37). Zwykle pola zachowały się tu jeszcze na nieregularnych pagórkach piaszczystych o wysokości do 4 m. Zatarłe kształty wydym sugerują także dłuższy czas ich rolniczego użytkowania.

Z analizy rozmieszczenia nawet małych powierzchni pól uprawnych na wydmach (ryc. 37) można wnioskować, że występują one w obszarach, gdzie stosunkowo niska wydma (czoło o wysokości względnej 4–5 m) położona jest w obrębie szerokiego dna doliny rzecznej, np. Warty, Oleśnicy, Luciąży i w górnym odcinku Grabi. Zwykle to dno dolinne było podmokłe i zalewane podczas powodzi, czyli tradycja uprawy powierzchni wydymowej jest długa. Często w tej sytuacji terenom uprawnym towarzyszy zabudowa wiejska. Obecnie środowisko dna doliny jest już przekształcone w wyniku melioracji, ale obszary wokół wydym są nadal zdecydowanie wilgotniejsze. Pola uprawne w przedstawionej powyżej sytuacji geomorfologicznej można jeszcze spotkać np. w odcinku doliny Warty, na południe od ujścia do niej

Neru (okolice miejscowości Gaj–Wilamów). Zaorane są tu niskie ramiona wydmy. Na odcinku Augustynów Bór–Krzykosy las zachował się tylko na kulminacji wydmy o wysokości 6,5 m, a jej niższe części zajmują pola. Podobna sytuacja występuje w dolinie Oleśnicy. Wyraźny wał wydmy towarzyszący dolinie rzecznej Oleśnicy w odcinku Kłoniczki–Dobroszyn zalesiony jest tylko na grzbiecie, a wokół są pola i zabudowa. Liczne są także sytuacje, kiedy pola zajmują fragmenty niskich wydmy występujących wśród terenów podmokłych różnego pochodzenia, np. na północny zachód od Przedborza (Młynek Dobrowicki). Na południe od Zduńskiej Woli (okolice wsi Polków) ciągnie się wał piaszczysty o wysokości 5–6 m z piaskownikami, zalesiony, ale także zajęty przez pola. Na wschód od zbiornika Jeziersko wały wydmy o wysokości względnej do 5 m mające przebieg z południowego zachodu na północny wschód są jeszcze częściowo zajęte przez pola, np. na wschód od miejscowości Rzechta Drużbińska. Także łagodne stoki wałów wydmych w okolicach Hilarów–Dybów zajmują pola. W dorzeczu górnej Grabi można sporadycznie spotkać jeszcze pola u podnóża wydmy. Przykładowo w okolicach Wdowina występuje mała wydma paraboliczna o wysokości 5 m. Jej czoło i krótkie północne ramię są zalesione, a południowe, długie, ale niskie ramię jest zabudowane i występują tam pasma pól.

Obecnie pozostało bardzo niewiele powierzchni wydmych zajętych przez pola, co jest bardzo korzystne ze względów ekologicznych. Grunty te są pozostałością zdecydowanie większych powierzchni zaoranych w okresie od końca XIX do połowy XX w. Zajmowanie niskich wydmy pod tereny uprawne rozpoczęło się w końcu XIX w. i trwało jeszcze do pierwszych lat międzywojennych, co związane było z ogromnym przeludnieniem wsi i tzw. głodem ziemi. W wyniku uwłaszczenia chłopci otrzymali niewielkie kawałki ziemi, czyli powstały zbyt małe samodzielne gospodarstwa, aby móc je spłacić i utrzymać rodzinę. Dlatego zajmowano pod uprawę nawet tak ubogie gleby, jakimi są te rozwinięte na piaskach eolicznych. Zjawisko to było szczególnie silne w zaborach austriackim i rosyjskim. W konsekwencji w powstałym w 1918 r. państwie polskim, z jednej strony, występowały wielkie latyfundia dysponujące znaczną częścią gruntów uprawnych, z drugiej – małe działki chłopskie. Rolnicze użytkowanie niższych części wydmy w okresie międzywojennym miało miejsce nie tylko na wydmach w regionie łódzkim, ale także na Mazowszu, gdzie rolniczo zagospodarowane były ubogie zwydmione piaszczyste równiny położone na północ i wschód od Wisły (Plit 1998), a także na Kujawach (Mrózek 1958).

W obrębie województwa łódzkiego szczególnie dużo powierzchni wydmych użytkowanych w przeszłości rolniczo występowało na obszarach położonych np. na południe od Zelowa i na południe od Nieborowa. Zalesianie pól w okolicach Nieborowa rozpoczęło się już w latach 30. XX w. W latach 60. i 70. tego stulecia zalesiano, z dużym zresztą trudem, powierzchnie wydmy na południe od Zelowa (w okolicach Woli Pszczoleckiej, Podlesia, Wygielzowa), na zachód od Bełchatowa (w okolicy Kluk i Łękawy), w dolinie Grabi oraz w międzyrzeczu Warty i Neru. Po drugiej wojnie światowej nadal trwało zalesianie wielu działek rolnych indywidualnej własności. Las powracał na tereny najpóźniej

wylesione, a jednocześnie najuboższe, które tylko w okresie największego głodu ziemi były użytkowane rolniczo. Część obrzeży pól wydmywanych została zajęta pod zabudowę lotniskową, np. w Baryczy i Rokitnicy, w dolinie Grabi.

W tym miejscu należy jeszcze raz podkreślić, że gleby na wydmach należą do wrażliwych elementów. Usunięcie drzew i odsłonięcie piasku, a także coroczne oranie powierzchni sprzyja procesom erozji wodnej i eolicznej. Odsłonięty piasek ma wysokie amplitudy termiczne, szybko wysycha i jest zwiewany w mniejszym lub większym stopniu. Przy przeorywaniu skiba odwraca piasek pozbawiony części humusowych. Dlatego należy całkowicie wycofać pola uprawne nawet z niższych fragmentów wydmy.

Zupełnie inaczej wygląda sytuacja na torfowiskach i mokradłach występujących w misach deflacyjnych. Wilgotne gleby torfowe zwykle są drenowane, a część torfowisk z powodu nadmiernego osuszania podlega procesom murszenia. W strukturze użytkowania torfów i mokradeł dominują łąki i pastwiska (blisko 52%), tylko około 8% przypada na grunty orne. Kompleksy te można ocenić jako łąkowo-leśne użytkowanie terenu. Odwodnienie będące warunkiem niezbędnym dla wykorzystania rolniczego prowadzi do decesji masy organicznej i stopniowego zmniejszenia potencjału siedliska. Z drugiej strony, torfowiska mają ogromny potencjał ekologiczny, dlatego bardzo ważne jest ich zachowanie w warunkach globalnego ocieplenia. W tym celu należy zaniechać sztucznego odwodnienia, a miejscami zadbać nawet o zatrzymanie wody poprzez budowę np. drewnianych zastawek w dawnych rowach melioracyjnych.

4.3. Eksploatacja piasków wydmywanych i torfu z niecek deflacyjnych

Piaski eoliczne są surowcem cenionym przez przemysł mineralny. W XIX w. wykorzystywane były one także do produkcji szkła. Huty zakładano w miejscach, gdzie było dużo piasku kwarcowego oraz drewna do opalania pieców hutniczych. Warunki takie występowały na wydmach śródlądowych. W opracowaniach historycznych można znaleźć opisy hut, np. w okolicach miejscowości Kluki (Sulmierski i inni 1883). Już w XIX w. w osadzie Teofilów pracowała huta szkła wykorzystująca piasek z wydmy. Także w miejscowości Huta Strzyżewska w XIX stuleciu działała huta szkła bazująca na piaskach eolicznych, a wytwarzająca szklane butelki.

Na początku kolejnego wieku (1923 r.) powstała huta szkła Nieborów w Bełchowie bazująca na lokalnych piaskach wydmywanych. Na obszarze 5 ha wystawiono halę produkcyjną wraz z niezbędnymi zabudowaniami. Wyrabiano: szkło apteczne, słoje i kolorowe butelki do piwa, wina oraz wódki, a także wielolitrowe balony do wina. W 1947 r. zakład upaństwowiono, a intensywna rozbudowa przypadła na lata 1952–1977. Wybudowano wtedy także cztery bloki fabryczne oraz wiele domków jednorodzinnych w obrębie wyrobisk piaszczystych. W latach

1968–1990 zakład był częścią huty szkła Feniks w Piotrkowie Trybunalskim⁴. Obecnie zakład już nie funkcjonuje, a wyrobisko jest częściowo zabudowane.

Piasek wydmy wykorzystywany jest jednak głównie dla potrzeb budownictwa. Ze względu na swoje właściwości – dużą zawartość krzemionki, dobrą segregację materiału i niską zawartość domieszek – jest dobrym surowcem do produkcji wyrobów silikatowych (np. cegły silikatowej) i betonów komórkowych (Kozłowski 1986). Piaski mają duże znaczenie w budownictwie i są stosowane jako wszelkiego rodzaju podsypki, materiał do zapraw murarskich, kruszywo do wyrobu cegieł wapienno-piaskowych. Dużym atutem złóż piasków wydmych jest ich występowanie w wypukłych formach, co znacznie ułatwia eksploatację, nie ma problemów z występowaniem wód gruntowych w odkrywkach (brak konieczności odwadniania) oraz innych utworów jako odpadów.

Przykładem obecnie czynnych piaskowni mogą być kopalnie np. w gminie Kluki. Duża kopalnia funkcjonuje także w Teodorach, a eksploatacja prowadzona jest w czole wydmy osiągającej 17 m wysokości względnej (ryc. 15). Złoże Teodory stanowią piaski kwarcowe drobne, sporadycznie średnioziarniste o średniej zawartości krzemionki sięgającej 94,1%, przydatne do produkcji cegły wapienno-piaskowej. Złoże eksploatowane jest sposobem odkrywkowym, systemem wgłębno-ścianowym, jednym piętrzem eksploatacyjnym. W wyniku wydobycia powstało już rozległe wyrobisko o wysokości 12 m i szerokości 250 m (ryc. 46).



Ryc. 46. Działająca kopalnia piasku w wydmie i sąsiadujące z nią tereny wyeksploatowane obsadzone sosną, kopalnia Teodory

Źródło: S. Koboжек.

⁴ Por. https://lowiczanie.info/wiki/index.php/Huta_Szkl%C4%82a_w_Belchowie (dostęp: 26.06.2020).

W drugiej połowie XX w. w wyniku eksploatacji piasków eolicznych znikają z krajobrazu całe wydmy. Przykładowo na potrzeby budownictwa w Zduńskiej Woli kopano piaski eoliczne z wydym występujących w najbliższej okolicy. W Rzechtach i Czechach wyeksploatowano piaski do samego podłoża wydmy (Bezkowska 1993). Wiele wydym zniknęło z krajobrazu także w okolicach Aleksandrowa (na południowy wschód od Łasku). Wyeksploatowano piasek z czoła dwóch wydym, a wyrobisko ma układ południkowy o długości 2 km. Znikały wydmy w okolicach Bełchatowa (Dobrzelów, Zamość), podczas rozbudowy tego miasta w latach 80. i 90. XX w. Dla potrzeb budownictwa drogowego, budowy i konserwacji dróg, budownictwa komunalnego i przemysłowego eksploatowano piaski wydymowe z okolic Bełchatowa i Szczercowa.

Właściwie w każdej większej wydymie prowadzona była eksploatacja piasku, po której pozostały wyrobiska różnej wielkości. Szczególnie intensywnie kopano piaski w latach 70. i 80. XX w. Jeszcze obecnie w obrębie wydym można spotkać ślady po małych, ale licznych tzw. odkrywkach gospodarczych (ryc. 47).



Ryc. 47. Zagłębienia w wydymie będące śladami wydobycia piasków eolicznych dla potrzeb pojedynczych właścicieli

Źródło: S. Kobjek.

Z analizy map topograficznych obszarów w północnej części województwa łódzkiego z drugiej połowy XX w. wynika, że piaskownie zaznaczone są w każdej wydymie. Dużym polem eksploatacji była np. wydma o wysokości względnej 11 m w Lesie Witowskim. Występują tutaj ślady po trzech dużych miejscach eksploatacji piasku. Także w obrębie długiego na ponad 6 km wału wydymowego (o wysokości względnej 10–13 m), w okolicach Świnic Warckich jest dużo mniej-

szych wyrobisk. Piasek kopano również z niższych wydym, do 5–10 m wysokości, np. w okolicach Hipolitów–Konopnica–Wartkowice, w Karsznicach, Sierpowie, Napoleonowie, Nakielnicy. Na północ od ujściowego odcinka Neru wydym jest mało i dodatkowo są niskie, ale także tutaj eksploatowano piasek, np. w wydymie w Nagórkach oraz w Białej Górze.

Na południowy zachód od Łodzi w wielu wydymach parabolicznych są pozarastane wyrobiska, np. w okolicach Szadku. Dużo wydym występuje w dorzeczu górnej i środkowej Grabi, dlatego tutaj także zachowało się dużo śladów eksploatacji, np. w ciągu wydym o wysokości do 15 m w okolicach Dobronia, Dłutowa i Ldzania, głównie z drugiej połowy XX w. Wyrobiska zachowały się także w wydymie Góra Wadlewska, w mniejszych wydymach na wschód od góry Krzemieniec. Piasek wydymowy wydobywano także w latach 90. XX w. w okolicach Tuszyńna.

Piaski wydymowe wydobywano w piaskowniach w okolicach Zelowa (Lubiec, Patoki, Żeglina). Są to piaski o frakcji 0,1–0,5 mm i zawierają 90% krzemionki. W wyniku badań wyrobów gotowych stwierdzono dobrą wytrzymałość na ściskanie 174–196 kG/cm², nasiąkliwość 11,2–12,5% i mrozoodporność wyrobu. Uzyskane parametry świadczą o dobrej jakości piasków i ich przydatności do produkcji cegły wapienno-piaskowej klasy 150 i betonów komórkowych.

Nieco mniej miejsc eksploatacji piasków zinwentaryzowano w wydymach w dorzeczu Pilicy i Luciąży, np. w okolicach gminy Łęki Szlacheckie czy Policzka Starego. Piaski budowlane i formierskie eksploatowane są w kopalni piasku Olszowa.

Po zakończeniu eksploatacji w dużych piaskowniach wyrobiska są rekultywowane i zalesiane sosną (ryc. 45). W wyniku eksploatacji piasków eolicznych zmienia się krajobraz, ponieważ w miejsce formy wypukłej o wysokości nawet ponad 10 m pojawia się płaska zalesiona powierzchnia.

Nie tylko piasek wydymowy był eksploatowany, ale także torf wypełniający zagłębienia deflacyjne. Torf kopany był przez wiele dziesiątków lat dla różnych celów, głównie jednak opałowych. Dominującymi śladami eksploatacji torfu są liczne doły potorfowe wypełnione wodą. Na badanym terenie małych dołów potorfowych w sąsiedztwie wydym jest bardzo dużo, ale warto wymienić te najważniejsze i najcenniejsze ze względu na ich znaczenie przyrodnicze, o czym będzie jeszcze mowa w podrozdziale 4.5.

W północnej części województwa, w Lesie Witowskim, na południe od wydym o wysokości względnej do 11 m występuje zbiornik wodny o powierzchni około 21 ha, zwany Silne Błota (ryc. 48). Zbiornik ten powstał w wyniku eksploatacji torfu w XIX w. oraz w czasie drugiej wojny światowej. W przeszłości było to torfowisko wysokie. Wpierw zbiornik bezodpływowy, ale po zabiegach melioracyjnych w latach 70. XX w. jest odwadniany. Powierzchnia otwartego lustra wody stanowi nie więcej niż 30% całej powierzchni dawnego torfowiska. Pozostałą część porasta głównie szuwar szerokopalkowy, wąskopalkowy, trzcinowy oraz turzycowiska.



Ryc. 48. Zalesione wydmy otaczające torfowisko z potorfowym zbiornikiem wodnym tzw. Silne Błota

Źródło: <https://www.gminapiatek.pl/turystyka/silne-blota/> (dostęp: 31.10.2020).

W bliskim sąsiedztwie granicy Łodzi, na wschód od wydmy parabolicznej występuje torfowisko wysokie Rąbień. Miąższość torfu sięga 1,68–3,85 m (Kucharski i inni 2000, Forysiak i inni 2012). Już od XIX w. aż po lata 60. kolejnego stulecia był on eksploatowany głównie na opał, ściółkę i kompost. Pozostałością tej działalności są liczne doły potorfowe wypełnione wodą (ryc. 49). Także w obrębie gminy Dobroń pomiędzy licznymi wydmami sięgającymi nawet 15 m wysokości względnej występują liczne stawy będące efektem wydobywania torfu.



Ryc. 49. Doły potorfowe wypełnione wodą w sąsiedztwie wydmy w Rąbieniu

Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/R%C4%85bie%C5%84_AB#/media/Plik:Torfowisko_Rabie%C5%841.JPG (dostęp: 25.09.2020).

Wyjątkowo duży obszar zajmuje torfowisko w obrębie pola wydmy w dorzeczu Pilski. Torfowisko Święte Ługi, sąsiadujące z pasmem wydmy o wysokości względnej 7–20 m, także było miejscem eksploatacji torfu. Jego pozyskanie rozpoczęte przed drugą wojną światową trwało do połowy lat 90. XX w. Kopano torf metodami ekstensywnymi (ręcznie), ale także przemysłowymi. Wskutek tej działalności powstał zbiornik zachodni o powierzchni 55 ha i wschodni zajmujący 50 ha. Zbiorniki oddziela grobla, a w obu lustro wody zajmuje około 50% całej powierzchni, resztę porastają głównie szuwały oraz turzycowiska (Stopczyński 2013).

Także w wielu innych miejscach w obrębie niecek deflacyjnych występują doły potorfowe wypełnione wodą. Na mapach glebowo-rolniczych zakwalifikowano je do nieużytków, a w rzeczywistości są one interesującymi elementami urozmaicającymi strukturę krajobrazu, siedliskami roślinności higro- i hydrofilnej, a także miejscami chętnie zasiedlanymi przez ptactwo wodne. Zwiększają one biologiczną różnorodność siedlisk, przyczyniając się do wzrostu stabilności układów ekologicznych. W nieosuszanych dołach potorfowych już po 10 latach zachodzi ponowna akumulacja torfu.

4.4. Zabudowa

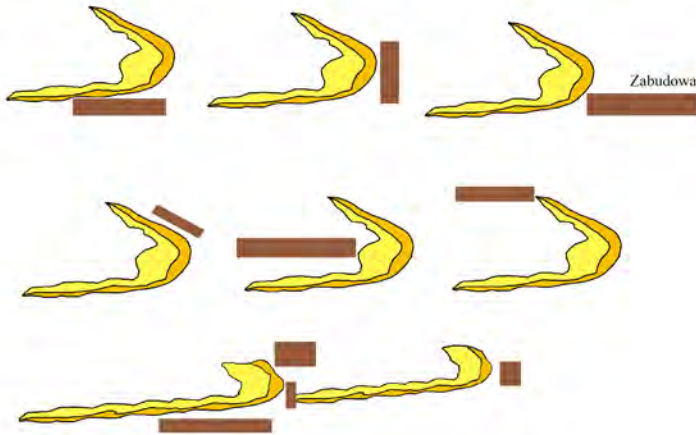
Zabudowę można rozpatrywać w dwóch aspektach: lokalizacji wsi względem wydmy i pojedynczych gospodarstw czy budynków w obrębie elementów wydmy. W pierwszej kolejności przedstawiona zostanie lokalizacja zabudowy wsi względem form wydmych. W regionie łódzkim występują wydmy w różnych sytuacjach geomorfologicznych i geologicznych, także lokalizacja wsi jest bardzo zróżnicowana, ale zawsze doskonale wykorzystująca lokalne warunki (ryc. 50).

W przypadku dużych wydmy parabolicznych położonych na wysoczyźnie wsie ułożone są zwykle równolegle do południowego, długiego ramienia formy. Jest to miejsce suche, słoneczne, a pola często zajmują tereny zbudowane z glin zwałowych występujących na południe od wsi. W takiej sytuacji geomorfologicznej położone są zwykle długie wsie. Rzadziej można spotkać wsie ułożone równolegle do ramienia północnego wydmy. Zazwyczaj ramiona te są krótsze, podobnie jak wsie, a czasem występuje tylko kilka pojedynczych gospodarstw. Zdarza się, że północne ramię jest niższe, rozwiane, a wtedy wieś przecina je, ale nadal ma układ równoleżnikowy.

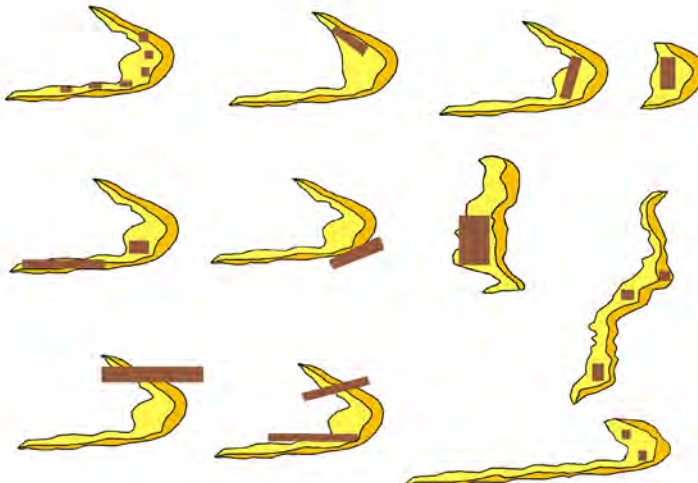
Najczęściej spotykanym układem jest zabudowa o przebiegu równoleżnikowym i tylko zachodnia część wsi położona jest blisko czoła wydmy. Wsie o takim położeniu często są dosyć długie. Drugi przypadek można opisać jako zabudowę wzdłuż drogi o przebiegu południkowym, ułożoną równolegle do czoła wydmy. Wsie o takiej lokalizacji są zazwyczaj krótsze. Najrzadziej spotykanym położeniem wsi jest jej lokalizacja w zagłębieniu deflacyjnym, w różnej odległości od

czoła wydmy. Jest to najmniej korzystne położenie, ponieważ miejsca te z reguły są podmokłe, zatorfione, a czasem wręcz woda występuje na powierzchni. W toku badań odnotowano tylko kilka przypadków takiej lokalizacji, np. wieś Gaj przy ujściu Neru do Warty oraz wieś Ciska w dolinie Pilsi.

Lokalizacja zabudowy wsi względem wydmy



Lokalizacja zabudowy w obrębie wydmy

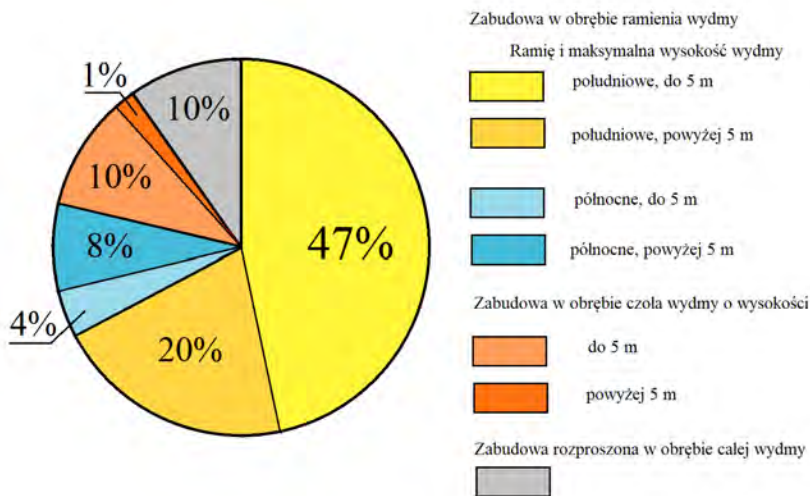


Ryc. 50. Lokalizacja zabudowy wsi względem wydym i wałów wydmyowych
Kolor jaśniejszy oznacza stok dowietrzny, łagodniejszy, a kolor ciemniejszy – stok
zawietrzny, bardziej stromy

Źródło: opracowanie własne.

O lokalizacji wsi względem wydmy decyduje zwykle środowisko podłoża wydmy, inaczej jest w przypadku położenia zabudowy w obrębie samej wydmy – tutaj ważna jest rzeźba formy wydmy. Na wydmach nie są lokalizowane całe wsie, ale tylko pojedyncze lub małe zgrupowania zabudowań.

Najczęściej zabudowania posadowione zostały na południowym, długim, ale niskim ramieniu wydmy, które osiąga maksymalnie 5 m wysokości względnej – taką lokalizację ma ponad 47% zinwentaryzowanej zabudowy (ryc. 51). Wydaje się to oczywiste, ponieważ w regionie łódzkim zdecydowanie dominują wydmy paraboliczne z dłuższym i wyraźnym ramieniem południowym. Tego typu lokalizacja spotykana jest w obrębie całego badanego regionu, chociaż najbardziej wyraźna jest w południowym pasie od linii Dąbie–Łęczycza na północy po Pajęczno–Góra Kamieńska na południu, ponieważ tutaj parabole są klasycznie wykształcone. W północnej części województwa prawie na każdym niskim ramieniu wydmy są zabudowania, chociaż pojedyncze zagrody. W przypadku ramion o wyższych wysokościach względnych i wyraźniej zarysowanym stoku zawietrznym zabudowa jest zlokalizowana po wewnętrznej stronie wydmy, czyli na łagodnym stoku opadającym w kierunku zagłębienia deflacyjnego.

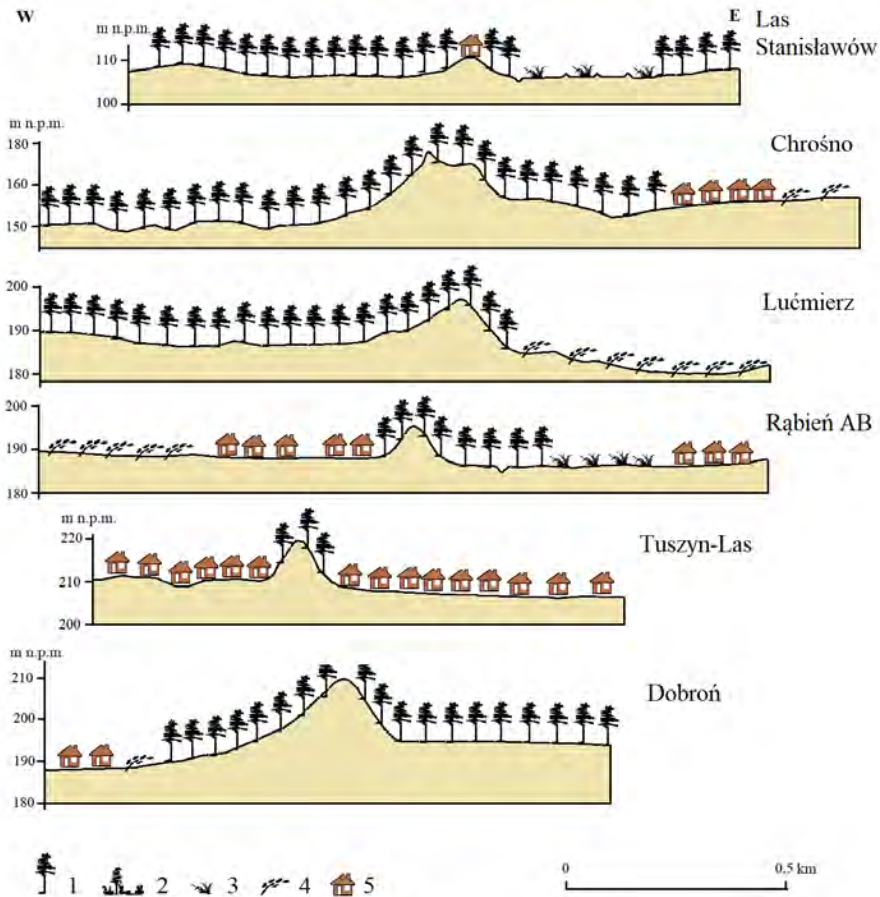


Ryc. 51. Lokalizacja zabudowy w obrębie wydmy

Źródło: opracowanie własne.

Na ramieniu północnym zdecydowanie rzadziej można spotkać zabudowania (12% wszystkich). Co ciekawe, tym razem zabudowa występuje na wydmach o wysokości powyżej 5 m. Tego typu lokalizacja przeważa w międzyrzeczu Pilicy i Luciąży. Pojedyncze przypadki można spotkać także w dolinie Pichny.

W obrębie czoła wydmy lub wału zlokalizowano 11% zabudowań. Tego typu sytuacja występuje w przypadku niezbyt dużych, rozwianych wydym (do 5 m wysokości) położonych wśród wilgotnych łąk. Ramiona wydym są zbyt krótkie i niskie, a rozwiane czoła stanowią lepsze miejsce posadowienia zabudowań. Sytuacje takie występują w zachodniej części Równiny Łowicko-Błońskiej oraz w południowej części województwa, na odcinku źródłowym między Luciążą i Widawką. Są to jednak głównie pojedyncze obiekty. Najbardziej zabudowane są czoła wydmy. Zabudowa o charakterze wypoczynkowym zajmuje tutaj częściowo rozwiane i szerokie czoło wydmy. Długie wały wydymowe o przebiegu południkowym rzadziej wykorzystywane są w celach zabudowy. Ale występują sytuacje, gdy na odcinku o szerszym grzbiecie wybudowano pałac i folwark, np. w Lesie Stanisławów (ryc. 52).



Ryc. 52. Profile hipsometryczne wybranych wydym oraz sposoby użytkowania terenu
1 – las; 2 – torfowisko; 3 – łąka; 4 – pole; 5 zabudowa

Źródło: opracowanie własne.

Spotkać można także wydmy z zabudową rozproszoną w obrębie całej formy (ryc. 50). Taka lokalizacja dotyczy 10% analizowanych zabudowań – czyli najmniejszej części. Są to jednak bardzo ciekawe przypadki. Wszystkie w ten sposób zabudowane wydmy osiągają 5 m wysokości względnej i położone są w obrębie szerokiego, dawniej podmokłego dna doliny – były to w przeszłości najsuchsze obszary otoczone terenami zalewowymi lub podlegające okresowym podtopieniom. Tego typu lokalizacja zabudowy charakterystyczna jest dla wydmy w dolinie Warty, na odcinku od Uniejowa po Koło. Przy czym od Uniejowa po ujście Neru wydmy występują na wschód od rzeki, a w okolicach Koła – na zachód od niej. Wsie o takiej lokalizacji znajdują się także w dolinie Oleśnicy, Widawki i małych dopływów Luciąży.

Powierzchnie wydmy pierwotnie zalesione zajmowane były przez zabudowę zagrodową, w okresie międzywojennym powstawała zabudowa letniskowa, a dopiero w drugiej połowie XX w. – rekreacyjna i mieszkaniowa. Obecnie w sąsiedztwie wydmy powstają zarówno domy całoroczne, jak i letniskowe.

Wydmy, szczególnie występujące w dużych zespołach, nie posiadają odpowiednich warunków pod zabudowę, dlatego nie były w większości przypadków brane pod uwagę jako tereny rozwojowe. Pola piasków rozwiewanych są niekorzystne dla zabudowy z powodu procesów geodynamicznych. Podłoże jest zazwyczaj suche lub mało wilgotne, ponieważ poziom wód gruntowych jest poniżej 3 m od zabudowy, czyli korzystne, ale inne elementy raczej nie sprzyjają. Ziarna są ułożone luźno, stopień zagęszczenia piasków wydmych wynosi około 0,3 (Kowalski 1972). Grunty znajdują się w stanie luźnym i pod wpływem obciążenia ulegają odkształceniu (Racinowski, Coufal 1999). W przypadku wydmy niskich, do 3 m wysokości, cechy morfometryczne nie mają wpływu na zabudowę, ale do negatywnych elementów należy zaliczyć podatność na procesy eoliczne. Wydmy średnie (5–10 m) i wysokie (10–30 m) są zdecydowanie niekorzystne dla zabudowy ze względu na warunki morfometryczne oraz podatność na procesy eoliczne.

4.5. Formy ochrony środowiska przyrodniczego obszarów wydmych

Cenne obszary przyrodnicze obejmowane są różnymi formami ochrony. Krajowy system obszarów chronionych obejmuje cztery formy: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu (Ptaszycka-Jackowska, Baranowska-Janota 1998, *Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody* 2004).

Obszary parków narodowych posiadają szczególną wartość naukową, przyrodniczą, społeczną, krajobrazową lub kulturową, a ochronie podlega całość przyrody oraz swoiste cechy krajobrazu. W województwie łódzkim nie ma parków

narodowych, ale najbliższej położony – Kampinoski (utworzony w 1959 r.) – obejmuje dwa charakterystyczne środowiska, które są tematem niniejszego opracowania, a mianowicie – pasy wydymowe przedzielone pasami torfowisk.

Rezerwat przyrody obejmuje obszary zachowane w stanie naturalnym lub mało zmienionym, ekosystemy, ostoje i siedliska przyrodnicze, a także siedliska roślin, zwierząt, grzybów oraz twory i składniki przyrody nieożywionej wyróżniające się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, kulturowymi lub walorami krajobrazowymi. Chociaż w środkowej Polsce dominują drzewostany sosnowe, to niewiele z nich reprezentuje zbiorowiska zbliżone do naturalnych. Dotychczas nie utworzono w województwie łódzkim rezerwatu chroniącego ubogie oligotroficzne bory sosnowe na wydmach, chociaż już jest 88 rezerwatów (Wężyk, Andrzejewski 2005). Godnym zachowania jest niewielki fragment najstarszego w regionie, 170-letniego drzewostanu sosnowego w zespole boru suchego i świeżego, na wysokich wydmach koło Słoku nad Widawką, w pobliżu elektrowni Bełchatów. Jest to obiekt o wybitnych walorach przyrodniczo-leśnych i krajobrazowych (Kurowski 2015).

Ochroną rezerwatową objęte są natomiast liczne torfowiska sąsiadujące z wydмами. To procesy eoliczne prowadzące do ukształtowania wydmy przyczyniły się do utworzenia zagłębienia deflacyjnego lub przemieszczające się wydmy zablokowały odpływ małych cieków, powodując powstanie torfowisk. Cechą przewodnią torfowiska jest stałe, bardzo silne uwilgotnienie terenu i rozwój roślinności wilgociolubnej. Obumarłe szczątki zbiorowisk roślinnych ulegają przekształceniu w torf. Oprócz bezpostaciowego humusu torfowego występują liczne szczątki roślinne słabo lub całkowicie rozłożone. W związku z tym torf cechuje struktura gąbczasta, dzięki której może on chłonać i zatrzymywać duże ilości wody. W takim środowisku rozwijają się bardzo charakterystyczne zbiorowiska roślinne. Rezerwaty torfowiskowe powiązane z wydмами występują w obrębie całego województwa. W Puszczy Bolimowskiej na pięć rezerwatów przyrody jeden sąsiaduje z wydмами – rezerwat łąkowo-torfowiskowy Polana Siwica o powierzchni 68,55 ha (Jakubowska-Gabara i inni 2002).

Rezerwat Torfowiskowy Rąbień położony 1,5 km na południe od centrum Aleksandrowa Łódzkiego, na terenie wsi Rąbień AB, zajmuje rozległą dolinę między wydмами (od północy, zachodu i południa). Jest to torfowisko wysokie, które zaczęło tworzyć się już 8 tysięcy lat temu (Kucharski i inni 2000). Wydma postępująca od zachodu na wschód zatamowała odpływ wód małego cieku, utworzyło się wówczas jezioro. W wyniku jego zarastania powstało torfowisko, a w spągu torfu zalega kreda jeziorna. Już od XIX w. aż po lata 60. XX torf był eksploatowany, czego śladem są liczne doły potorfowe i groble. W niewyeksplorowanych miejscach jego miąższość wynosi 1,5 m, a nawet osiąga 3,5 m. Znaczną część rezerwatu zajmują wyrobiska potorfowe znajdujące się w różnych stadiach sukcesji wtórnej. Najstarsze są już zarośnięte, zaś młodsze posiadają otwarte lustro wody, chociaż brzegi porasta roślinność szuwarowa (ryc. 49). Od 1988 r. teren torfowiska wraz z wyro-

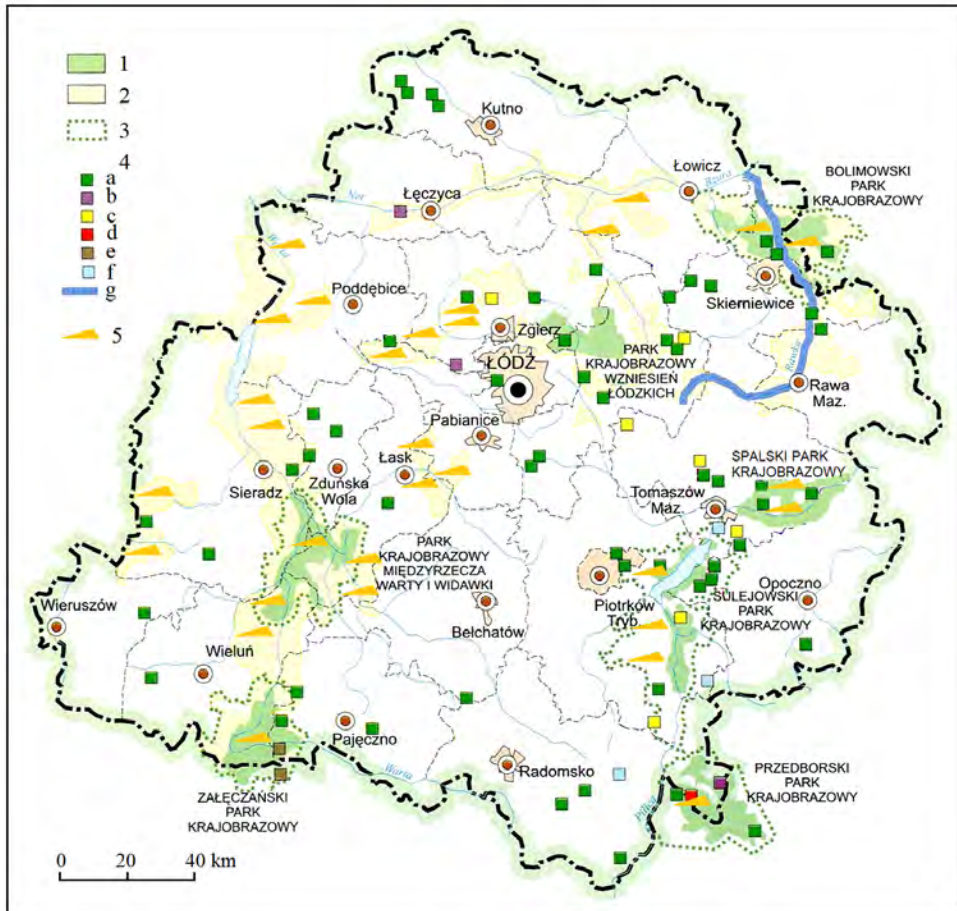
biskami potorfowymi jest rezerwatem przyrody. Cała jego powierzchnia wynosi 42,43 ha, a powierzchnia zalesiona – 13,42 ha. Celem ochrony jest zachowanie torfowiska wysokiego ze zróżnicowaną roślinnością. Najcenniejsze zbiorowisko roślinne w rezerwacie stanowi mszar torfowcowo-wielniankowy, który jednak jest w wielu miejscach wypierany przez roślinność szuwarową lub leśną. Rezerwat ten jest jednym z najciekawszych przyrodniczo miejsc w środkowej Polsce.

Rezerwat torfowiskowy Czarny Ług o powierzchni 2,5 ha w gminie Wolbórz utworzony w 1996 r. obejmuje torfowisko wysokie położone w zagłębieniu międzywydmowym, porośnięte mszarem z wielnianką pochwowatą, stanowisko bagnicy torfowej i turzycy bagiennej (Olaczek 2008).

Od lat projektowane są jeszcze inne rezerваты torfowiskowe sąsiadujące z wydmy, np. Kluki im. inż. Henryka Baksalerskiego (Dobroń, Mogilno), torfowiskowo-leśny, unikalny w regionie kompleks wydmy-torfowiskowy ze stanowiskiem roślin chronionych (Kurowski 2015). Gmina Dobroń zaplanowała utworzenie rezerwatu leśnego Rokitnica o powierzchni 10,5 ha, a ochroną ma być objęty ekosystem torfowiska wysokiego, przejściowego i oczek śródtorfowych z zespołem grzybieni północnych.

Parki krajobrazowe tworzone są w celu zachowania, popularyzacji i upowszechniania wartości przyrodniczych, historycznych i kulturowych obszarów, przy prowadzeniu racjonalnych zasad gospodarowania. Zajmują one większe powierzchnie i można w ich obrębie spotkać wydmy oraz torfowiska międzywydmowe, jednak reżim ochronny jest bardzo niski. Na obszarze województwa łódzkiego znajduje się siedem parków krajobrazowych, przy czym trzy z nich (Bolimowski, Przedborski i Załęczański) leżą częściowo poza jego granicami. Zajmują one 5,5% powierzchni województwa. Wydmy porośnięte lasem sosnowym są ważnym elementem przyrodniczym i krajobrazowym w pięciu parkach: Spalskim PK, Sulejowskim PK, Przedborskim PK, Międzyrzeczka Warty i Widawki oraz Bolimowskim PK. Najmniej istotne są w Parku Krajobrazowym Wzniesień Łódzkich i Załęczańskim PK (ryc. 53).

Przewodnym elementem Bolimowskiego PK (utworzonego w 1986 r.) są torfowiska, dolina Rawki i wydmy na wysoczyźnie. Dominują bory sosnowe, zarówno na obszarach zatorfionych, jak i suchych – wydmych. Ważny, ale ginący element stanowią też murawy napiaskowe (psammofilne lub szczotlichowe) na kwaśnych piaskach wydmych, które są ostoją gatunków chronionych i zagrożonych, np. rojnika pospolitego, kocanek piaskowych, chronionych porostów. Wybitnie światło- i piaskolubne, odgrywające ważną rolę w procesie utrwalania rozwiewanych piasków. Żyją one krótko, do 12 lat, i zajmują małe powierzchnie, głównie jako pasy osiagające od 1 do 5 m na brzegach monokultur sosnowych i dróg leśnych, polnych, asfaltowych lub w lukach suchych borów sosnowych (Czyżewska 2002). Murawy te zajmowane są czasem pod zabudowę rekreacyjną, np. w okolicach Dzierzgowia, Ziemiar i Bud Grabskich. Stanowiska suche i ubogie są w parku na ogół zajęte przez drzewostany odpowiadające warunkom siedliskowym (Chudzik 2002).



Ryc. 53. Udział wydm w różnych formach ochrony przyrody w województwie łódzkim
 1 – park krajobrazowy; 2 – obszar krajobrazu chronionego; 3 – strefa chroniona parku krajobrazowego;
 4 – rezerваты: a – leśne, b – inne biocenotyczne, c – florystyczne, d – faunistyczne, e – przyrody nieożywionej, f – krajobrazowe, g – wzdłuż rzeki;
 5 – wydmy w obrębie obszaru chronionego

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Raportu o stanie środowiska...* (2005).

Park Międzyrzecza Warty i Widawki utworzony został w 1989 r. w celu zachowania cennego krajobrazu zbiegu doliny Warty i Widawki oraz ochrony ważnego węzła hydrologicznego. Jednym z elementów przyrodniczych i krajobrazowych są lasy sosnowe na wydmach występujących głównie na terasach nadzalewowych. Przedborski Park Krajobrazowy (utworzony w 1988 r.) położony jest na pograniczu pasa wyżyn i nizin, dlatego dominującym elementem są ostańce wapienne i dolina Pilicy, a wydmy wymieniane są w zdecydowanie dalszej kolejności. Sulejowski

Park Krajobrazowy (utworzony w 1994 r.) chroni krajobraz środkowego odcinka doliny Pilicy, wspaniale kompleksy leśne będące pozostałością wielkiej Puszczy Pilickiej. Znaczna część tych lasów zajmuje powierzchnie piaszczyste, w tym wydmy. Spalski Park Krajobrazowy utworzony został w 1995 r. w trosce o zachowanie wartości przyrodniczych i krajobrazowych doliny Pilicy między Tomaszowem Mazowieckim a Roszkową Wolą. O charakterze parku decydowały i nadal decydują przede wszystkim lasy, w tym na wydmach. Zachowały się fragmenty puszczańskich drzewostanów dębowych i sosnowych liczące nawet ponad 200 lat (Kuta 2004).

Obszary chronionego krajobrazu stanowią blisko 10% powierzchni województwa, ale forma ta charakteryzuje się bardzo niskim reżimem ochrony. Wyróżniają się one elementami wartościowymi ze względu na możliwość zaspokajania potrzeb związanych z turystyką oraz wypoczynkiem, w tym przede wszystkim krajobrazem i zróżnicowaniem ekosystemów. W województwie łódzkim ustanowiono 10 obszarów objętych tą formą ochrony, dominują tereny związane z dolinami, ale w ich obrębie są także wydmy i sąsiadujące z nimi torfowiska (ryc. 53). Do obszarów, w obrębie których występują wydmy, można zaliczyć: OChK Śródkowej Grabi obejmujący okolice Łasku, Nadwarciański OChK, Puczniewski OChK położony niedaleko Poddębic i Aleksandrowa, OChK Doliny Widawki, który chroni głównie obszar doliny Widawki z wydmami, oraz Piliczański OChK pełniący, poza ochroną krajobrazu, także funkcje rekreacyjne i turystyczne.

Użytkami ekologicznymi są zasługujące na ochronę fragmenty ekosystemów mających znaczenie dla zachowania unikatowych zasobów genowych i typów środowisk. Na terenie województwa łódzkiego cenniejszym jest kompleks torfowiskowo-leśny Święte Ługi (położony na zachód od rzeki Pilsy) – ostoja faunistyczna i siedliskowa o powierzchni 134 ha (Kurowski i inni 2009). W skład użytku wchodzi dwa stawy, po ponad 50 ha każdy, które powstały jako zbiorniki potorfowe (Olaczek 1972, Stopczyński, Zajac 2013). W obu zbiornikach lustro wody zajmuje około 50% całej powierzchni, resztę porastają głównie szuwary oraz turzycowiska. Od północnej strony stawy otoczone są pasem wydm wznoszących się w niektórych miejscach do 20 m ponad poziom lustra wody. Porastają je bory świeże i suche. Chociaż torfowiska sąsiadują z pasem wydm, to są fragmentami dawnego koryta rzeki Widawki (Olaczek 1972).

Zespołami przyrodniczo-krajobrazowymi są fragmenty krajobrazu naturalnego lub kulturowego zasługujące na ochronę ze względu na ich wartości krajoznawcze, estetyczne, naukowo-dydaktyczne i inne. Ważnym zespołem są dwa śródleśne zespoły przyrodniczo-krajobrazowe: Dobroń i Mogilno. Pierwszy o powierzchni 221 ha objął ochroną kompleks śródleśnych wydm i towarzyszących im torfowisk w różnych fazach sukcesji. Występuje tu wiele cennych gatunków chronionych, m.in. rosiczka okrągłolistna, długosz królewski. Od 30 lat istnieje projekt utworzenia rezerwatu przyrody. W zespole przyrodniczo-krajobrazowym Mogilno o powierzchni 68,5 ha przedmiotem ochrony jest wyniosła wydma śródładowa z porastającym ją borem sosnowym (Kurowski i inni 2009).

Sieć ekologiczna Natura 2000 jest jednym z ważniejszych instrumentów realizacji polityki środowiskowej Unii Europejskiej. Jej celem jest przyczynianie się do zapewnienia różnorodności biologicznej poprzez ochronę siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory na europejskim terytorium państw członkowskich (*Dyrektywa Rady 92/43/EWG...* 1992). Nie jest to jednak system ścisłych rezerwatów, gdzie działalność człowieka jest wykluczona. Sieć Natura 2000 obejmuje obszary specjalnej ochrony ptaków (OSOP) i obszary specjalnej ochrony siedlisk (SOOS). W granicach województwa łódzkiego znalazło się pięć obszarów specjalnej ochrony ptaków, które zlokalizowane są w dolinach rzek i chronią przede wszystkim ptaki wodno-błotne (Kurowski i inni 2013). Tylko nieznaczny udział mają wydmy, głównie w Dolinie Środkowej Warty, w pasie od Uniejowa do ujścia Neru, i w Pradolinie Warszawsko-Berlińskiej (PLB100001), która obejmuje tylko dno doliny, zatorfione lub podmokłe. Lokalnie w obrębie dna występują małe wydmy, np. w okolicach Młogoszyna, Łąk Strugienickich, Bochenia. Brak tu większych kompleksów leśnych, pozostały jedynie niewielkie fragmenty łągów olszowych, a na wydmach – drągowiny sosnowe (faza drągowiny obejmuje lata życia drzewostanu od 35 do 50 lat).

W granicach województwa łódzkiego wyznaczono także 36 obszarów mających znaczenie dla Wspólnoty. Do leśnych siedlisk zaliczane są siedliska borów sosnowych reprezentowane przez dwa skrajnie odmienne pod względem wilgotności typy lasu: sosnowy bór bagienny i sosnowy bór chrobotkowy. Siedliska sosnowego boru bagiennego stwierdzono na dziewięciu obszarach związanych z dorzeczem Pilicy: Torfowiska Żytno–Ewina (PLH100030), Ostoja Przedborska, Dolina Środkowej Pilicy i inne, a sosnowy bór chrobotkowy – na pięciu, głównie napilickich ostojach. Obydwa siedliska przyrodnicze są zagrożone; pierwsze na skutek osuszania podłoża, a drugie w związku z naturalną sukcesją leśną (Kurowski i inni 2013).

W Lesie Witowskim występuje torfowisko z zanikającym potorfowym zbiornikiem wodnym, tzw. Silne Błota (PLH100032) – obszar obejmuje naturalne obniżenie terenu, w skład którego wchodzi wypłycony zbiornik wodny, kompleks łąk wilgotnych i świeżych oraz bagienny lasy na obrzeżu. Obiekt od strony północno-zachodniej graniczy z wałem wydmowym porośniętym borem sosnowym świeżym (ryc. 48). Prowadzone tu badania pozwoliły określić wiek wydmy, odtworzyć historię klimatu i roślinności od chwili ustąpienia lodowca z tego terenu oraz czas pojawienia się na wydmach ludzi wraz z ich kulturą, dlatego Witów jest jednym z najważniejszych stanowisk archeologicznych środkowej Polski.

Bardzo rzadko (na siedmiu stanowiskach) odnotowywane były wydmy śródlądowe z murawami napiaskowymi, w obrębie Załęczańskiego Łuku Warty (PHL100007) oraz Doliny Środkowej Pilicy (PLH100008) (Kurowski i inni 2013). Zespoły kserotermicznych muraw wydmy śródlądowych można określić jako „warunkowo prawie naturalne” (Buchwald, Engelhardt 1975). Łąki Ciebłowickie (PHL100035) obejmują fragment doliny Pilicy z meandrującym korytem,

starorzeczami i łąkami. Występują także wydmy śródlądowe z murawami napiaskowymi zajmującymi zaledwie 0,05% powierzchni obszaru (Zajac i inni 2013).

Na zachód od Głowna, w sąsiedztwie wału wydmych o długości 3,5 km, szerokości do 225 m i wysokości względnej 5–9 m, występują dwa stawy: Szczypiorniak i Kowaliki (PLH100033). Pierwotnie zbiorniki te były przedzielone groblami i stanowiły kompleks siedmiu stawów. Powstały prawdopodobnie w XIX w., w okresie lokalnego zainteresowania gospodarką rybacką. Stawy zasilane są wodami małego ciek i zajmują około 15 ha. Powierzchnia lustra wody jest mała, a resztę stanowią trzcinowiska, turzycowiska, szuwar pałkowy i zarośla wierzbowe (Stopczyński 2013).

Stawy oraz duże powierzchnie trzcinowisk oferują dogodne warunki bytowania gatunków wodno-błotnych, zwłaszcza ptaków. To dzięki nim ubogie suche środowisko wydmy zyskuje tak ważnego przyrodniczo sąsiada, jakim są torfowiska i stawy potorfowe.

Środkowa Polska należy do regionów o bardzo słabym zabagnieniu. Torfowiska i innego typu mokradła pokrywają nie więcej niż 2% powierzchni regionu, z czego ponad 75% jest zagospodarowane jako użytki zielone. Dlatego ochrona tych obszarów w sąsiedztwie wydmy jest tak ważna.

ZABUDOWA TURYSTYCZNA I REKREACYJNA PÓL WYDMOWYCH

Obszary równinne Polski Środkowej nie mają wielu naturalnych dóbr sprzyjających turystyce i rekreacji. Głównymi walorami są liczne sztuczne zbiorniki wodne w dolinach rzecznych oraz lasy, które zwykle porastają wydmy i pola eoliczne. Dlatego warto wskazać walory przyrodnicze wydm śródlądowych sprzyjające rekreacji i wypoczynkowi oraz osadnictwu turystycznemu w obrębie wydm i ich najbliższym otoczeniu w nizinnej części kraju.

5.1. Walory turystyczne i rekreacyjne obszarów wydm śródlądowych

Zwykle rzeźba terenu na obszarach nizinnych nie jest uznawana za znaczący walor rekreacyjny i turystyczny. Pagórki wydmore chociaż częściowo ją urozmaicają. Po wejściu do lasu można obserwować znaczne różnice wysokości na stosunkowo krótkich odcinkach, liczne powierzchnie stokowe o różnym nachyleniu. Dlatego rzeźba terenu w obrębie pól wydmore jest dużym walorem rekreacyjnym. Bez względu na kształt formy wydmore zawsze górują 10–20 m nad lokalnymi płaskimi obszarami. Takie wysokości względne w obszarach górskich czy wyżynnych można uznać za nieznaczne, jednak w terenie równinnym jest to wartość duża, tym bardziej że zwykle krótki, ale wysoki stok bezpośrednio góruje nad płaską powierzchnią. O tym, jak znacząca jest to wysokość w równinnym krajobrazie, świadczą nazwy niektórych wzniesień wydmore, np. Łysa Góra lub Łyse Góry, Biała Góra, Piaskowa Góra, Łysogóra, zawierające dwa najbardziej charakterystyczne elementy wydmy: duże wyniesienie względne i obecność białego kwarcowego piasku, z którego są zbudowane. W województwie łódzkim szczególnie często powtarza się nazwa Łysa Góra, co świadczy o wycięciu lasów na wydmach i ich odsłonięciu w pewnym okresie. Najwyższe wydmy śródlądowe na terenie województwa łódzkiego tylko sporadycznie osiągają 30 m wysokości względnej, a przeważnie mają do 20 m.

Najbardziej powszechnym typem wydmy śródlądowej w obrębie badanego terenu województwa łódzkiego jest wydma paraboliczna, która występuje pojedynczo albo w różnych połączeniach (ryc. 19). Wyrażna forma ze stromym stokiem i wysokim czołem jest ważnym walorem turystyczno-rekreacyjnym (ryc. 24, 52). Znaczne nachylenie stoków należy do jednych z ważniejszych urozmaiceń

rzeźby terenu. Dla celów rekreacyjnych bardziej przydatne są większe pola z zespołami wydym. Pojedyncze niskie formy występujące wśród obszarów rolniczych są obecnie pokryte lasem sosnowym i raczej nie mają większego znaczenia dla turystyki, ale urozmaicają krajobraz. Z kolei długie wały położone w środku rozległego lasu z sąsiadującymi często podmokłościami nie sprzyjają turystyce. Spacer grzbietem niskiego wału nie jest zbyt atrakcyjny – czasem turysta nawet nie zauważy kształtu formy wydymowej.

Do wyjątkowo urozmaiconych form należą wały wydymowe o przebiegu równoleżnikowym powstałe z połączenia kilku, w różnym stopniu przekształconych, wydym parabolicznych (ryc. 19, Z1–Z3). Poszczególne wydmy rozdzielają zagłębienia deflacyjne. Taki układ wydym oraz zmienne nachylenie zboczy zdecydowanie sprzyjają spacerom i wyprawom rowerowym. Trasa wędrówki (z zachodu na wschód) przez pas wydymowy jest urozmaicona, ale nie męcząca. Wchodzi się po łagodnym zboczu na około 20-metrowy grzbiet, a zbiega w dół po stoku o dość dużym nachyleniu. Wybranie tej trasy w kierunku odwrotnym zmusza do pokonania takiej samej wysokości, ale już po zboczu o spadku dochodzącym nierzadko do 25° , co wymaga większego wysiłku (ryc. 54). W regionie łódzkim dobrym terenem do takich spacerów są zespoły wydym położone między Teodorami i Rokitnicą (ryc. 24). Występuje tu duże urozmaicenie rzeźby terenu i roślinności. Sąsiedztwo tych wydym jest zajmowane przez zabudowę rekreacyjną. Mniej atrakcyjne są obszary, gdzie wydmy ułożone równoleżnikowo są znacznie od siebie oddalone, np. w międzyrzeczu Luciąży i Pilicy – stanowisko Podlubień (ryc. 24).



Ryc. 54. Ścieżka na zboczu ramienia wydmy

Źródło: S. Koboжек.

W niektórych miejscach występuje wyraźny, równoleżnikowo wyciągnięty, potężny wał piaszczysty, z którego wybiegają równolegle do siebie ramiona wydmy (ryc. 19, Z2 i Z3). Układ taki robi wrażenie szeregu parabol wydmyowych przesuujących się z zachodu na wschód, w pewnym momencie zrośniętych w jedną całość. Miejscami wały osiągają wysokości względne dochodzące do 20–30 m. Duże nagromadzenie takich wałów towarzyszy dolinie Pilsi, na północny zachód od rzeki. Są tu najwyższe formy eoliczne w terenie badań (ryc. 19, 24 stanowisko Zbyszek).

Dla turystyki i rekreacji najwartościowsze są tereny zwarte z dużym nagromadzeniem różnych form eolicznych: wyraźnych wydmy parabolicznych o dużych wysokościach względnych, wałów o różnym układzie ramion, zagłębień deflacyjnych oraz sztucznych zbiorników wodnych położonych w bezpośrednim sąsiedztwie wydmy (ryc. 55).



Ryc. 55. Sztuczny zbiornik wodny w sąsiedztwie zespołu wydmy, przykład w Rokitnicy

Źródło: S. Kobjek.

Ze względu na obecność zbiornika wodnego umożliwiającego kąpiele i zabawy w wodzie największe walory turystyczne posiada teren w okolicach Rokitnicy. W Głownie sztuczny zbiornik wodny zwany zalewem Mroźyczka sąsiaduje z polem piaszczystym i tworzy urokliwe połączenie (ryc. 56). Także w Tuszynie Lesie piaski na stoku wydmy tworzą plażę na brzegu sztucznego zbiornika (ryc. 57).



Ryc. 56. Pole piaszczyste sąsiadujące ze sztucznym zbiornikiem wodnym pełniącym funkcje rekreacyjne w Głownie

Źródło: S. Kobjek.



Ryc. 57. Plaża na brzegu sztucznego zbiornika wodnego utworzona na stoku wydmy w Tuszninie Lesie

Źródło: E. Kobjek.

Dla wypoczynku ważna jest także szata roślinna. Występuje wyraźne różnicowanie roślinności na wydmach i w nieckach deflacyjnych. Wydmy porasta las sosnowy o luźnym drzewostanie, ze słabo rozwiniętym podszyciem i ubogim runem z porostami, trawami i wrzosem. W obniżeniach międzywydmowych, gdzie poziom wód gruntowych odznacza się dużymi wahaniami, dominują lasy sosnowe i roślinność związana z silnym zakwaszeniem podłoża oraz okresowo

dużym uwilgotnieniem. Nie tylko sama wydma może być atrakcją turystyczną, ale również interesująca flora z wieloma gatunkami chronionymi, szczególnie w podmokłych zagłębieniach deflacyjnych. Urokliwe są kwitnące murawy, np. jasioniec piaskowy (ryc. 58). Od początku lata do późnej jesieni las jest miejscem zbioru grzybów.



Ryc. 58. Jasioniec piaskowy

Źródło: <https://atlas.roslin.pl/plant/7271> (dostęp: 21.09.2020).

Obszary leśne sprzyjają sylwaturystyce, której podstawą są: walory i atrakcje przyrody lasu (krajobraz leśny, zbiorowiska roślinne, ciekawe okazy drzew i innych roślin, fauna); walory estetyczne (obcowanie z naturą i jej pięknem); walory dydaktyczne, np. ścieżki edukacyjne (Cieszewska 2008, Szubert 2012). Lasy zaspokajają potrzeby w zakresie regeneracji organizmu (odpoczynek od codziennego zgiełku) oraz czynnego wypoczynku i rekreacji (spacery, biegi, jazda rowerem, przejażdżki konne, pozagospodarcze zbieranie owoców lasu). W sylwaturystykę wpisują się walory turystyczne obszarów wydmyowych, ponieważ przełamują monotonię krajobrazu leśnego (zarówno pod względem ukształtowania podłoża, jak i pod kątem przyrodniczym), urozmaicają szlaki turystyczne (piesze i rowerowe), a pokonywanie wydmy zmusza do większego wysiłku niż poruszanie się po płaskim terenie.

Wydmy porośnięte lasem sosnowym, sąsiadujące z urodzajnymi polami lub łąkami, tworzą duży kontrast krajobrazowy, co jest ważne ze względów turystycznych. Niezbyt zwarty drzewostan sprzyja wędrownikom i nie ogranicza zwykle mocno widoczności. Z grzbietów wydm porośniętych luźnym drzewostanem roztaczają się ładne widoki. Rosnące w skrajnie trudnych warunkach sosny tworzą niezwykle efektowne plenery. Poskręcane od wiatru pnie, korzenie wijące się po piasku stanowią wdzięczny obiekt do fotografii. Walory krajobrazowe są tutaj bardzo ważne. Na obszarach rolniczych w północnej części województwa łódzkiego lasy występują zwykle tylko na piaskach wydmowych, nawet jeżeli nie zachowała się wyraźna forma wydmy (ryc. 39). To one nadają uroku krajobrazom pradolinowym, a odcinki te są ważne dla tras rowerowych, np. w Łowickiem. W dnach pradolin użytkowanych rolniczo lasy zachowały się tylko na wydmach i to one są podstawą mozaikowości krajobrazu.

Jazda na rowerze po samych wydmach bywa trudna ze względu na bardzo piaszczyste drogi, ale dla osób lubiących jazdę sportową i wyczynową tego rodzaju podłoże jest ciekawym wyzwaniem. Miękkie, ale stabilne drogi dobrze nadają się z kolei do jazdy konnej. Luźna struktura i niezbyt gęsty podszyt sprawiają, że lasy iglaste to dobre miejsce do wędrowek na przełaj czy biegów na orientację.

Objęcie obszaru ochroną podnosi jego walory turystyczne, ale same wydmy i porastające je lasy sosnowe nie podlegają ścisłej ochronie jako mniej wartościowe przyrodniczo, o czym wspomniano już w rozdziale 4. Do głównych form ochrony w województwie łódzkim, w obrębie których występują wydmy śródlądowe i torfowiska międzywydmowe, należą rozległe powierzchniowo parki krajobrazowe utworzone ze względu na wartości przyrodniczo-krajobrazowe i historyczno-kulturowe, np. Bolimowski, Sulejowski, Spalski oraz Międzyrzecza Warty i Widawki (ryc. 53).

Najważniejszym walorem lasów sosnowych na suchym piaszczystym podłożu wydmowym, atrakcyjnym dla rekreacji, są korzystne warunki bioklimatyczne. Dodatkowo rośliny wydzielają fitoncydy, które mają silne działanie bakteriobójcze. Lasy są ujemnie zjonizowane, co wpływa korzystnie na samopoczucie. Bór sosnowy sprzyja uspokojeniu, działa leczniczo na drogi oddechowe, a przebywanie w nim powoduje obniżenie ciśnienia krwi (Kozuchowski 2005)⁵. Już w dwudziestoleciu międzywojennym na miejsca wypoczynkowe wybierano w regionie łódzkim głównie tereny wydmowe pokryte drzewostanem sosnowym ze względu na suchy i zdrowy klimat oraz na ilość światła słonecznego, większą niż w lasach liściastych, gdzie panuje półmrok i jest chłodniej. Podkreślano wówczas walory lasów na wydmach w Grotnikach i Tuszynie Lesie (Potęga 1956).

Wydmy śródlądowe występujące w środkowej Polsce, zbudowane z drobnych piasków i porośnięte lasami sosnowymi, mają duże walory turystyczne

⁵ Por. również <https://open.uj.edu.pl/mod/page/view.php?id=66> (dostęp: 17.07.2020).

związane z elementami środowiska przyrodniczego. Przydatność wydym dla turystyki wypoczynkowej określona jest przede wszystkim występowaniem walorów estetycznych krajobrazu oraz sprzyjającymi warunkami bioklimatycznymi. Walory widokowe w obrębie samej zalesionej wydmy są nieco mniejsze, ale wartości dodają występujące w sąsiedztwie formy sztuczne: zbiorniki wodne i torfowiska. Dodatkową atrakcją jest kontrastowość zalesionej wydmy z otaczającymi ją polami i łąkami. Duże, jak na tereny równinne, wysokości względne na krótkim odcinku wydmywnym czynią je wyjątkowo atrakcyjnymi dla wędrówek pieszych i rowerowych. Bezpośrednie otoczenie wydym jest dobrym miejscem dla lokalizacji budownictwa lotniskowego.

Coraz więcej mieszkańców ma wyszukane potrzeby poznawcze, a do dyscypliny turystyki kwalifikowanej należy turystyka geologiczna, zwana geoturystyką. Przyciąga ona ludzi zafascynowanych historią Ziemi, ukształtowaniem krajobrazu, skałami i skamieniałościami. Z 334 obiektów geoturystycznych wykazanych w regionie łódzkim tylko 11 związanych jest z wydmyami (*Obiekty geoturystyczne...* 2011). Najwięcej wyznaczono między Grabią i Pilsią oraz w międzyrzeczu Luciąży i Pilicy. W obrębie Wysoczyzny Łaskiej są to: Zborowskie, Teodory-Rokitnica i Tuszyn; w Kotlinie Szczercowskiej: Szyndzielów, Jawor (Luciejów, 209 m n.p.m.) i Marcelów (Święte Ługi); na Równinie Piotrkowskiej trzy użytki ekologiczne: Żerechowa, Tomawa, Bęczkowice; na Równinie Łowicko-Błońskiej tylko Karsznice, a w obrębie Równiny Kutnowskiej – Jarołów.

5.2. Lokalizacja zabudowy turystycznej

Zagospodarowanie turystyczne określa układ obiektów i urządzeń turystycznych, które stanowią wyposażenie danego terenu atrakcyjnego turystycznie. Wyróżnia się zwykle bazę noclegową, komunikacyjną, żywieniową i towarzyszącą (Lijewski i inni 2002, Kurek, Mika 2007). W dalszej części pracy analizowano jedynie bazę noclegową, czyli trzy formy kolonizacji turystycznej (kompleksy zabudowy lotniskowej, ogródków działkowych i ośrodków wypoczynkowych), które mają zasadnicze znaczenie dla turystyki na omawianym obszarze.

Rozwój zabudowy lotniskowej został zapoczątkowany w okresie międzywojennym, ponieważ uchwalono prawo pracy, które wprowadzało pojęcie urlopu wypoczynkowego (Pardała 2015). Kolejny okres rozwoju zabudowy lotniskowej i pracowniczych ogrodów działkowych miał miejsce w latach 60. i 70. XX w. Zjawisko drugich domów stanowi ważną część ruchu turystycznego w Polsce, a sprzyja rodzinnemu wypoczynkowi świąteczno-weekendowemu (Bieńkowski 2001, Bański, Stola 2002, Czarecki, Heffner 2008, Adamiak, Sołkowski 2012). Także obecnie rozwija się zabudowa lotniskowa i występuje zjawisko drugich domów.

Podobnie jak na terenie całego kraju, także w regionie łódzkim rozwój zabudowy letniskowej odbywał się w tym samym czasie i z podobnym natężeniem. Panująca na początku XX w. moda na zakładanie tzw. miast-ogrodów oraz bardzo złe warunki sanitarne w Łodzi i miastach włókienniczych aglomeracji stały się powodem parcelacji okolicznych terenów leśnych lub częściowo rolnych na cele rekreacyjne. W ten sposób powstały ośrodki letniskowe, m.in. Grotniki, Tuszyn Las, Sokolniki, Las Kolumna, Wiśniowa Góra. Uruchomienie połączenia kolejowego sprzyjało zabudowie letniskowej np. w Głownie (Potęga 1956). W połowie lat 60. XX w. ponownie nastąpił dynamiczny rozwój osiedli wypoczynkowych, głównie w strefie podmiejskiej Łodzi (Wiluś i inni 1999). Zaczęto powiększać powstałe wcześniej ośrodki, a także budować nowe, m.in. w Ldzaniu, Baryczy, Ostrowie, Rydzynkach, Bądzynie, Zofiówce, Ustroniu, Jedliczach, Emilii, Rosanowie. Strefa podmiejska Łodzi jest dziś miejscem wypoczynku dla kilkudziesięciu tysięcy mieszkańców miasta, a jej charakter, z typowo rolniczego, często zaniedbanego, zmienia się pod względem zarówno pełnionych funkcji, jak i architektury.

W regionie łódzkim największa koncentracja osiedli letniskowych występuje 30 km od Łodzi i jest związana z bliską lokalizacją względem miasta oraz w strefie 45–55 km, gdzie najważniejszym czynnikiem są walory przyrodnicze, takie jak duże kompleksy leśne, dolina Warty i zbiornik Jeziorsko. Do elementów przyrodniczych, które miały największy wpływ na wzrost ilości obiektów wypoczynkowych w pierwszej połowie XX w., należą lasy porastające suche obszary wydmowe. To one były i są miejscem wypoczynku ludności, służą głównie realizacji wypoczynku sobotnio-niedzielnego i wakacyjnego. Natomiast w drugiej połowie XX w. decydująca stała się obecność wód powierzchniowych. Na początku XX stulecia ważnym czynnikiem wspomagającym wzrost zabudowy wypoczynkowej była odległość od stałego miejsca zamieszkania, obecnie znacznie ważniejsze stały się walory przyrodnicze.

Analiza terenów kolonizacji turystycznej przedstawionej w różnych pracach (np. Potęga 1956, Wiluś i inni 1999, Makowska-Iskierka, Włodarczyk 2012, Krysiak 2014) i rozmieszczenia zalesionych wydm śródlądowych pozwala wnioskować o dużym ich znaczeniu w wyborze miejsca pod osadnictwo turystyczne. Od początku XX w. na miejsca wypoczynkowe wybierano głównie tereny porośnięte drzewostanem sosnowym ze względu na suchy i zdrowy klimat oraz większą ilość światła słonecznego niż w lasach liściastych, gdzie panuje półmrok i jest chłodniej. Czyli można wnioskować, że to obszary wydmowe sprzyjały kolonizacji letniskowej.

Jak już wcześniej wspomniano, kolonizacja turystyczna terenów wiejskich w regionie łódzkim zapoczątkowana została w okresie międzywojennym w Grotnikach i miejscowości Tuszyn Las, gdzie bogaci łódzcy przemysłowcy wznosili swoje wille. Obie te miejscowości kształtowane były według modelu Ebenezerza Howarda „miasta-ogrodu” czy „miasta-ogrodu jutra” (Ślōdczyk

2012). Osadnictwo turystyczne wiązało się z wydzielaniem działek i budową drugich domów (osadnictwo letniskowe), rozwojem obiektów związanych z wypoczynkiem zbiorowym, głównie ośrodków wypoczynkowych (zabudowa turystyczno-wypoczynkowa), oraz wytyczaniem ogródków działkowych.

Najbardziej znane miejscowości letniskowe położone są na północny zachód od Łodzi, w Lesie Grotnickim, czyli jednym z większych zwartych kompleksów leśnych na ziemi łódzkiej. Osiedla położone są głównie na terenie o podłożu żwirowo-piaszczystym, a krajobraz urozmaicają wydmy sięgające kilku metrów wysokości. Oczywiście przeważa tam sosna porastająca wydmy, tylko w miejscach podmokłych pojawiają się osiki i brzozy. Dominują wydmy paraboliczne, ale silnie przekształcone, o wysokościach względnych 5–6 m. Na powierzchni około 500 ha znajdują się bory sosnowe świeże i bory sosnowe z domieszką brzoź, dębów i grabów. Dobre warunki klimatyczne sprzyjały rozwojowi wsi letniskowo-wypoczynkowych (ryc. 59).



Ryc. 59. Ośrodek wypoczynkowy w obrębie pola wydmy w Grotnikach

Źródło: E. Kobojeł.

Najważniejszą z nich są Grotniki, które rozwijały się już od 1924 r. Na wydmach wśród drzew stoją stare domy letniskowe (wille) z okresu międzywojennego. Po drugiej wojnie światowej powstała tu znaczna liczba ośrodków kolonijnych i czasowych (Banasiak i inni 1988). W latach 50. XX w. założono ośrodek kolonijny dla dzieci. Poza lasem na wydmach na wypoczynek mają wpływ także mała rzeka Linda płynąca w malowniczej dolinie oraz stawy z plażami sprzyjające kąpielom. Ośrodek WOSiR urządzony został na stokach wydmy. Z końcem lat 80. XX w. w związku z przemianami ustrojowymi zmienił się częściowo charakter Grotnik. Zaczęły one pełnić funkcję „sypialni” dla mieszkańców aglomeracji

łódzkiej. Ubyło ośrodków wypoczynkowych (obecnie są tylko trzy), ale przybyło domków letniskowych. Także miejscowości leżące w sąsiedztwie Grotnik, w bezpośrednim otoczeniu wydm, pełnią funkcje wypoczynkowe, a w ich obrębie rozmieszczona jest zabudowa mieszkaniowa i letniskowa, np. w Sokolnikach i Rosanowie. Bezpośrednio z Lasem Grotnickim sąsiaduje Las Lućmierski – ponad 100-letni bór sosnowy z domieszką brzozy i pojedynczych dębów. Profil na rycinie 52 (Lućmierz) przedstawia wydnię wysuniętą najbardziej na wschód z całego pola piaszczystego, a jej czoło dobrze kontrastuje z płaskim terenem na przedpolu zajęтым przez pola uprawne. Miejscami w bliskim sąsiedztwie wydmy występuje zabudowa wiejska i coraz częściej – letniskowa (ryc. 52, Chrośno).

W okresie międzywojennym zabudowa letniskowa powstawała także w zachodniej, zbudowanej z osadów piaszczystych, części Głowna. Drewniane domy o charakterystycznej architekturze pozostały do obecnych czasów, a występują wśród lasów sosnowych. Dodatkowo utworzenie na Mrodzie zalewu Mroźyczka w drugiej połowie XX w. sprzyja rekreacji i wypoczynkowi. Od południa i częściowo wschodu oraz zachodu zbiornik sąsiaduje z obszarami wydmowymi, dzięki czemu możliwe było utworzenie naturalnej piaszczystej plaży (ryc. 60). W sąsiedztwie zbiornika u podnóża wydmy powstały w ostatnich latach nowe domy letniskowe.



Ryc. 60. Piaszczysta plaża i molo na brzegu sztucznego zbiornika wodnego w Głownie

Źródło: S. Koboжек.

Miejsce lokalizacji zabudowy letniskowej czy ośrodków wypoczynkowych zależy od wielkości powierzchni zajętej przez wydmy, ich wysokości i ogólnie urozmaicenia rzeźby. Należy podkreślić, że wszystkie wydmy w obrębie województwa są pokryte lasem, co jest zgodne z roślinnością potencjalną. Na rycinie 52 przedstawiono profile hipsometryczne wybranych wydm (zawsze w układzie równoleż-

nikowym), postępując od północy na południe województwa, oraz sposoby obecnego użytkowania i zagospodarowania terenu. Na tle całego zestawienia wyraźnie wyróżniają się dwa profile: Tuszyn Las i Rąbień AB, położone w bezpośrednim sąsiedztwie Łodzi. W tych przypadkach zalesione wydmy paraboliczne są otoczone przez zabudowę, ale przyczyny tego stanu rzeczy są odmienne.

Na zachód od Tuszyna występuje las sosnowy porastający wydmy o względnej wysokości 10–15 m. Już w latach 1921–1928 wśród lasów powstało sanatorium przeciwgruźlicze i osiedle letniskowe Tuszyn Las (Krzemiński 1972, Makowska-Iskierka, Włodarczyk 2012). Połączenie tramwajowe z Łodzią w okresie międzywojennym przyspieszyło proces przekształcenia się Tuszyna w miejscowość wypoczynkową. Do tej pory wille z okresu międzywojennego wyróżniają się w krajobrazie (ryc. 61), a osiedle od północy, zachodu i południa ograniczają lasy porastające głównie wydmy. W samym środku osiedla położone jest ramię wydmy o szerokości około 170 m zajęte przez las-park. Cały teren wokół wydmy, a częściowo najniższe partie stoku, jest zabudowany. Dawna miejscowość Poddębina, obecnie osiedle w Tuszynie, już od wielu dziesiątków lat jest letniskiem z licznymi ośrodkami wczasowymi, głównie weekendowymi. W ostatnich latach utworzono tutaj centrum rehabilitacyjno-opiekuńcze. Jest ono zlokalizowane na niższej, złagodzonej wydmie. We wschodniej części osiedla, u podnóża wydmy ukształtowano zbiornik wodny (staw Młynek) z piaszczystą plażą (ryc. 57). Jest to letnie kąpielisko.

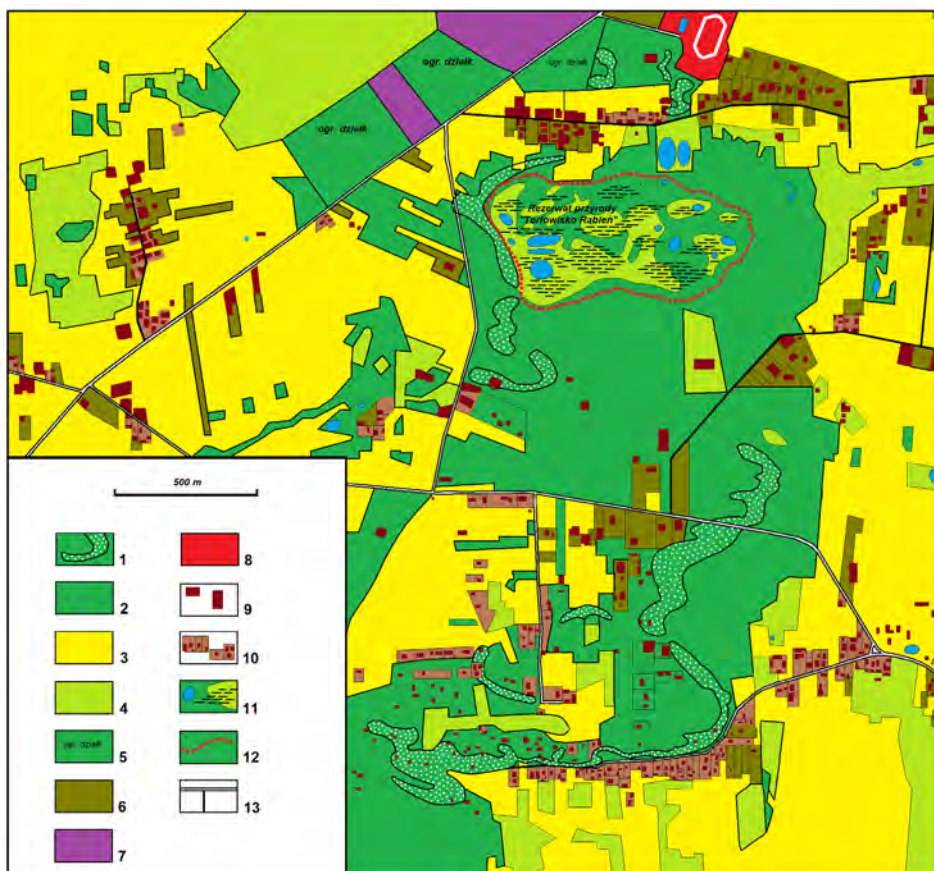


Ryc. 61. Willa z okresu międzywojennego w Tuszynie Lesie

Źródło: https://canna.pl/tuszyn/index.php?page=historia_ogrod (dostęp: 27.09.2020).

Kolejnym przykładem, gdzie wydma położona wśród zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej stanowi miejsce codziennych spacerów i wycieczek

rowerowych, jest Rąbień AB, położony na południe od Aleksandrowa Łódzkiego (ryc. 52, Rąbień AB). Początkowo w Rąbieniu powstawała głównie zabudowa letniskowa (ryc. 62). Proces suburbanizacji spowodował intensywny rozwój zabudowy mieszkaniowej, która obecnie coraz silniej otacza wydmę, a miejscami zajmuje nawet jej stoki. Zalesiona wydma oraz torfowisko wysokie objęte ochroną rezerwatową są poddawane w tym przypadku bardzo dużej antropopresji.



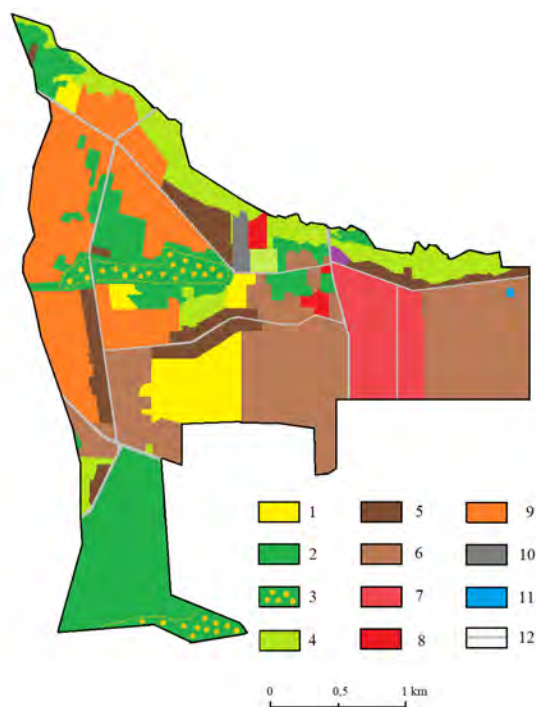
Ryc. 62. Użytkowanie terenu i zagospodarowanie zespołu wydm w Rąbieniu, w strefie podmiejskiej między Łodzią i Aleksandrowem Łódzkim

- 1 – formy wydmowe; 2 – lasy; 3 – pola uprawne; 4 – łąki i pastwiska; 5 – tereny rodzinnych ogrodów działkowych; 6 – sady i ogrody; 7 – tereny przemysłowe; 8 – tereny sportowo-rekreacyjne; 9 – budynki mieszkalne i letniskowe; 10 – zabudowa zagrodowa; 11 – tereny podmokłe: torfowiska oraz zbiorniki wodne (w tym doły torfowe); 12 – granica rezerwatu przyrody Torfowisko Rąbień; 13 – drogi główne i boczne

Źródło: opracowanie własne.

Rezerwat położony jest blisko dużego miasta, co czyni go atrakcyjnym pod względem turystycznym. W bezpośrednim sąsiedztwie rezerwatu powstaje zabudowa na działkach rekreacyjnych służących głównie mieszkańcom Łodzi w okresie wiosenno-letnim. Niestety coraz bliżej granic rezerwatu budowane są domy całoroczne, co jest już zagrożeniem dla jego wartości.

O dużym znaczeniu piaszczystych obszarów wydmyowych dla zabudowy letniskowej i rekreacyjnej w sąsiedztwie Aleksandrowa Łódzkiego świadczy także przeznaczenie rozległych obszarów wokół nawet niskich wydm pod tego typu zabudowę w dokumentach planistycznych, np. w sołectwie Ruda-Bugaj położonym na północny zachód od Aleksandrowa Łódzkiego (ryc. 63). Wydma ma zaledwie do 5 m wysokości, a las porasta nie tylko ją, ale także bezpośrednio sąsiadujące obszary podmokłe.



Ryc. 63. Tereny zabudowy jednorodzinnej i rekreacyjnej w sąsiedztwie wydmy w sołectwie Ruda-Bugaj

- 1 – tereny rolne; 2 – tereny leśne; 3 – zasięg niskiej wydmy, zalesionej; 4 – teren łąk;
 5 – zabudowa zagrodowa; 6 – zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna; 7 – zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna i zabudowa usługowa; 8 – zabudowa usługowa;
 9 – zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, rekreacji indywidualnej i agroturystyka;
 10 – teren oczyszczalni ścieków; 11 – tereny wód powierzchniowych; 12 – główne drogi

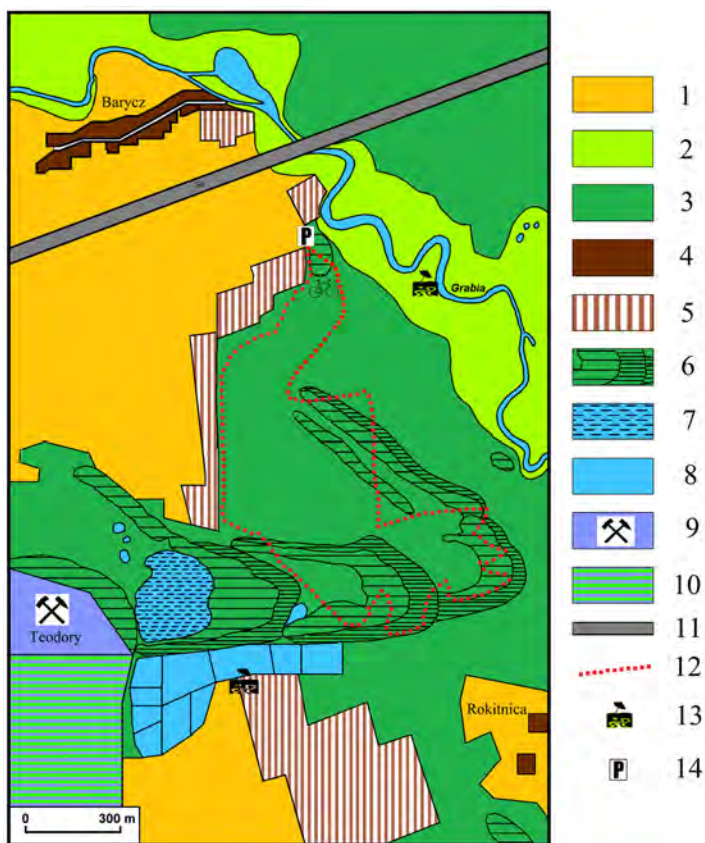
Źródło: na podstawie http://aleksandrow-lodzki.pl/strona-108-Zagospodarowanie_przestrzenne.html (dostęp: 17.06.2020).

Kolejny duży obszar z wysokimi wydmiami występuje na południowy zachód od Łodzi, pomiędzy Chechłem i Dobroniem. Zespół wydym ciągnie się od Dobronia po Dłutów na południu i wyróżnia się wśród pól uprawnych ostro zarysowaną granicą młodego lasu sosnowego z jałowcami i wrzosowiskami. Wieś Dobroń otoczona jest lasami porastającymi wydmy paraboliczne (ryc. 52, Dobroń). Gmina nazywana jest „zieloną” ze względu na wsie letniskowe, np. Ldzań, Barycz i Hutę Dłutowską, otoczone rozległymi lasami sosnowymi na wydmach. Około 3 km na południowy wschód od Dłutowa, u podnóża równoleżnikowego pasa wydmowego o wysokości 6 m, zalesionego, położonego wśród pól położone są ogródki działkowe w Niwach Jutroszewskich.

Na zachód od Dobronia położona jest Kolumna, najpopularniejsza miejscowość letniskowa od czasów międzywojennych. Obecnie znajduje się w granicach administracyjnych Łasku. W tym przypadku powierzchnia zbudowana jest głównie z piasków i żwirów sandrowych, tylko w niewielkim stopniu pokryta niskimi wydmiami. To piaszczyste podłoże porastają głównie bory sosnowe rozparcelowane w latach 20. XX w. pod osadę willową. Jednak na południe od Kolumny występuje szczególnie cenny obszar rekreacyjny i wypoczynkowy dla mieszkańców Łodzi i Pabianic związany z wydmiami, a są to okolice miejscowości Teodory i Rokitnica (ryc. 52, Rokitnica). Występuje tu zespół wydym parabolicznych połączonych ramionami (ryc. 19, Z1), z którymi od południa sąsiaduje sztuczny zbiornik wodny zagospodarowany dla potrzeb sportów wodnych i wędkarstwa (ryc. 55), a wschodnią granicę stanowi malownicza i czysta rzeka Grabia. Wydmy mają wyraźne asymetryczne kształty o wysokości względnej 10–20 m. W zachodniej części pola wydmowego prowadzona jest eksploatacja piasków, co pozwala poznać budowę wewnętrzną form. Zespół wydmy otoczony jest od północy i południa działkami letniskowymi (ryc. 64), których w okolicznych miejscowościach jest już więcej niż zabudowy zagrodowej. Przykładowo w Rokitnicy Wsi jest 50 zagród i ponad 600 działek letniskowych. Dodatkowym cennym elementem jest sztuczny zbiornik wodny sprzyjający kąpielom słonecznym, wodnym i wędkowaniu. Należy podkreślić, że sąsiedztwo wysokiej zalesionej wydmy i sztucznego zbiornika wodnego lub czystej meandrującej rzeki jest najlepszym połączeniem dla potrzeb rekreacyjnych. Miejsce to chętnie odwiedzają także miłośnicy jazdy na rowerze górskim. Zespół wydmy położony między wsiami Teodory, Rokitnica i Barycz należy do ciekawszych przyrodniczo i wyjątkowo atrakcyjnych dla rekreacji i wypoczynku miejsc w okolicach Łodzi. Przez północne ramię wydmy w kierunku zachód–wschód przebiega szlak pieszy zwany Szlakiem Pabianickim. Wydmy wykorzystywane są jako etap rajdu samochodów terenowych znanego jako Łaskie Wydmy. Impreza odbywa się we wrześniu i skupia rzeszę fanów interesujących się tą dziedziną sportu.

Do obszarów ważnych ze względu na zabudowę letniskową należą tereny położone na północ od górnego odcinka rzeki Grabi. W gminie Drużbice, na wysoczyźnie zbudowanej z gliny zwałowej występuje także wiele klasycznych dużych wydym

parabolicznych, np. w Wadlewie (Góra Wadlewska) i w okolicach Rawicza (góra Krzemieniec). Pomiędzy pagórkami wydmyowymi występują zwykle podmokłe pastwiska lub łąki. Teren ten także jest wykorzystywany do celów rekreacyjnych już od połowy XX w. Szczególnie znany jest Wadlew z dominującą wydumą paraboliczną o wysokości względnej do 7,5 m. U jej podnóża i częściowo na jej ramieniu występuje zabudowa wsi, ale także zabudowa letniskowa. Zabudowa zlokalizowana jest także w zagłębieniu deflacyjnym, na zachód od szerokiego rozwianego czoła wydmy. Na południe od Wadlewa, tuż pod powierzchnią znajdują się margle kredowe, które można obejrzeć w małym kamieniołomie w Zwierzyńcu.

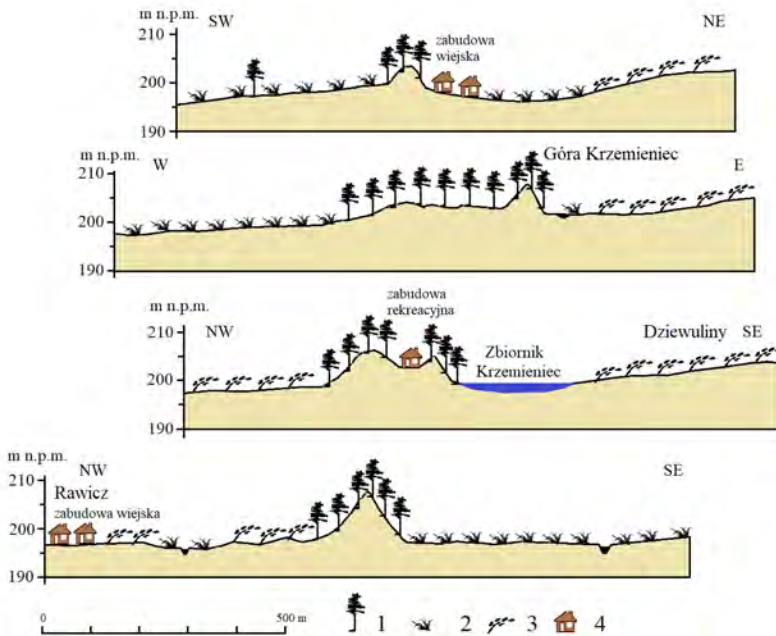


Ryc. 64. Zespół wydym między wsiami Teodory, Rokitnica i Barycz oraz sposób zagospodarowania ich sąsiedztwa

- 1 – grunty orne; 2 – łąki; 3 – lasy; 4 – zabudowa wsi; 5 – zabudowa letniskowa;
 6 – zasięg wydym śródlądowych; 7 – torfowisko w zagłębieniu deflacyjnym; 8 – sztuczny zbiornik wodny; 9 – kopalnia piasku; 10 – zrehabilitowane tereny pokopalniane;
 11 – droga S8; 12 – szlak rowerowy; 13 – plaża; 14 – parking

Źródło: opracowanie własne.

Druga na tym obszarze parabola o wysokości 5–7 m nazwana jest górą Krzemieniec (ryc. 65). Czoło wydmy jest częściowo rozwiane i dosyć szerokie, dlatego dogodnie do posadowienia ośrodka wypoczynkowego. Na wschód od dawnego ośrodka, u podnóża wydmy, wykopano zbiornik wodny, który był kąpieliskiem z piaszczystą plażą. Obecnie jest to staw hodowlany. Całe wzniesienie wydmy nadal jest pokryte lasem, a zabudowa wsi znajduje się u podnóża północnego fragmentu ramienia wydmy oraz w części zachodniej obszaru, już poza zasięgiem zagłębienia deflacyjnego.



Ryc. 65. Zagospodarowanie wydmy i jej najbliższego otoczenia w okolicach Rawicza i Dziewulin

1 – las sosnowy; 2 – łąka; 3 – pole; 4 – zabudowa

Źródło: opracowanie własne.

Największe pola wydymowe w województwie łódzkim występują w Kotlinie Szczercowskiej, w dorzeczu Widawki i jej dopływu Pilski (np. ryc. 19, Z2 i Z3), a urozmaiconą rzeźbę przedstawia profil Zbyszek (ryc. 24). Jeszcze w latach 60. XX w. wiele terenów wokół wydym było w użytkowaniu rolniczym, dopiero w latach późniejszych z dużym trudem zostały zalesione. Zwykle zabudowa małych wsi sięga do skraju wału wydymowego. Niektóre z tych wsi były miejscem kolonii letnich dzieci już w latach 60. XX w. (np. Podlesie, Wola Pszczółlecka), a obecnie powstają tu liczne domy letniskowe. Największy wał piaszczysty, utworzony

przez połączone południowymi ramionami parabole, towarzyszy od północnego zachodu dolinie Pilsni (ryc. 19, Z3). Powierzchnia ma urozmaiconą rzeźbę terenu z wysokościami względnymi 14–30 m. U podnóża wału występuje kompleks bagien i torfowisk ze śródleśnymi stawami, zwany Święte Ługi, który jest ostoją ptactwa wodnego i stanowi jedno z najciekawszych pod względem przyrodniczym miejsc Szczercowskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu.

We wschodniej części Zelowa nad Pilsnią występuje zalesione pole wydmy z formami o wysokości do 5–10 m. Na najwyższej z nich wybudowano stanicę. Schodząca do koryta wydmy umożliwiła ukształtowanie plaży i kąpieliska.

Las na wydmach i sztuczny zbiornik wodny Słok na Widawce w Wawrzekowiznie także są elementami przyciągającymi zabudowę letniskową. Wydma o długości 2 km, czołem o wysokości 12 m dochodzi do zbiornika od zachodu. Od południa towarzyszą jej jeszcze dwie niższe (5 m wysokości) formy.

Kolejny duży obszar piaszczysty i wydmy porośnięty lasem przydatny dla rekreacji i zabudowy letniskowej występuje w międzyrzeczu Luciąży i Pilicy. Jest to teren zajęty przez wydmy o różnych kształtach z przewagą parabolicznych oraz rozdzielające je torfowiska i mokradła (ryc. 24, Podlubień). Przeważają oczywiście bory sosnowe z porostami i wrzosem na ubogich piaszczystych glebach. Rozległy obszar suchych lasów stwarza znakomite warunki wypoczynkowe, dlatego wokół wydmy rozlokowane są wsie letniskowe z ośrodkami kolonijno-wypoczynkowymi. Tuż przy ujściu Luciąży do Pilicy występują dwie miejscowości letniskowe: na północ od rzeki wieś Przyglów, a na południe – Włodzimierzów. Głównym walorem jest oczywiście woda, ale także lasy sosnowe w bliskim sąsiedztwie. Już w latach 60. XX w. we Włodzimierzowie był ośrodek kolonijno-wypoczynkowy, stacja harcerska nad Luciążą oraz sanatorium przeciwgruźlicze. Im bardziej na południe od ujścia Luciąży, tym więcej występuje wydmy, lasów i oczywiście wsi letniskowych. Poczynając od Włodzimierzowa, poprzez okolice Łączna, Lubienia, po Ręczno, ciągną się prawie nieprzerwanie lasy, głównie ubogie bory sosnowe z porostami i wrzosem, w miejscach obniżonych mające tendencję do zabagnień. W okolicach Ręczna dominującym elementem rzeźby jest jednak ostaniec góry Czartoria, z którym sąsiadują wydmy. Rozległy obszar suchych borów sosnowych stwarza znakomite warunki wypoczynkowe. Do wsi letniskowych należą tutaj m.in. Łączno, Podlubień, Karolinów, Tomawa. Na południe od Ręczna wznosi się kolejny ostaniec wapienny Bąkowej Góry, który od zachodu i północy przykryty jest piaskami eolicznymi. Są to obszary zalesione, a Bąkowa Góra od lat jest wsią letniskową.

Głównym walorem turystycznym środkowej części doliny Pilicy w województwie łódzkim jest Zbiornik Sulejowski. Akwen ten niewątpliwie wzbogacił znane już wcześniej walory turystyczno-wypoczynkowe, a nawet lecznicze obszaru. Lasy otaczające zbiornik szczególnie od zachodu zachowały się na polach wydmych. Występują tutaj niewielkie wsie wśród sosnowych borów, ciche i ustronne miejsca wypoczynkowe, np. Borki i Bronisławów.

Najcenniejszy obszar przyrodniczy w sąsiedztwie doliny Pilicy stanowią Lasy Spalskie, które są częścią rozległego i dość zwartej obszaru leśnego zwanego Puszcza Pilicką. Spała i jej okolice należą do ważnych miejsc wypoczynkowych już od ponad 130 lat. W latach 80. XIX w. wybudowano w Spale pałacyk myśliwski dla cara Aleksandra III, a w okresie międzywojennym miejscowość była letnią rezydencją prezydentów Rzeczypospolitej (Olaczek 1972). Obecnie Spała jest dużym centrum wczasowym oraz siedzibą znakomicie wyposażonego Centralnego Ośrodka Przygotowań Olimpijskich. O ogromnej wartości wypoczynkowej tego terenu decyduje nie tylko urokliwa dolina Pilicy, ale także Lasy Spalskie. W dolinie przeważają lasy liściaste, ale na wysoczyźnie panującym drzewostanem są bory suche i świeże, w tym także na polach wydmy. Charakterystycznym rysem przyrody leśnej okolic Spały są słynne masztowe sosny spalskie, osiągające wysokość do 30 m, o prostych, gładkich, mało zbieżystych pniach, liczące po 200 lat. Dominują jednak monokultury sosnowe, które są śladem gigantycznych zrębów niemieckich z pierwszej wojny światowej zalesionych w okresie międzywojennym, np. w Żądłowicach.

Między Tomaszowem Mazowieckim a Koluszkami występuje pas lasów o zmiennej szerokości zajmujący głównie pola wydmy i obszary wilgotne. W połowie odległości między tymi miastami, na skraju suchych lasów położone są wsie letniskowe Budziszewice i Wykno.

W sąsiedztwie doliny Warty jest mniej wsi letniskowych związanych z lasami na wydmach. Na odcinku od Siedlątkowa po Księżę Młyny zgromadzona jest zabudowa letniskowa wzdłuż Warty, ale sąsiaduje ona bezpośrednio także z lasami na wydmach. Są to jednak niskie (do 5 m) pagórki powstałe w wyniku rozwiania wydm. Ciekawy jest tutaj przykład wału piaszczystego ciągnącego się od miejscowości Hilarów po Łębno. Wał osiąga 7–8 m wysokości i porośnięty jest lasem. Działki letniskowe rozpoczynające się w Siedlątkowie, przy zaporze zbiornika Jeziorsko, sięgają już po las na wydmy w Łębnie.

Duże zwarte kompleksy leśne porastające wysokie wydmy występują także w międzyrzeczu Warty, Pysznej i Oleśnicy. Szczególnie okazałe wydmy i torfowiska położone są w pobliżu Szynkielowa – wsi letniskowej.

W północnej części województwa, na obszarze Równiny Łowicko-Błońskiej zachowały się dwa zwarte kompleksy leśne, w obrębie których są wydmy, jednak nie należą one do elementów dominujących. Większym z kompleksów jest Puszcza Bolimowska będąca w zasięgu silnej penetracji rekreacyjnej mieszkańców Skierniewic, ale także Warszawy i Łodzi. Masowy letni weekendowy ruch turystyczny, związany z użytkowaniem działek rekreacyjnych, koncentruje się obecnie w rejonie takich wsi, jak Joachimów-Mogily, Ziemiary, Budy Grabskie i Ruda. Jednak miejscowością, w obrębie której intensywna zabudowa letniskowa zajmuje niskie pola wydmy, są Budy Grabskie położone na północny wschód od Skierniewic. Główna część wsi znajduje się na terenie nadzalewowej, w dnie doliny Rawki, ale zabudowa letniskowa wkroczyła w XXI w. na wysoczyznę nadbudowaną przez ni-

skie (do 5 m) wydmy. Nowa zabudowa rekreacyjna powstaje głównie na suchych murawach i nieużytkach. Zjawiskiem obserwowanym w ostatnich latach jest adaptacja części domów letnich do użytkowania całorocznego.

Drugim dużym kompleksem leśnym w obrębie północnej części województwa łódzkiego, położonym wśród obszarów rolniczych, jest Las Stanisławów (ryc. 52). Przez jego środek biegnie z północy na południe długi, ale niezbyt wysoki wał wydmy (ryc. 19, W3), otoczony przez tereny podmokłe. Wał i jego otoczenie porasta bór sosnowy z borówką czernicą, przeważnie średnich klas wiekowych. W 1918 r. w północnej części tego wału, czyli na obszarze suchym, został wybudowany dwór nazywany od swojego położenia Leśnym Dworem⁶. W latach 60. XX w. dworek był miejscem kolonii letnich dla łódzkich dzieci, a od lat 70. do chwili obecnej we dworze ma swoją siedzibę Oddział Fizjoterapii i Rehabilitacji Zespołu Opieki Zdrowotnej w Łowiczu (ryc. 66). Na południe od tego dworku, także na wydmie, położona jest leśniczówka.



Ryc. 66. Dwór Stanisławów położony na wydmie

Źródło: <http://www.polskiezabytki.pl/m/obiekt/2314/stanislawow/> (dostęp: 25.09.2020).

Z przedstawionego materiału wynika, że duże powierzchniowo lasy na polach wydmych już od okresu międzywojennego przyciągały zabudowę letniskową. Ważna była także bliskość do stałego miejsca zamieszkania, dlatego rozwinęła się w strefach podmiejskich, zwykle do 30 km. W przypadku województwa łódzkiego tym głównym miastem była Łódź. W latach 70. XX w. także domy letniskowe i działki pracownicze powstawały w sąsiedztwie lasów na obszarach

⁶ Por. <http://www.polskiezabytki.pl/m/obiekt/2314/stanislawow/> (dostęp: 25.09.2020).

piaszczystych, zwykle wydmych. To w tym czasie rozpoczęto zalesianie nieurodzajnych piaszczystych gleb na polach wydmych. Także obecnie na obszarach tych rozwija się nowa zabudowa letniskowa. Często domki położone są u podnóża wydmy, wśród drzew, czyli zabudowa jest mniej inwazyjna. Na działkach brakuje roślinności typu użytkowego, a nawet ozdobnych kwiatów.

Obecnie zaobserwować można jeszcze inną tendencję. Zabudowa powstaje na terenach peryferyjnych o rozproszonym osadnictwie na obszarach wiejskich. Na terenach rolniczych o słabszych glebach obserwowany jest odwrót użytkowania rolniczego. Równocześnie nastąpił wzrost zainteresowania wypoczynkiem w środowisku o większym stopniu naturalności. Domy zabudowy letniskowej (użytkowane sezonowo) występują przede wszystkim na obszarach ubogich, dobrze przepuszczalnych siedliskach, na piaskach i żwirach wodnolodowcowych oraz piaskach eolicznych. Ich rolnicze wykorzystanie nie jest efektywne.

WRAŻLIWOŚĆ EKOSYSTEMÓW PIASZCZYSTYCH W WARUNKACH ZMIAN KLIMATU I ANTROPOPRESJI

Wydmny 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 las sosnowy są nieaktywne. Należy uznać ustabilizowanie wydm śródlądowych przez las za sytuację pożądaną. Wielokrotnie już udokumentowano w czasach historycznych lokalne uruchomienie procesów eolicznych, wskazując kilka tego przyczyn. Szczególnie obecnie w niestabilnych warunkach klimatycznych związanych z globalnym ociepleniem warto zastanowić się nad wrażliwością tego specyficznego ekosystemu i wskazać zagrożenia oraz najlepsze formy użytkowania.

6.1. Przyczyny ożywienia procesów eolicznych w czasach historycznych

W celu prognozowania losów ekosystemów wydmowych należy wskazać przyczyny ożywienia procesów eolicznych w ciągu ostatniego tysiąclecia. W tym historycznym czasie okresy suchsze przeplatały się z wilgotniejszymi, a na to nakładała się różnorodna działalność człowieka. Chociaż lokalna resedymantacja piasków w Europie Zachodniej i Środkowej występowała od neolitu, to jednak jej intensyfikacja miała miejsce po 950 r. n.e., a korelowana jest z szybką ekspansją rolnictwa, wypasem i wypalaniem wrzosowisk, kształtowaniem dróg itp. (Kobendza, Kobendza 1958, Nowaczyk 1986a, Castel i inni 1989, Twardy 2008, Koster 2009).

Wskazywane są trzy główne przyczyny ożywienia procesów eolicznych w czasach historycznych:

- wycięcie lasów dla potrzeb gospodarczych;
- pożary lasów na wydmach uwarunkowane naturalnie lub antropogenicznie;
- obniżenie poziomu wód gruntowych uwarunkowane naturalnie lub antropogenicznie.

Podstawową przyczyną uruchomienia resedymantacji piasków wydmowych było usunięcie roślinności przez człowieka. Wycięcie lasów, czyli odsłonięcie powierzchni zbudowanej z luźnych piasków, stało się przyczyną ożywienia

procesów eolicznych. Z badań przeprowadzonych w Holandii w drugiej połowie XX w. wynika, że usunięcie lasu z ponad 40% powierzchni wydmy powoduje ożywienie procesów eolicznych i resedymację piasków (Riksen 2006, Koster 2009). Wylesienie wydm miało różne przyczyny i odbywało się ze zmienną intensywnością w poszczególnych wiekach. Jedną z takich przyczyn było zajmowanie ich powierzchni przez pola już od średniowiecza, a szczególnie dużo wydm zaorano podczas tzw. głodu ziemi na przełomie XIX i XX w. Dlatego na początku XX stulecia odnotowano wiele przykładów przemieszczania się wydmy i zasypywania np. sąsiednich pól, łąk, lasów, a nawet zabudowań jeszcze w połowie XX w. (Kossmann 1930, Krajewski 1977, Twardy 2008).

Podczas działań w trakcie pierwszej wojny światowej wylesiono wiele wydm, np. w Puszczy Kampinoskiej, z przeznaczeniem terenu pod stanowiska obronne, co spowodowało ożywienie procesów eolicznych. Usunięcie resztek roślinności doprowadziło do całkowitego uruchomienia piasków wydmowych, które przenoszone przez wiatr zasypywały sąsiednie pola i zabudowania. Procesy takie miały miejsce jeszcze w latach 50. XX w. W okolicach Kamiona, na lewym brzegu Bzury, duża wydma paraboliczna przesuwiała się średnio 75 cm na rok w okresie 1915–1958 (Kobendza, Kobendza 1958, Kobendza 1966). Po drugiej wojnie światowej znaczna część lotnych piasków została obsadzona wierzbą kaspijską, częściowo sosną i brzozą. W okolicach Aleksandrowa Łódzkiego na początku XX w., po wycięciu drzew pole piasków przemieszczało się z prędkością 1 m na rok (Kossmann 1930). Mniejsze lub większe zespoły wydm wskutek wylesienia przeradzały się w pola piasków podlegających rozwiewaniu w suchszych porach roku jeszcze w połowie XX w. na całym Niżu Polskim (Barbag, Dylkowa 1968). W niektórych przypadkach rozwiewanie wydm na Mazowszu i Kujawach zachodziło na tak dużą skalę, że tereny miejscami przypominały miniaturowe pustynie (ryc. 67). Jednak powstające wówczas formy były co najmniej o rząd wielkości mniejsze od typowych dla regionu łódzkiego późnovistuliańskich wydm parabolicznych i łukowo-parabolicznych, posiadały także nieregularne kształty. Reprezentowały jedynie początkowe – embrionalne – stadium rozwojowe i cechowały się statecznością, nie wykazując śladów migracji, tak charakterystycznej dla w pełni wykształconych wydm śródlądowych (Twardy 2019).

W południowej Polsce wycinano lasy na wydmach dla potrzeb przemysłu już od XII–XIII w., ponieważ drewno było źródłem energii (źródłem opałowym) dla wytopu metali od średniowiecza do XIX w. Wyręby lasów na wydmach spowodowały aktywację procesów eolicznych i przyczyniły się do ukształtowania obszarów tzw. Pustyni Starczynowskiej i Pustyni Błędowskiej, gdzie procesy eoliczne zachodziły jeszcze w latach 70. XX w. (Szczypek, Wach 1991).

Požary lasów, o podłożu naturalnym lub w wyniku wypalania przez człowieka, niszczyły nie tylko drzewa, ale także przerywały rozwój gleb na wydmach, co z kolei doprowadziło do wznowienia procesów eolicznych, które zostały udokumentowane w wydmach w północnej części województwa łódzkiego (Krajewski 1977).



Ryc. 67. Rozwiewane piaski eoliczne pod Kampinosem w 1945 r.

Źródło: Kobendza, Kobendza (1945).

Duży wpływ na ożywienie lub stabilizację procesów eolicznych podczas ostatniego tysiąclecia miały wahania poziomu wód gruntowych w obrębie pola wydmowego. Już Krystyna Wasylińska (1964) wskazała na podnoszenie się zwierciadła wód gruntowych w cieplejszych okresach schyłku wistulianu (w bøllingu, allerødzie) i preboreale jako sprzyjające rozwojowi roślinności i gleb, a jednocześnie hamujące, a nawet zupełnie uniemożliwiające działalność eoliczną. Prawdopodobnie brak pokryw piaszczystych z preborealu i borealu należy wiązać z maksymalnym podniesieniem poziomu wód gruntowych, rozprzestrzenianiem się roślin ciepłolubnych i zarastaniem zbiorników wodnych.

Z kolei obniżanie się poziomu wód, czy to z powodów naturalnych, czy antropogenicznych, zawsze uaktywniało procesy eoliczne. Najbardziej znany, na dużą skalę, proces przemieszczania się piasków eolicznych w wyniku antropogenicznego obniżenia poziomu wód gruntowych spowodowanego osuszeniem terenu ze względu na eksploatację podziemną rud cynkowo-olowiowych opisany został dla Pustyni Starczyńskiej i Błędowskiej (Szczypek, Wach 1991, Dulias i inni 2003).

Regulacja rzek i melioracja dna doliny spowodowały nie tylko ograniczenie zasięgu powodzi, ale także obniżenie zwierciadła wody gruntowej, co z kolei było przyczyną przesuszenia stropowej partii osadów i łąk, ale także podłoża wydm. Wszystkie te procesy przyczyniły się do aktywności eolicznej i powstania na równinie piaszczystej licznych form deflacyjnych oraz zespołu wydm

(Buraczyński 1997). Także uregulowanie Bzury i budowa rowów odwadniających na odcinku Sobota–Łowicz spowodowały osuszenie nie tylko dna doliny, ale także podłoża wydmy, co było zauważane już po 50 latach (Olaczek 2002, Koboжек 2004, 2009).

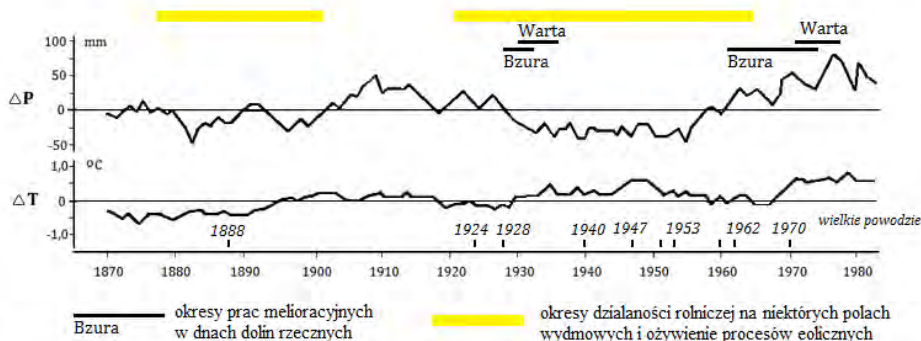
Najtrudniejsza była oczywiście sytuacja, gdy suche warunki klimatyczne w czasach historycznych nałożyły się na intensywną działalność melioracyjną i wyřęby lasów. Chociaż wycinanie lasów i praktyki rolnicze były ważnym czynnikiem spustowym uruchomienia piasków, to naturalne procesy podtrzymywały transport. Podczas okresu ekstremalnej deflacji eolicznej, prawdopodobnie spokrewnionej z fazą wzrostu burz i ekstremalnych susz (obniżenie poziomu wód gruntowych), ziarna piasku były transportowane w Holandii na odległość 1,5–6 km. Transportu tego nie można dokładnie skorelować z działalnością człowieka (Koster 2009).

Niezależnie od lokalnie wędrujących piasków we wczesnych okresach pierwsza faza rozległych piaszczystych pokryw eolicznych kształtowana była w wiekach XI–XIII, następna – podczas XVI i XVII, XVIII–XIX.

Niektórzy autorzy sugerują zależność między akumulacją piasków a suchością klimatu w optimum klimatycznym średniowiecza, czyli w latach 950–1250 n.e. (Heiding 1984, Koster 2009). Ważny okres sedymentacji wystąpił od XVI stulecia, a główna faza – w XVIII–XIX w., co potwierdzają liczne profile glebowe zawierające części organiczne (Koster 1988). W okresie nieco suchszym, w latach 1882–1890 w okolicach Frankfurtu nad Menem obserwowano powstanie wydmy, początkowo wałowych (południkowych o wysokości 1–1,5 m), które wolno przekształciły się w paraboliczne na skutek opanowania skrzydeł formy przez roślinność. Z czasem silny wiatr przerwał czoło i ukształtował dwie proste formy (Galon 1958).

Lokalne ożywienie wędrowki piasków było powszechne, na co wskazuje brak jednej fazy dla całego kraju, jakim jest Holandia (Koster 2009), a także Polska (Nowaczyk 1986a, 2000).

Prawdopodobnie połączenie przyczyny naturalnej i antropogenicznej było powodem ożywienia procesów eolicznych w dolinach Neru i Bzury (ryc. 68). Suchsza druga połowa XIX w., osuszenie dna doliny w wyniku regulacji i melioracji Bzury, a także innych mniejszych rzek oraz głód ziemi spowodowały rozluźnienie szaty na wydmach, część z nich zaorano, a to wszystko było powodem rozwiania wydmy (Krajewski 1977, Twardy 2008, Koboжек 2009). Obszar położony na północ od Łodzi odnotowuje opady poniżej 500 mm rocznie, opady wyższe (od 600 mm) są typowe dla południowych krańców graniczących z Wyżyną Małopolską. Średni roczny opad atmosferyczny na stacji Łódź-Lublinek w okresie 1951–2000 wynosił 566,49 mm. W poszczególnych latach wielkość ta wahała się znacznie, od 363,9 mm w 1959 r. do 745 mm w 1966 r. (Skrzypski, Papiernik 2006). Wyrażna różnica między suchym 1951 r. (opad 487 mm) a wilgotnym 1970 (952 mm) ukazuje skalę zmian (Soczyńska i inni 2003).



Ryc. 68. Okresy prac regulacyjnych i melioracyjnych w pradolinach oraz uprawy niektórych pól wydmych na tle warunków klimatycznych w XX w.

ΔP – średnie 10-letnie anomalie sum opadów atmosferycznych;

ΔT – średnie anomalie temperatur powietrza

Źródło: na podstawie Koboжек (2015), uzupełnione.

Wydmy i pokrywy eoliczne są formami, których rozwój jest możliwy w warunkach braku zwartej pokrywy roślinnej lub jej bardzo znacznego rozrzedzenia. Przeobrażenia rzeźby eolicznej w ostatnim tysiącleciu były silnie uwarunkowane antropopresją (usuwaniem lasów z wydmy), ale dostrzegalny jest także wpływ suchszych klimatycznych okresów. Można stwierdzić, że zmiany rzeźby następowały najefektywniej w warunkach splotu czynników naturalnych i antropogenicznych szczególnie tam, gdzie osadnictwo wkraczało na obszary zbudowane z utworów wrażliwych na działalność wiatru.

6.2. Stabilność i wrażliwość ekosystemów wydmych

W warunkach klimatu suchego jako zjawisko zupełnie normalne traktowane są procesy deflacji, transportu i akumulacji piasków eolicznych, a także wędrówka wydmy na znaczne odległości. Inaczej jest w warunkach klimatu umiarkowanego. 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 uznaje się je za zagrożenia. Za pożądany i stabilny należy uznać stan, kiedy wiatr nie przenosi piasku wydmy na okoliczne obszary, czyli pagórek porasta las, który chroni ziarna przed deflacją. Taka sytuacja nie powoduje strat gospodarczych. Stosujemy tu ludzką miarę oceny procesów i antropocentryczne wartościowanie zjawisk przyrodniczych. Zwykle ocenia się wrażliwość środowiska na antropopresję. Z kolei zdefiniowanie wrażliwości wymaga określenia zakresu pojęć: stabilności, odporności i reakcji środowiska.

Z naukowego punktu widzenia stabilność ekosystemów można zdefiniować jako zdolność układu do powracania do stanu początkowego po zaburzeniach (Weiner 1999). To znaczy, że zmiany roślinności na niewielkiej powierzchni wydmy, np. wycięcie drzew bez niszczenia podłoża, są tylko chwilowym odchyleniem od normy. Na zrębach wyrosnie podobny las, jaki był wcześniej – las sosnowy. Można wskazać tu na zdolność układu do powrotu do stanu pierwotnego. Sytuacja jest trudniejsza w przypadku uszkodzenia warstwy gleby. Jeżeli w wyniku procesów naturalnych lub antropogenicznych czynniki warstwa gleby zostanie usunięta, to potrzeba długiego okresu do jej odbudowania, czyli zachwiana została stabilność.

Odporność to zwykle właściwość układu polegająca na braku reakcji na czynniki zaburzające, czyli na konkretne zamiany. Ważny jest rodzaj oddziaływania i odporność środowiska lub jej brak na to oddziaływanie. Im środowisko danego obszaru jest bardziej wrażliwe na dany bodziec, tym staje się mniej odporne i odwrotnie. Ten sam obszar może być mało wrażliwy na określony typ działań człowieka, a jednocześnie bardzo podatny na inny. Stabilność środowiska jest więc wypadkową odporności na różne formy antropopresji i bodźce naturalne, ale nie jest ich prostą sumą (Kistowski 2000). Odporność środowiska określana jest także jako czas potrzebny systemowi do powrotu do stanu równowagi lub stanu przed zakłóceniem (Holling 1973). Odporność to zdolność systemu do reagowania na zakłócenia i zaburzenia poprzez ograniczenie ich skutków oraz szybki powrót do stanu równowagi.

Ponownie można stwierdzić, że wycięcie drzew na wydmy bez usuwania ich korzeni i darni nie powoduje dużych zmian – system jest stosunkowo odporny na takie zabiegi. Inaczej to wygląda w przypadku zniszczenia gleby. Pokrycie wydmy lasem jest gwarantem większej ich stabilności i odporności.

Reakcja środowiska przyrodniczego może być zdefiniowana jako zespół procesów w nim zachodzących będących skutkiem działania bodźców antropogenicznych lub naturalnych. Reakcja środowiska na antropopresję jest funkcją dwóch grup zmiennych: wrażliwości środowiska (wynikającej z jego struktury) oraz typu i intensywności (natężenia i czasu działania) bodźców antropogenicznych wynikających ze struktury społeczno-gospodarczej danego obszaru (Kistowski 2000).

Wrażliwość, a w konsekwencji reakcja środowiska przyrodniczego na antropopresję może być rozpatrywana ze względu na różne formy oddziaływania. Przy ocenie zwykle bierze się 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 staje się stabilność krajobrazu i mniejsza wrażliwość. Dotyczy to przede wszystkim intensywności przebiegu procesów geomorfologicznych w krajobrazie. Podjęto próbę oceny wrażliwości środowiska dla czterech form powierzchni terenu (w tym wydmy i torfowiska) na przejawy różnych form antropopresji (tab. 1). Na wszelkie formy oddziaływania człowie-

ka najbardziej wrażliwe są torfowiska, które najszybciej podlegają degradacji. Jakakolwiek próba wykorzystania torfowiska, np. dla potrzeb wydobywania torfu, użytkowania jako łąki, łączy się z koniecznością odwodnienia, czyli usunięcia czynnika decydującego dla rozwoju, funkcjonowania i ogromnej wartości torfowiska. Drastyczne antropogeniczne osuszenie prowadzi do degradacji torfu, jego murszenia i zniszczenia ekosystemu torfowiska. Można wskazać także sposoby oddziaływania, które nie powinny być prowadzone na torfowiskach, np. zabudowa czy zabiegi agrotechniczne, a nawet sadzenie lasu. Ta wrażliwość tłumaczy konieczność obejmowania torfowisk różnymi formami ochrony.

Na drugim miejscu pod względem wrażliwości, po torfowisku, są wydmy. Jako formy wypukłe zbudowane z piasku łatwo podlegają erozji eolicznej i wodnej po wycięciu drzew. W strefie umiarkowanej występuje wiatr, który może porywać, transportować i akumulować suchy piasek. Niebezpieczne jest odsłonięcie dużych powierzchni poleśnych czystymi zrębami i wystawienie ich na działanie czynników atmosferycznych oraz słońca. Erozja działa na wydmie podobnie jak na płaszczynach innych pagórków. Na specjalnie eksponowanych zboczach południowych i zachodnich słońce wypala roślinność runa leśnego nieumiejącą przystosować się do silnego naświetlania i nagrzewania. W kolejnym etapie słońce wypala próchnicę, zasadniczy składnik gleby, skutkiem czego gleba kruszeje i poddaje się działaniu wiatru. Wiatr, wynosząc resztki gleby, odsłania głębiej piaski i rozpoczyna się normalny proces deflacji. Obok działalności eolicznej na wydmach ze zniszczoną roślinnością zachodzi również proces rozmywania. Wydajność morfologiczna spłukiwania związana z wiosennym topnieniem śniegu lub letnimi deszczami burzowymi jest bardzo znaczna. Obecnie w niektórych miejscach jest to proces silniej zaakcentowany niż działalność eoliczna. Szczególnie niebezpieczna dla wydm jest zmiana gospodarki leśnej na pastwiskową. Bydło zjada, często także wyrывa, rośliny skąpego runa, trątuje racicami glebę, naruszając jej spójność, dając okazję do powstania mis deflacyjnych i zagłębiając się stopniowo w powierzchnię wydmy. Do pozytywnych form antropogenicznego oddziaływania można zaliczyć dosadzenie lasu na odsłoniętych piaskach i czasem antropogeniczne podniesienie poziomu wód gruntowych, co powoduje bujniejszy rozwój roślinności w dolnych partiach wydm. Sam wyrąb lasów nie jest niebezpieczny dla wydm, o ile odsłonięta powierzchnia zostanie szybko zalesiona. Niebezpieczna jest orka, karczowanie pni, wyciąganie kłoców traktorami i wszystko, co powoduje mechaniczne naruszenie powłoki glebowej i może stać się zaczątkiem nowych procesów eolicznych. Użytkowanie rolne jest dużym zagrożeniem dla ekosystemu. Coroczna orka i przesypanie cienkiej warstwy gleby oraz piasku stwarzają dogodne warunki do erozji eolicznej. Użytkowanie ziemi fundamentalnie determinuje zagrożenie erozją wiatrową, szczególnie przy powtarzających się latach suchych (Lóki, Szabó 2009). Procesy te mogą ulec zahamowaniu, jeżeli np. leśnik wprowadzi na wydmy odpowiednią roślinność, zdolną do bytowania na ruchomych piaskach. Najważniejsze jest zachowanie

warstwy glebowej, która może stanowić podstawę do bytowania młodej roślinności. Nawet gleba zachowana w głębi i zasypiana piaskiem odegra ważną rolę w życiu posadzonych drzew.

Utrwalenie wydym całkowicie pozbawionych warstwy glebowej i roślinności jest sprawą trudną i kosztowną. Doprowadzi ono do zatrzymania piasków, ale na utworzenie nowej warstwy gleby i wyhodowanie lasu produkującego masę drzewną trzeba czekać setki lat.

Tab. 1. Ocena wrażliwości środowiska wydym, torfowisk i ich sąsiedztwa

Forma oddziaływania	Wydma – piaski, obszar infiltracji	Torfowisko – torf, obszar retencji	Równina morenowa – glina zwa- łowa, obszar ewapotranspi- racji	Dno doliny rzecznej – żwiry, piaski i mulki, obszar infiltracji den dolinnych pole/ląka
Wycięcie lasu	---	---	-/+	-/+
Dosadzenie lasu	++	x	+/-	+/-
Sezonowa likwidacja lub zubożenie roślinności	--	---	0	0
Wypasanie	---	x	0	0
Antropogeniczne obniżenie poziomu wód gruntowych	-	---	-	+/-
Antropogeniczne podniesienie poziomu wód gruntowych	+	+	0	-/+
Mechaniczne oddziaływanie na glebę	---	---	+	+/x
Zabiegi agrotechniczne	x	x	+	+/0
Rekreacja, mechaniczne oddziaływanie na runo	-	x	0	0
Zabudowa powierzchni	--	x	0	0/-

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

Źródło: opracowanie własne.

Do mniej wrażliwych ekosystemów od torfowisk i wydm należą dna dolin rzecznych. Przy czym zdecydowanie należy wydzielić wyższe piaszczyste elementy dna doliny od niższych zalewowych powierzchni. Dlatego w tym przypadku konsekwencje działalności człowieka mogą być niepożądane, jak też obojętne lub dodatnie. Najbardziej stabilne są równiny morenowe zbudowane z glin zwałowych i osadów fluwiogłacjalnych. Zabudowa wsi wykorzystuje środowisko stabilne, które nie ulega degradacji podczas orki, kopania itd. Na wydmach lokowane są dopiero obiekty wypoczynkowe od lat 70. XX w.

Odporność i wrażliwość środowiska mogą stanowić podstawę do podejmowania decyzji dotyczących wyznaczania konkretnych stref zagospodarowania terenu, gdyż pozwalają ocenić, na ile dany fragment środowiska będzie w stanie „poradzić sobie” z presją działalności człowieka. Odporność pozwala na podejmowanie racjonalnych decyzji.

6.3. Zagrożenia w warunkach zmian klimatu

Zjawiska eoliczne są najlepszym, czułym wskaźnikiem warunków oraz zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym. Wykorzystuje się je w paleoklimatycznych rekonstrukcjach jako dowód wzrostu suchości klimatu oraz zaniku szaty roślinnej.

Prędkość wiatru tworzącego wydmy w vistulianie została oceniona na 6–8 m/s, a przekształcającego formy – na 3 m/s. Za niszczenie wydm w holoceenie odpowiedzialny był wiatr o sile 2,5–5 m/s (Dylikowa 1968). Współczesne warunki transportu suchego piasku eolicznego dla frakcji 0,1–0,5 mm wyliczono na 2–4 m/s, a dla piasku wilgotnego – na 4–8 m/s lub 5–9 m/s (Nowaczyk 1976). Aktywne pola piaszczyste w Holandii i Polsce w latach 70. i 80. XX w. (po usunięciu sosny) występowały przy wietrze o prędkości powyżej 5 m/s (Koster 2009).

Obecnie w okolicach Łodzi 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). Silne wiatry występują głównie od listopada do kwietnia. W styczniu, przy zachodniej cyrkulacji, prawie jedna trzecia dni cechuje się występowaniem wiatru silnego – powyżej 10 m/s (Paszynski, Niedźwiedz 1991). Obecnie przeważają wiatry z sektora zachodniego, tj. z kierunków S, W i NW. Można zatem przyjąć, że w centralnej Polsce współczesne warunki anemologiczne są wystarczające do tego, aby wiatr mógł przejawiać działalność niszczącą, transportową i akumulacyjną. Prędkość progowa, od której rozpoczyna się erozja wietrzna, wynosi ponad 3 m/s (Wojtanowicz 1991). Wiatr o prędkości przekraczającej 5 m/s nie tylko toczy ziarna piasku po powierzchni, ale także unosi je, wprawiając w ruch saltacyjny (ziarna skaczą po powierzchni) do wysokości 50–60 cm. Ruch wydmy odbywa się przy wietrze o sile powyżej

15 m/s (Kobendza, Kobendza 1958). Procesowi eolicznemu podlega piasek suchy (im mniej opadów, tym jest suchszy).

Procesy eoliczne przebiegają w ciągu całego roku, z przewagą w półroczu zimowym, kiedy to silne wiatry wysuszają powierzchnię i porywają drobne osady (ryc. 69). Z rozwiewaniem wydm przez procesy niweo-eoliczne związana jest jedna z najwyższych wartości dynamiki procesów eolicznych na Niżu Polskim – 115 t/ha (Strzemski 1957).



Ryc. 69. Drobne piaski akumulowane podczas zimowego tygodnia z silnym wiatrem

Źródło: E. Kobojeck.

Pomimo wystarczającej siły wiatru w centralnej Polsce obecnie nie zachodzi rozwiewanie wydm na skalę tej z początku XX w., ponieważ są one pokryte roślinnością, głównie leśną. Las stabilizuje nawet pojedyncze wydmy wśród rozległych pól, a jego zasięg dokładnie odwzorowuje kształt wydmy (ryc. 70).

Od lat 80. XX w. nastąpił wyraźny wzrost średniej temperatury powietrza w Polsce. Brak jest dostatecznych podstaw do przyjęcia, że w czasie ocieplenia ilość opadów może ulec wyraźnym zmianom (Kozuchowski 2011). Średnie sumy roczne opadów w województwie łódzkim wynoszą 550–600 mm (Kłysik 2001). Zgodnie z prognozami w okresie 2021–2050 średnia temperatura roczna wzrośnie w Polsce o 0,7–1,0°C – najsilniej zimą. Nie należy spodziewać się dużych zmian rocznych sum opadów, ale ich rozkład w ciągu roku może być nieco inny. Prawdopodobnie więcej będzie występowało zimą (w środkowej Polsce wzrost o 5–10%), a mniej latem (Wibig 2012). Nie jest to zjawisko korzystne.



Ryc. 70. Wydma ustabilizowana przez las w Mystkowicach

Źródło: fragment zdjęcia lotniczego.

Wzrost temperatury i usłonecznienia latem będzie czynnikiem przyspieszającym proces ewapotranspiracji i pogłębiania się niedoborów wody w środowisku. Już obecnie największe niedobory wody, z punktu widzenia roślin, występują w północnej części województwa łódzkiego. Latem odnotowuje się w Polsce ekstremalnie długie okresy bez opadów. Niebezpiecznie będzie na obszarach z opadami poniżej 550 mm na rok. Strefę leżącą na linii Poznań–Warszawa charakteryzuje najmniejsza ilość opadów w kraju. W ciągu 80 lat odnotowano tam najniższe opady roczne. W dolinie Bzury osiągnęły one tylko 500–525 mm (Róžański 1979). Parowanie na obszarze łódzkim zawiera się między 400 a 500 mm. Parowanie potencjalne jest znacznie wyższe od rzeczywistego (terenowego) i wynosi nawet powyżej 750 mm (Paszyński, Niedźwiedź 1991). Dynamika stanu wód podziemnych zależy od sezonowej zmienności zasilania opadem atmosferycznym, dynamicznego procesu ewapotranspiracji i wpływu cieków powierzchniowych. Zmiany średnich rocznych stanów wód podziemnych dla wielolecia wskazują na występowanie sekwencji lat suchych i mokrych, nawiązujących do rytmu zasilania opadem atmosferycznym (Krogulec 2004, Somorowska 2006). Zmniejszenie ilości opadów o kilka procent i susze nie zagrażają jeszcze stabilności wydm. Do czynników utrudniających działalność wiatru należą: pokrywa śnieżna, deszcze i roślinność. Deszcze zwilżają piaski i zmniejszają wprawdzie ich lotność, czyniąc je jednocześnie łatwo przepuszczalnymi i szybko przesychnającymi. Większą przeszkodą jest pokrywa śnieżna, a zwłaszcza roztopy. Zimą przy braku pokrywy śnieżnej, a przy udziale mrozu silne wiatry stopniowo osuszają glebę i rozpulchniają jej agregatową strukturę. Taka powierzchnia (gruntów ornych) jest podatna na deflację przy obecnych warunkach klimatycznych.

W warunkach zmian klimatycznych użytkowanie terenów będzie miało fundamentalne znaczenie dla ochrony przed erozją gleb i rozwiewania piasków eolicznych na suchych obszarach wydm śródlądowych. Największą przeszkodą dla działalności wiatru jest roślinność, zwłaszcza las. Usunięcie tej powłoki może być impulsem do ponownej wędrówki piasku.

Przy obecnych warunkach klimatycznych, a nawet przy niewielkim obniżeniu opadów, ale zalesieniu wydm, nie ma podstaw do uruchomienia procesów eolicznych na dużą skalę. Przy większym osuszeniu środowiska, w tym obniżeniu poziomu wód gruntowych, i wycince drzew może okazać się, że naturalne utrwalenie piasków przez roślinność będzie niewystarczające. Dla zachowania wydm w suchszych warunkach niezbędna może być ingerencja człowieka. Zdecydowanie należy zrezygnować z orki nawet na obrzeżach wydm i dążyć do wzmocnienia odporności lasów na wydmach.

Abiotyczne zagrożenie dla lasu to przede wszystkim niekorzystne dla drzewostanów modyfikacje czynników klimatycznych (długotrwała susza, późne przymrozki, wiatrołomy, edaficzne przesuszenie gleb). Zagrożeniem antropogenicznym jest osuszenie torfowisk u podnóża wydm, niszczenie lasów np. na skutek pożarów i zaśmiecanie, zwłaszcza odpadami nieulegającymi biodegradacji. Groźnym w następstwie jest pożar lasu, ponieważ poza zagładą drzew, podszycia, runa i ściółki dochodzi do zniszczenia wierzchniej warstwy gleby oraz zaburzenia jej funkcji życiowych na wiele lat. Giną również mikroorganizmy, grzyby i fauna podziemna – następuje degradacja gleby. Z punktu widzenia funkcjonowania ekosystemu leśnego straty w siedlisku są poważniejsze w skutkach od tych w drzewostanie (Kurowski 2015).

6.4. Pożądane kierunki użytkowania pól wydmowych w regionie łódzkim

W rejonie łódzkim do obszarów wydmowych z największym zagrożeniem stabilności należą tereny obrzeża wydm zajęte obecnie przez pola oraz powierzchnie małych wydm występujących wśród pól. Mniejsze zagrożenie jest tam, gdzie prowadzona jest wycinka drzew i jednoczesne zalesianie. Wpływ zabudowy należy różnie ocenić. Domki letniskowe luźno rozmieszczone w mniejszym stopniu oddziałują negatywnie niż zagęszczenie zabudowy jednorodzinnej całorocznej. Osady eoliczne tam, gdzie tworzą powierzchnie o nachyleniu nie większym niż 2%, są dosyć dobrym podłożem budowlanym. Jednak nie można w sąsiedztwie domów usuwać drzew, które chronią powierzchnię przed deflacją. Przy budynkach posadowionych na terenach o nieutrwalonej powierzchni deflacja może doprowadzić do odsłonięcia ich fundamentów. Dla zabezpieczenia budowli przed odsłonięciem fundamentów wskazane jest stosowanie darni, bruku, płyt chodnikowych itp. wokół obiektów.

Współczesna działalność eoliczna jest efektem błędów w użytkowaniu ziemi i niekontrolowanej eksploatacji piasku. Działalność inżynierska lub gospodarcza często prowadzi do zniszczenia naturalnego utrwalenia wydm, a w następstwie – do rozwoju deflacji. Proces taki obserwuje się przy przekopach drogowych przez wydmy, gdzie odsłonięcie powierzchni sprzyja deflacji.

Turystyka i rekreacja w lasach sosnowych na wydmach będzie się coraz intensywniej rozwijać, dlatego celowe jest podjęcie efektywnych działań mających na celu wykształcenie relacji turystyka–ochrona przyrody na zasadach wzajemnych korzyści. Drogą do tego jest tworzenie obiektów ukierunkowujących i regulujących ruch turystyczny. Obiektami są: szlaki turystyczne, trasy rowerowe, ścieżki spacerowe, ośrodki wypoczynkowo-szkoleniowe, parkingi leśne i miejsca postojowe.

Małe wydmy wśród pól są mniej odporne, a duże zalesione pola wydmowe – bardziej, i mają większy potencjał.

Zalesione wydmy, które jeszcze w latach 60. XX w. pokryte skąpą roślinnością były rozwiewane przez wiatr, są ważne dla rolniczego krajobrazu w północnej części województwa. Na ziemi łęczyckiej i łowickiej, czyli na terenach intensywnej uprawy rolniczej, lasy pozostały tylko na wydmach i polach piaszczystych.

Wydmy zalesione położone w sąsiedztwie dużych miast są intensywnie penetrowane przez ich mieszkańców i narażone na silną antropopresję. Chłonność turystyczna Puszczy Bolimowskiej dochodzi do granicznej wielkości wyznaczonej odpornością środowiska przyrodniczego na antropopresję. W związku z tym nie powinno zwiększać się pojemności turystycznej tych terenów. Zagrożenie potęgowane jest koncentracją osadnictwa rekreacyjnego na nadmiernie przepuszczalnych glebach oraz dostawą wody z sieci wodociągowej przy równoczesnym braku kolonizacji.

Gleby piaszczyste charakteryzują się stosunkowo dużą podatnością na deflację. Tereny szczególnie wrażliwe na rozwiewanie gleb koncentrują się na Wysoczyźnie Złoczewskiej, w Kotlinie Szczercowskiej i południowej części Wysoczyzny Łaskiej. Dominują tu gleby o lekkim składzie ziarnowym, rozwinięte z piasków (najczęściej eolicznych), należące do działu gleb autogenicznych, rzędu gleb bielicoziemnych i typów gleb bielicowych, rdzawych oraz bielic (Zawadzki 1999). Wraz ze wzrostem udziału materiału bardziej drobnoziarnistego niż piasek w składzie mechanicznym gleb spada ich podatność na deflację (Józefaciuk, Józefaciuk 1995).

Przy wskazaniu pożądaných kierunków użytkowania należy wziąć pod uwagę trzy kryteria:

- wartość, która pozwala wskazać obszary naturalnych krajobrazów, rzadkich siedlisk i zrównoważonych krajobrazów wiejskich. Ocena obejmuje zarówno wartości ekologiczne, jak i kulturowe;
- kruchość, która identyfikuje wrażliwość siedliska. Krucho są obszary o małej pojemności buforowej, które szybko podlegają trwałym zmianom;
- potencjał, który łączy się ze zrównoważonym rozwojem obszarów w zakresie np. rekreacji.

Ważne jest pielęgnowanie krajobrazu tak, aby zachował on swoje wartości ekologiczne. Przy kształtowaniu krajobrazu kulturowego najlepszymi zabiegami będą te, które w najmniejszym stopniu zubożą ekologiczną całość układu funkcjonalnego. Szczególnie jest to ważne w warunkach dynamicznie zmieniającego się klimatu w obecnych czasach.

PODSUMOWANIE

Wydmy śródlądowe zbudowane z piasków występują dość powszechnie w środkowej Europie, ale zostały ukształtowane w zimnych, peryglacialnych warunkach późnego vistulianu. Klimat generalnie był suchy, subarktyczny, ze średnią roczną temperaturą -1°C . Obszar środkowej Polski pokrywała w takich warunkach tundra krzewiasta z udziałem wierzb krzewinkowych, brzozy karłowatej, a w miejscach przesuszonych dominowały zbiorowiska trawiasto-stepowe. Były to korzystne warunki dla działalności procesów deflacji, transportu eolicznego i akumulacji. Powstaniu wydm sprzyjały: piaszczyste podłoże, silny wiatr i uboga roślinność nietworząca zwartej powłoki, lecz znajdująca dobre warunki rozwoju np. na granicy wód lub terenów podmokłych. Źródłem piasku były rozległe dna dolin rzecznych, poziomy wodnolodowcowe oraz pola sandrowe. Wydmy kształtował wiatr wiejący głównie z sektora zachodniego i północno-zachodniego. Można wnioskować, że prędkość wiatru transportującego piasek wahała się od 2 do 7 m/s. Roślinność trawiasta stawiała opór piaskom przenoszonym przez wiatr i inicjowała powstawanie wydm, np. parabolicznych. Rolę czynnika oporu dla wiatru mogła stanowić także większa wilgotność gruntu. W schyłku późnego glacjału wydmy osiągały już wysokości względne 10–30 m.

W holocenie, wraz z ociepleniem klimatu i wzrostem wilgotności, piaszczyste formy opanowały lasy iglaste, a w ich sąsiedztwie rozwijały się tereny mokradłowe i torfowiska zajęte z czasem przez lasy bagienne. W umiarkowanych warunkach klimatycznych (zarówno cieplejszych, jak i chłodniejszych) wydmy śródlądowe zostały ustabilizowane przez roślinność leśną, czyli formy geomorfologiczne stały się fosylne (kopalne). Taki stabilny stan trwał przez długi czas w paleo- i mezoholocenie. Intensywniejsze procesy eoliczne uwarunkowane ingerencją człowieka w naturalne środowisko wydmowe zaznaczyły się w neoholocenie. Rola człowieka polegała na usunięciu lasów, wypasie czy zaoraniu części powierzchni wydmowych. Przyjmuje się, że procesy eoliczne w tym czasie polegały przede wszystkim na przewiewaniu/roziewianiu wydm późnoglacialnych oraz tworzeniu cienkich serii piaszczystych. Poszczególne serie eoliczne przedzielają gleby kopalne lub cienkie poziomy humusowe, w których stwierdzono obecność węgla drzewnych oraz pyłków roślin synantropijnych świadcząca o pasterskiej, a później rolniczej działalności człowieka. Suchy i ciepły klimat w czasie tzw. ocieplenia średniowiecznego (900–1400 n.e., temperatura wyższa o $0,5\text{--}1^{\circ}\text{C}$ od obecnej) sprzyjał działalności rolniczej. Jednak taki klimat ułatwiał również działalność procesów eolicznych na rozległych obszarach objętych bardziej drastyczną eksploatacją

gospodarczą. W Europie Zachodniej to procesy eoliczne w okresie średniowiecza opisywane są jako wyjątkowo wydajne (Koster 1988, Schirmer 1999). Także w Polsce Środkowej powstały zarówno nowe akumulacyjne formy eoliczne, jak i dochodziło do rozwiewania form starszych (Dylikowa 1967, Krajewski 1977, Manikowska 1985, Twardy 2008). Powstawały w tym czasie małe wydmy wałowe lub o nieregularnych kształtach oraz młode cienkie pokrywy eoliczne. Najmocniej przekształcone zostały wydmy występujące wśród terenów rolniczych, w północnej części województwa łódzkiego.

Aktywne procesy eoliczne w Polsce Środkowej, o lokalnie dużym natężeniu, występowały nie tylko w średniowieczu, ale także od schyłku XIX w. aż po lata 70. kolejnego stulecia. Głód ziemi ornej wśród ludności rolniczej w drugiej połowie XIX i na początku XX w. stał się jedną z głównych przyczyn wylesień, także wydm. Po usunięciu lasu powierzchnie piaszczyste były często użytkowane jako pastwiska, a nawet brane pod uprawę rolną, co stawało się początkiem procesów rozwiewania, niszczenia wydm. Wycinanie lasów, także na obszarach wydmowych, kontynuowano podczas drugiej wojny światowej. Las powrócił na tereny najpóźniej wylesione w latach 70. XX w. Minione stulecie zapisało się w województwie łódzkim głównie przeobrażeniami późnovistuliańskich wydm i pokryw eolicznych, a tylko miejscowo powstały nowe małe formy eoliczne. Wydmy śródlądowe są obecnie ustabilizowane przez naturalną lub sztuczną pokrywę roślinną.

Ekosystem wydmy (piaszczysty) jest wyjątkowym układem ekologicznym, o którego charakterze decydują abiotyczne elementy środowiska, a wyróżnikiem jest suchość podłoża. Znaczne miąższości piasków kwarcowych, ich duża przepuszczalność, nisko położony poziom wód gruntowych i ubogie gleby są podstawą rozwoju zbiorowisk roślinnych szczególnie wrażliwych na oddziaływanie człowieka. Wypukłym formom eolicznym o suchym środowisku towarzyszą wilgotne lub mokre zagłębienia deflacyjne wypełnione torfem i stale lub okresowo wodą. Sąsiedztwo wydm i zagłębień deflacyjnych, czyli środowisk bardzo odmiennych pod względem wilgotnościowym, jest elementem charakterystycznym dla pól wydm śródlądowych.

Współczesne użytkowanie terenów wydmowych jest dostosowane w przeważającej mierze do cech środowiska przyrodniczego. Prawie wszystkie obszary wydmy są zalesione. Należy podkreślić dużą korelację występowania lasów w województwie łódzkim z zasięgiem pól eolicznych i wydm. Tereny zbudowane z glin zwałowych lub innych utworów ilastych pokryte są lepszymi glebami i zostały wykorzystane pod uprawę rolniczą, a piaszczyste, wydmy podłoże nie sprzyja rolnictwu, dlatego zostało zalesione, nawet obszary, które w średniowieczu czy w okresie międzywojennym były zaorane. Aż 76–80% obszarów leśnych województwa łódzkiego zajmuje sosna zwyczajna, co jest zrozumiałe, zważywszy na piaszczyste podłoże większości z nich. W ostatnich latach szczególnie dużą wagę przykładana jest do zgodności udziału gatunkowego drzew z siedliskiem, a w przy-

padku wydm ta zgodność jest bardzo duża. Aktualna struktura lasu na wydmach jest uwarunkowana dawnymi zabiegami gospodarczymi. Większość lasów posiada charakter wielofunkcyjny. Najczęściej jednak wyróżniane są trzy główne grupy funkcji: gospodarcze, ekologiczne i kulturowe. Lasy województwa łódzkiego są intensywnie eksploatowane gospodarczo. Analizując jednak rolę lasów na wydmach, należy przede wszystkim podkreślić funkcje ekologiczne, które obejmują aspekty biocenotyczne, ochronne i sanitarne. Lasy pełnią przede wszystkim rolę glebotwórczą na obszarach piaszczystych. Są najlepszą formą utrzymania potencjału produkcyjnego gleb. Zadrzewienia powodują osłabienie prędkości wiatru, dzięki czemu mniejsza jest erozja eoliczna gleby (czyli wywiewanie cząstek gleby i zubażanie jej), a także parowanie z gleby, co przeciwdziała jej wysuszeniu. Lasy stanowią w naszym klimacie najlepszą formę 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 i ekologicznej. Zdecydowanie coraz bardziej doceniana jest także funkcja kulturowa lasu, która wskazuje na jego społeczne znaczenie jako obiektu turystyki i rekreacji, edukacji ekologicznej, dydaktyki, badań naukowych, a także ochrony przyrody. Lasy ze względu na korzystne warunki mikroklimatyczne posiadają cenne walory wypoczynkowe i rekreacyjne. Krajobraz leśny prezentuje wyróżniające się walory estetyczne, co czyni go obszarem szczególnego zainteresowania ze strony człowieka. Nawet niewielkie zadrzewienia mają duże znaczenie w środowisku przyrodniczym, podnoszą estetykę krajobrazu. Wydmy porośnięte lasem sosnowym, sąsiadujące z polami lub łąkami tworzą duży kontrast krajobrazowy. Na obszarach rolniczych w północnej części województwa łódzkiego lasy występują zwykle tylko na wydmach, nawet jeżeli nie zachowała się ich wyraźna forma. To one nadają uroku krajobrazom pradolinny.

Tylko niewielkie powierzchnie zwykle niższych, pojedynczych wydm są jeszcze użytkowane jako pola orne. Ta forma zagospodarowania piaszczystych gruntów jest największym zagrożeniem, ponieważ sprzyja erozji eolicznej i wodnej już i tak ubogich gleb.

Część wydm zniknęła i nadal znika z krajobrazu z powodu eksploatacji piasku eolicznego, który jest surowcem cenionym przez przemysł mineralny. Ze względu na swoje właściwości – dużą zawartość krzemionki, dobrą segregację materiału i niską zawartość domieszek – piaski mają duże znaczenie w budownictwie i są stosowane jako wszelkiego rodzaju podsypki, materiał do zapraw murarskich, kruszywo do wyrobu cegieł wapienno-piaskowych. Dużym atutem złóż piasków wydmy jest ich występowanie w wypukłych formach, co znacznie ułatwia eksploatację, nie ma problemów z występowaniem wód gruntowych w odkrywkach (brak konieczności odwadniania) oraz innych utworów jako odpadów.

O lokalizacji zabudowy względem wydmy decydują zwykle przyrodnicze cechy podłoża. Przez kolejne wieki zabudowywane były obszary w bezpośrednim sąsiedztwie wydm (głównie zabudowa wsi), jednak poza zasięgiem formy

geomorfologicznej. Pewne odstępstwa były w przypadku szerokich podmokłych den dolinnych, w obrębie których wydmy były jedynymi wyniesionymi suchymi powierzchniami – w takim przypadku lokalizowano wsie na formach wydmych. Najczęściej zabudowania posadowione zostały na południowym, długim, ale niskim ramieniu osiagającym maksymalnie 5 m wysokości względnej. W północnej części województwa prawie na każdym niskim ramieniu wydmy są chociaż pojedyncze zabudowania. W przypadku ramion o wyższych wysokościach względnych i wyraźniej zarysowanym stoku zawietrznym zabudowa jest zlokalizowana po wewnętrznej stronie wydmy, czyli na łagodnym stoku opadającym w kierunku zagłębienia deflacyjnego. Zajmowanie większych powierzchni wydmy pod zabudowę zapoczątkował dopiero rozwój osadnictwa letniskowego w okresie międzywojennym oraz w latach 70. i 80. XX w. Także obecnie zabudowa letniskowa, a nawet mieszkaniowa całoroczna koncentruje się wokół wydmy. Pod zabudowę zajmowane są tereny o ubogich glebach, dlatego właściciele chętnie sprzedają grunt, a gminy inwestują w tereny rekreacyjne.

W nizinnych, a nawet równinnych warunkach Polski Środkowej wzniesienia wydmy o wysokościach względnych dochodzących do 20–30 m pokryte lasem sosnowym posiadają duże walory turystyczne i wypoczynkowe. Wypoczynkowi sprzyja szczególnie dobry lokalny klimat suchych lasów sosnowych. Ten walor wykorzystywany był przy lokalizacji osadnictwa letniskowego już w czasach dwudziestolecia międzywojennego. Można wnioskować, że to obszary wydmy sprzyjały wówczas kolonizacji letniskowej, ale także obecnie tereny w sąsiedztwie wydmy są wykorzystywane do lokalizacji zabudowy letniskowej.

Obszary wydmy ze względu na cechy środowiska przyrodniczego należą do bardzo suchych i wrażliwych ekosystemów. W okresie holocenu (głównie jego najmłodszej części) nie było jednorodnej (w jednym czasie) fazy wydmytwórczej na terenie Polski. Wydmy tworzyły się na różnych obszarach i w rozmaitych okresach, a ich rozwój był lokalny i uzależniony od wypalania lub wycinania lasów na skutek gospodarki człowieka. Zwykle jednak łączyły się dwie przyczyny wędrówki piasków eolicznych w czasach historycznych: korzystne dla procesów eolicznych warunki klimatyczne (ocieplenie i dłuższe susze) z nasilającą się presją gospodarki na środowisko piaszczyste.

W obecnych warunkach klimatycznych środkowej Polski występuje wiatr o sile, która może porywać i transportować luźne, drobno- i średnioziarniste piaski budujące wydmy śródlądowe. Trwałe zadarnienie i roślinność leśna chronią te formy przed niszczącą działalnością wiatru. Usunięcie roślinności i odsłonięcie powierzchni piaszczystych może sprzyjać erozji gleb i niszczeniu wydmy, dlatego formy eoliczne powinny być zajęte przez lasy, które pełnią funkcje glebochronne.

Na wszelkie formy oddziaływania człowieka jeszcze bardziej wrażliwe niż wydmy są torfowiska w zagłębieniach deflacyjnych, które najszybciej podlegają degradacji. Jakakolwiek próba wykorzystania torfowiska, np. dla potrzeb eksploatacji torfu, użytkowania jako łąki, łączy się z koniecznością odwodnienia, czyli

usunięcia czynnika decydującego dla rozwoju i jego funkcjonowania. Drastyczne antropogeniczne osuszenie prowadzi do degradacji torfu, jego murszenia i zniszczenia ekosystemu. Osuszenie torfowisk będzie pośrednio wpływało także na obniżenie poziomu wód gruntowych w obrębie form wydmowych. Bezpośrednie sąsiedztwo tych dwóch wrażliwych ekosystemów, wydmowego i torfowego, czyni te obszary wyjątkowo cennymi i godnymi ochrony.

W warunkach obecnych zmian klimatycznych użytkowanie terenów będzie miało fundamentalne znaczenie dla ochrony przed erozją gleb i rozwiewaniem piasków eolicznych na suchych obszarach wydm śródlądowych. Największą przeszkodą dla działalności wiatru jest roślinność leśna. Dlatego docelowo wszystkie pola na niższych częściach ramion wydmowych, a nawet ich obrzeżach, powinny zostać zastąpione lasem. Dodatkowo należy dążyć do wzmocnienia odporności lasów na wydmach, które nadal będą spełniać ważne funkcje społeczne, w tym turystyczne i rekreacyjne.

LITERATURA

- Adamiak C., Sokołowski D. (2012), *Popytowe uwarunkowania indywidualnego osadnictwa turystycznego w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług”, 83, s. 27–43.
- Balińska-Wuttke K. (1968), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Głuchów (630)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Balińska-Wuttke K. (1970), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Skierniewice (593)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baliński W. (1992), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Lutomiernik (626)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baliński W. (1997), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Złoczew (697)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baliński W., Gawlik H. (1986), *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Zelów (699)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baliński W., Ziomek J. (2008), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Sieradz (661)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Balwierz Z. (2003), *Roślinność wistulianu w Polsce Środkowej*, [w:] E. Zastawniak (red.), *Paleobotanika na przełomie wieków*, „Botanical Guidebooks”, 26, s. 217–232.
- Balwierz Z., Domańska L., Forysiak J., Rzepecki S., Twardy J. (2009), *Archeologiczne i paleośrodowiskowe badania wielokulturowego stanowiska Polesie 1, gmina Łyszkowice (centralna Polska)*, [w:] L. Domańska, P. Kittel, J. Forysiak (red.), *Środowisko – Człowiek – Cywilizacja*, t. 2: *Środowiskowe uwarunkowania lokalizacji osadnictwa*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 281–300.
- Banasiak A., Jaworska-Mačkowiak C., Mačkowiak T., Majer J. (1988), *Okolice Łodzi. Szlaki turystyczne*, Wydawnictwo PTTK „KRAJ”, Warszawa.
- Bański J., Stola W. (2002), *Przemiany struktury przestrzennej i funkcjonalnej obszarów wiejskich w Polsce*, „Studia Obszarów Wiejskich”, 3, s. 1–117.
- Baraniecka M.D. (1968), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łęczycza (552)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Baraniecka M.D. (1971), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kamięnsk (736)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Barbag J., Dylkowa A. (1968), *Geografia Polski, cz. I: Środowisko geograficzne i gospodarka człowieka*, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa.
- Bateman M.D., Van Huissteden J. (1999), *The timing of last-glacial periglacial and Aeolian event, Twente, eastern Netherlands*, „Journal of Quaternary Science”, 14, s. 277–283.
- Bednarek R., Prusinkiewicz Z. (1997), *Geografia gleb*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Bezowska G. (1991), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Zduńska Wola (662)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

- Bezowska G. (1993), *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Zduńska Wola (662)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Bieńkowski A. (2001), *Turystyka jako forma rewitalizacji terenów wiejskich*, „Zeszyty Naukowe Ostrołęckiego Towarzystwa Naukowego”, 15, s. 83–94.
- Bogacki M. (1969), *Wydmy Równiny Kurpiowskiej*, „Prace Geograficzne IG PAN”, 75, s. 327–354.
- Böse M. (1991), *A palaeoclimatic interpretation of Frost-wedge casts and aeolian sand deposits in the lowlands between Rhine and Vistula in the Upper Pleniglacial and Late Glacial*, „Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.”, 90, s. 15–28.
- Brzeziński H. (1986), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Głowno (591)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Brzeziński H. (1992), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Sulejów (702)*, 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.
- Buchwald K., Engelhardt W. (1975), *Kształtowanie krajobrazu a ochrona przyrody*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Buraczyński J. (1997), *Roztocze*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Zakład Geografii Regionalnej, Lublin.
- Burzyński S. (2015), *Intensywne wyreby w Bolimowskim Parku Krajobrazowym niepokoją turystów*, „Dziennik Łódzki” 16.04, <https://dzienniklodzki.pl/intensywne-wyreby-w-bolimowskim-parku-krajobrazowym-niepokoja-turystow/ar/3824205> (dostęp: 05.07.2020).
- Castel I.I.Y., Koster E.A., Slotboom R.T. (1989), *Morphogenetic aspects and age of Late Holocene eolian drift sands in Northwest Europe*, „Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.”, 33, s. 1–26.
- Chmielewska M., Chmielewski W. (1960), *Stratigraphie et chronologie de la dune de Witów, district de Łęczyca*, „Biuletyn Peryglacjalny”, 8, s. 133–142.
- Chmielewska M., Chmielewski W. (1975), *Paleolit w Polsce Środkowej*, „Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi. Seria Archeologiczna”, 22, s. 9–26.
- Chrzanowski J., Nalewajko J. (1988), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łask (663)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Chudzik A. (2002), *Gospodarka leśna*, [w:] J. Jakubowska-Gabara, J. Markowski (red.), *Bolimowski Park Krajobrazowy. Monografia przyrodnicza*, Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej, Łódź, s. 113–120.
- Cieszewska A. (2008), *Zasady organizacji turystyki i wypoczynku na obszarach leśnych w krajach Unii Europejskiej*, „Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej”, 19, s. 179–192.
- Czarecki A., Heffner K. (2008), *„Drugie domy” a zrównoważony rozwój obszarów wiejskich*, „Wieś i Rolnictwo”, 4 (141), s. 29–46.
- Czarnowski M.S. (1978), *Zarys ekologii roślin lądowych*, PWN, Warszawa.

- Czyżewska K. (2002), *Roślinność napiaskowa*, [w:] J. Jakubowska-Gabara, J. Markowski (red.), *Bolimowski Park Krajobrazowy. Monografia przyrodnicza*, Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej, Łódź, s. 38–40.
- Dutkiewicz L. (1992), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Parzęczew (589)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dulias R. (2004), *Lotne piaski na obszarze Wyżyny Częstochowskiej w XX wieku*, [w:] J. Wojtanowicz (red.), *Formy i osady eoliczne*, Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań, s. 5–13.
- Dulias D., Pełka-Gościniak J., Szczypek T. (2003), *Zmiany antropogeniczne utrwalone w osadach i rzeźbie eolicznej Wyżyny Śląsko-Krakowskiej*, [w:] A.M. Waga, K. Kocel (red.), *Człowiek w środowisku przyrodniczym – zapis działalności*, PTG – Oddział Katowicki, Sosnowiec, s. 29–37.
- Dulias R., Pełka-Gościniak J., Szczypek T. (2008), *Influence of human activity on the development of aeolian processes in the Silesian-Cracow Upland (Poland)*, „Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.”, 52, s. 15–33.
- Dylikowa A. (1958), *Próba wyróżnienia faz rozwoju wydm w okolicach Łodzi*, „Acta Geographica Lodziensia”, 8, s. 233–268.
- Dylikowa A. (1967), *Wydmyny środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu*, [w:] R. Galon, J. Dylik (red.), *Czwartorzęd Polski*, PWN, Warszawa, s. 353–371.
- Dylikowa A. (1968), *Fazy rozwoju wydm w środkowej Polsce w schyłkowym plejstocenie*, „Folia Quaternaria”, 29, s. 119–126.
- Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory, art. 2, Dziennik Urzędowy L 206, 22/07/1992 P.0007-0050.
- Dzieduszyńska D. (2011), *Ochłodzenie młodszego dryasu i jego efekty morfogenetyczne w regionie łódzkim*, „Acta Geographica Lodziensia”, 98.
- Dzwonko Z., Gawroński S. (1994), *The role of woodlands fragments, soil types, and dominant species in secondary succession on the western Carpathian foothills*, „Vegetatio”, 111, s. 149–160.
- Fabijański P. (2018), *Las. Przewodnik poszukiwacza*, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa.
- Forysiak J., Kamiński J. (1999), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Uniejów (588)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Forysiak J., Borówka R.K., Kloss M., Obremska M., Okupny D., Żurek S. (2012), *Geologiczna i geomorfologiczna charakterystyka torfowiska Rąbień oraz wstępne wyniki badań osadów biogenicznych*, „Acta Geographica Lodziensia”, 100, s. 65–76.
- Galon R. (1958), *Z problematyki wydm śródlądowych w Polsce*, [w:] tegoż (red.), *Wydmyny śródlądowe Polski*, PWN, Warszawa, s. 13–31.
- Gawlik H. (1969), *Wydmyny w Kotlinie Szczercowskiej*, „Prace Geograficzne IG PAN”, 75, s. 249–288.
- Gawlik H. (1970), *Geomorfologia Kotliny Szczercowskiej*, „Acta Geographica Lodziensia”, 26.
- Goździk J. (1980), *Zastosowanie morfometrii i graniformometrii do badań osadów w kopalni węgla brunatnego Bełchatów*, „Studia Regionalne”, IV (IX), s. 101–114.

- Goździk J. (1991), *Sedimentological record of aeolian processes from Upper Plenivistulian and the turn of Pleni- and Latevistulian in Central Poland*, „Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.”, 90, s. 51–60.
- Goździk J. (2007), *The Vistulian aeolian succession in central Poland*, „Sedimentary Geology”, 193 (1–4), s. 211–220.
- Goździk J., Kobojeck S. (2016), *Źródła piasków wydmych oraz geomorfologiczne uwarunkowania dróg transportu i miejsc akumulacji w Pasie Wydmych Małej Panwi i Stobrawy*, [w:] J. Święchowicz, A. Michno (red.), *Wybrane zagadnienia geomorfologii eolicznej*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 185–210.
- Goździk J., Mycielska-Dowgiałło E. (1982), *Badania wpływu niektórych procesów geologicznych na przekształcenia powierzchni ziarn kwarcu*, „Przegląd Geologiczny”, 54, 3, s. 219–241.
- Goździk J., Zieliński T. (1996), *Sedymentologia vistuliańskich osadów małych dolin środkowej Polski – przykłady z kopalni Bełchatów*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego”, 373, s. 67–77.
- Grzybowski K. (1968), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Lubień (738)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Grzywacz A. (2007), *Las twoim bogactwem*, Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzcyk, Warszawa.
- Heiding H.A. (1984), *Indications of severe drought during the 10th century AD from an inland dune area in the Central Netherlands*, „Geologie en Mijnbouw”, 63, s. 241–248.
- Hilgers A. (2007), *The Chronology of Late Glacial and Holocene Dune Development in the Northern Central European Lowland Reconstructed by Optically Stimulated Luminescence (OSL) Dating*, University of Köln, Cologne.
- Holling C.S. (1973), *Resilience and stability of ecological systems*, „Annual Review of Ecology and Systematics”, 4, s. 1–23.
- Izmailow B. (2007), *Zapis zmian warunków rozwoju wydmy w ich morfologii i strukturze*, [w:] E. Smolska, D. Giriat (red.), *Rekonstrukcja dynamiki procesów geomorfologicznych – formy rzeźby i osady*, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa, s. 233–237.
- Jakubowska-Gabara J. (2002), *Roślinność leśna*, [w:] J. Jakubowska-Gabara, J. Markowski (red.), *Bolimowski Park Krajobrazowy. Monografia przyrodnicza*, Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej, Łódź, s. 26–32.
- Jakubowska-Gabara J., Kucharski L., Markowski J. (2002), *Rezerваты przyrody*, [w:] J. Jakubowska-Gabara, J. Markowski (red.), *Bolimowski Park Krajobrazowy. Monografia przyrodnicza*, Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej, Łódź, s. 89–95.
- Jeziorski J. (2013), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piątek (553)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Józefaciuk A., Józefaciuk C. (1995), *Erozja agroekosystemów*, Państwowy Inspektorat Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Kalińska E. (2008), *Zmienność cech teksturalnych osadów południowego obrzeżenia Równiny Łowicko-Błońskiej między Jaktorowem i Żyrardowem*, „Landform Analysis”, 9, s. 151–154.
- Kamiński J. (1989), *Wpływ holocenijskich procesów eolicznych na kształtowanie dna doliny Moszczenicy*, „Acta Geographica Lodziensia”, 59, s. 11–19.

- Kamiński J. (1993), *Późnoplejstocenska i holocenska transformacja doliny Moszczenicy jako rezultat zmian srodowiska naturalnego oraz dzialalnosci czlowieka*, „Acta Geographica Lodziensia”, 64.
- Kasse C. (1999), *Late pleniglacial and late glacial aeolian phases in the Netherlands*, [w:] W. Schirmer (red.), *Dunes and Fossil Soils*, Lit Verlag, Münster, GeoArchaeoRhein, 3, s. 61–82.
- Kida J. (2009), *Procesy niweo-eoliczne na przedpolu Sudetów Środkowych*, [w:] R. Dulias, J. Pełka-Gościński, O. Rahmonov (red.), *Ekosystemy piaszczyste i czlowiek*, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec, s. 103–110.
- Kielczewski B., Wiśniewski J. (2004), *Kulturotwórcza rola lasu*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań.
- Kistowski M. (2000), *Problemy oceny wrażliwości srodowiska przyrodniczego na antropopresję jako element strategicznych ocen oddziaływania na srodowisko*, „Problemy Ocen Środowiskowych”, 3, s. 22–28.
- Klajnert Z., Kobjek E. (2003), *The origin and age of „huge alluvial fans” in the eastern part of the Warsaw-Berlin Pradolina*, „Quaestiones Geographicae”, 22, s. 17–21.
- Klatkowska H. (1990), *Rôle de la morphogenèse périglaciaire sur le Plateau de Łódź*, Colloque Polonaise-et Française, Łódź, s. 1–37.
- Klatkowska H. (1992), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Warta (624)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Klatkowska H. (1993), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Zgierz (590)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Klatkowska H., Czyż J., Forsyński J. (2007), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Szadek (625)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Klimaszewski M. (1981), *Geomorfologia*, PWN, Warszawa.
- Klimko R. (1973), *Morfogeneza zachodniej części Międzyrzecza Warciańsko-Noteckiego*, „Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią. Seria A. Geografia Fizyczna”, XXVI, s. 21–76.
- Kłysiak K. (2001), *Warunki klimatyczne*, [w:] S. Liszewski (red.), *Zarys monografii województwa łódzkiego*, Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź, s. 68–81.
- Kobendza J. (1966), *Puszcza Kampinoska*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Kobendza J., Kobendza R. (1945), *Materiały przyrodnicze do projektu rozplanowania Puszczy Kampinoskiej*, Spółdzielnia Wydawnicza Czytelnik, Warszawa.
- Kobendza J., Kobendza R. (1958), *Rozwiewane wydmy Puszczy Kampinoskiej*, [w:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*, PWN, Warszawa, s. 95–170.
- Kobjek E. (2000), *Morfogeneza doliny Rawki*, „Acta Geographica Lodziensia”, 77.
- Kobjek E. (2004), *Środowiskowe skutki melioracji i regulacji rzek w dolinie Bzury w okolicach Łowicza*, „Folia Geographica Physica”, 6, s. 31–46.
- Kobjek E. (2006), *Rola plejstocenskich procesów glacialnych i peryglacialnych w ukształtowaniu rzeźby okolic Rawy Mazowieckiej i Skierniewic*, „Czasopismo Geograficzne”, 77 (4), s. 270–289.
- Kobjek E. (2009), *Naturalne uwarunkowania różnych reakcji rzek nizinnych na antropopresję na przykładzie środkowej Bzury i jej dopływów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Kobjek E. (2015), *Wpływ warunków klimatycznych na system fluwialny i melioracje wodne w pradolinach w rejonie Łowicza i Koźmina (Polska Środkowa)*, „Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska”, 70, s. 381–390.

- Kobojek E., Kobojek S. (2000), *Osady i procesy stokowe na Wyżynie Częstochowskiej i Wieluńskiej oraz Wysoczyźnie Rawskiej*, „Acta Geographica Lodziensia”, 78, s. 7–42.
- Kobojek E., Kobojek S. (2003), *Badania litologiczne osadów stokowych okolic Częstochowy (Wyżyna Częstochowska) i Raducza (Wysoczyzna Rawska)*, „Prace i Studia Geograficzne”, 33, s. 7–24.
- Kobojek E., Kobojek S. (2012), *Środowisko przyrodnicze i zagospodarowanie form eolicznych w gminie Szadek*, „Biuletyn Szadkowski”, 12, s. 5–25.
- Kobojek E., Kobojek S. (2019), *Walory przyrodnicze i zagospodarowanie turystyczne wydm śródlądowych na przykładzie regionu łódzkiego*, „Space – Society – Economy”, 29, s. 25–44.
- Kobojek S. (1990), *Elementy peryglacjalne w budowie geologicznej i rzeźbie północnej części Wyżyny Częstochowskiej*, „Acta Geographica Lodziensia”, 60.
- Kobojek S. (2004), *Rola procesów eolicznych w denudacji obszarów wyżynnych Polski w wistulianie*, „Prace Geograficzne IGiPZ PAN”, 200, s. 167–185.
- Kolstrup E.A. (1982), *Cover sand and cover sand stratigraphy in southern Denmark*, „Geografisk Tidsskrift”, 82, s. 88–91.
- Kondracki J. (1998), *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Konecka-Betley K. (2003), *Gleby*, [w:] R. Andrzejewski (red.), *Kampinoski Park Narodowy*, t. 1: *Przyroda Kampinoskiego Parku Narodowego*, Kampinoski Park Narodowy, Izabelin, s. 97–133.
- Kornaś J. (1972a), *Wpływ człowieka i jego gospodarki na szatę roślinną Polski. Flora synantropijna*, [w:] W. Szafer, K. Zarzycki (red.), *Szata roślinna Polski*, t. I, PWN, Warszawa, s. 95–128.
- Kornaś J. (1972b), *Zespoły wydm nadmorskich i śródlądowych*, [w:] W. Szafer, K. Zarzycki (red.), *Szata roślinna Polski*, t. I, PWN, Warszawa, s. 297–309.
- Kossmann O. (1930), *W wydmie aleksandrowskiej*, „Czasopismo Towarzystwa Przyrodniczego Staszica w Łodzi”, 4, s. 6–11.
- Koster E.A. (1988), *Ancient and modern cold-climate aeolian sand deposition: a review*, „Journal of Quaternary Science”, 3 (1), s. 69–83.
- Koster E.A. (1995), *Progress in cold-climate aeolian research*, „Quaestiones Geographicae Special Issue”, 4, s. 155–163.
- Koster E.A. (2009), *The history of Late Holocene drift sands in the Netherlands: origin and reactivation*, [w:] R. Dulias, J. Pełka-Gościniak, O. Rahmonov (red.), *Ekosystemy piaszczyste i człowiek*, Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Sosnowiec, s. 111–134.
- Kowalski W. (1972), *Elementy nauk geologicznych dla inżynierów*, Politechnika Łódzka, Łódź.
- Kozarski S., Nowaczyk B. (1991a), *Lithofacies variation and chronostratigraphy of Late Vistulian and Holocene aeolian phenomena in northwestern Poland*, „Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.”, 90, s. 107–122.
- Kozarski S., Nowaczyk B. (1991b), *The late quaternary climate and human impact on aeolian processes in Poland*, „Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.”, 83, s. 29–37.
- Kozłowski J.K., Kozłowski S.K. (1977), *Epoka kamienia na ziemiach polskich*, PWN, Warszawa.
- Kozłowski S. (1986), *Surowce skalne Polski*, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.

- Kożuchowski K. (1995), *Współczesne ocieplenie w Polsce i problem globalnych zmian klimatu*, „Czasopismo Geograficzne”, 66 (3/4), s. 251–266.
- Kożuchowski K. (2005), *Meteorologia i klimatologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kożuchowski K. (2011), *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krajewski K. (1977), *Późnoplejstoceny i holoceny procesy wydymotwórcze w Pradolinie Warszawsko-Berlińskiej w widłach Warty i Neru*, „Acta Geographica Lodziensia”, 39.
- Krajewski K. (1997), *Holoceny poziomy organiczne w Nagórkach koło Grabowa Łęczyckiego*, „Folia Geographica Physica”, 1, s. 202–209.
- Krajewski K., Balwierz Z. (1985), *Stanowisko böllingu w osadach wydymowych schyłku wistulianu w Roślu Nowym k/Dąbia*, „Acta Geographica Lodziensia”, 50, s. 93–112.
- Krogulec E. (2004), *Ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej na podstawie przesłanek hydrodynamicznych*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Królikowski L. (1986), *Album gleb Polski*, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, PEN, Warszawa.
- Krygowski B. (1958), *Niektóre dane o piaskach wydym śródlądowych na terenie Polski i obszarach przyległych*, [w:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*, PWN, Warszawa, s. 73–86.
- Krysiak S. (1998), *Wpływ potencjału siedliskowego lithohydrotopów na formy użytkowania ziemi w środkowej części dorzecza Pilicy*, „Acta Geographica Lodziensia”, 74, s. 123–137.
- Krysiak S. (2014), *Rola odlogów i terenów rekreacyjnych we współczesnych przemianach krajobrazów wiejskich regionu łódzkiego*, „Studia Obszarów Wiejskich”, XXXV, s. 75–87.
- Krzemiński T. (1972), *Województwo łódzkie. Przewodnik*, Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa.
- Krzemiński T., Bezkowska G. (1987), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Widawa (698)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Kucharski L., Kurzac M., Kurzac T. (2000), *Rezerwat torfowiskowy „Torfowisko Rąbień” – plan ochrony na lata 2001–2020*, Wojewódzki Konserwator Przyrody, Łódź.
- Kurek W., Mika M. (2007), *Turystyka jako przedmiot badań naukowych*, [w:] W. Kurek (red.), *Turystyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kurowski J.K. (2015), *Ekologia i ochrona roślinności leśnej*, EKO-GRAF Adam Świć, Łódź.
- Kurowski J.K., Andrzejewski H., Kiedrzyński M. (2009), *Ochrona szaty roślinnej i krajobrazu*, [w:] J.K. Kurowski (red.), *Szata roślinna Polski Środkowej*, Towarzystwo Ochrony Krajobrazu, Wydawnictwo EKO-GRAF, Łódź, s. 139–163.
- Kurowski J.K., Kucharski L., Markowski J., Janiszewski T., Wojciechowski Z., Nadolski J., Kiedrzyński M., Socha G. (2013), *Ochrona siedlisk przyrodniczych i gatunków Natura 2000 w województwie łódzkim*, [w:] J.K. Kurowski (red.), *Obszary Natura 2000 w województwie łódzkim*, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź, s. 22–37.
- Kurowski S., Popielski W. (1991), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Gorkowice (737)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

- Kuta M. (2004), *Szumi las wokół nas. Leśny Kompleks Promocyjny „Lasy Spalsko-Rogowskie”*, POLIGRAFIA s.j., Łowicz.
- Kwapisz B. (1983), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Przedbórz (775)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Lencewicz S. (1922), *Wydmny śródlądowe Polski*, „Przegląd Geograficzny”, II, s. 12–59.
- Lencewicz S. (1927), *Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla*, „Prace Państwowego Instytutu Geologicznego”, 2, s. 66–226.
- Lencewicz S., Małkowski S. (1953), *Wydmny śródlądowe Polski*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Lindé K., Mycielska-Dowgiałło E. (1980), *Some experimentally produced microtextures on grain surfaces of quartz sand*, „Geografiska Annaler. Series A. Physical Geography”, 62, A, 3–4, s. 171–184.
- Lijewski T., Mikulski B., Wyrzykowski J. (2002), *Geografia turystyki Polski*, PWE, Warszawa.
- Lóki J., Szabó J. (2009), *Size and relations of wind erosion and drought as natural hazards in Hungary*, [w:] R. Dulias, J. Pełka-Gościński, O. Rahmonov (red.), *Ekosystemy piaszczyste i człowiek*, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec, s. 135–141.
- Madeyska T. (1998), *Zróżnicowanie roślinności Polski u schyłku ostatniego zlodowacenia*, „Studia Geologica Polonica”, 113, s. 137–180.
- Makowska-Iskierka M., Włodarczyk B. (2012), *Podmiejskie letniska Łodzi w okresie międzywojennym*, [w:] J. Kowalczyk-Anioł, M. Makowska-Iskierka (red.), *Turystyka. Moda na sukces*, „Warsztaty z Geografii Turyzmu”, 2, s. 83–112.
- Małkowski S. (1912), *Wydmny piaszczyste okolic Sadowego*, „Kosmos”, XXXVI.
- Małkowski S. (1917), *O wydmach piaszczystych okolic Warszawy*, Towarzystwo Naukowe Warszawskie, Warszawa.
- Manikowska B. (1966), *Gleby młodszego plejstocenu w okolicach Łodzi*, „Acta Geographica Lodziensia”, 22.
- Manikowska B. (1977), *The development of the soil cover in the Late Pleistocene and the Holocene in the light of fossil soils from dunes in Central Poland*, „Quaestiones Geographicae”, 4, s. 1091–1028.
- Manikowska B. (1985), *O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydm Polski Środkowej*, „Acta Geographica Lodziensia”, 52.
- Manikowska B. (1992), *Procesy eoliczne w okresie 20 000–8000 lat BP na obszarach piaszków pokrywowych i wydm w Polsce*, „Przegląd Geologiczny”, 40 (10), s. 595–596.
- Manikowska B. (1995), *Aeolian activity differentiation in the area of Poland during the period 20–8 ka BP*, „Biuletyn Peryglacjalny”, 34, s. 125–165.
- Marosik P. (2011), *Wydma i torfowisko „Rąbień” w Aleksandrowie Łódzkim w świetle badań geomorfologicznych*, [w:] E. Niesiołowska-Śreniowska, D.K. Płaza, P. Marosik, Z. Balwierz (red.), *Obozowiska ze starszej i środkowej epoki kamienia w Aleksandrowie Łódzkim w kontekście analizy środowiska naturalnego*, Fundacja Badań Archeologicznych K. Jażdżewskiego, Łódź, s. 11–36.
- Maruszczak H. (1998), *Naturalne tendencje zmian krajobrazu Polski Środkowej w ciągu ostatnich piętnastu stuleci*, „Acta Geographica Lodziensia”, 74, s. 149–160.
- Matuszkiewicz W., Sikorski P., Szwed W., Wierzbka M. (2012), *Zbiorowiska roślinne Polski. Lasy i zarośla*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- Migoń P. (2006), *Geomorfologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Mojski J.E. (2005), *Ziemia polskie w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Molga M. (1970), *Meteorologia rolnicza*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Mrózek W. (1958), *Wydmy Kotliny Toruńsko-Bydgoskiej*, [w:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*, cz. II, PWN, Warszawa, s. 7–59.
- Mycielska-Dowgiałło E. (1995), *Wybrane cechy teksturalne osadów i ich wartość interpretacyjna*, [w:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red.), *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, s. 29–105.
- Nienartowicz A., Cyzman W., Kunz M., Deptuła M. (2001), *Różnorodność gatunkowa lasów naturalnych i odtworzonych na gruntach porolnych*, „Prace Geograficzne”, 179, s. 51–68.
- 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 Komisji Geograficzno-Geologicznej PTPN”, 16.
- Nowaczyk B. (1986a), *Wiek wydym w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Poznań.
- Nowaczyk B. (1986b), *Wiek wydym, ich cechy granulometryczne i strukturalne a schemat cyrkulacji atmosferycznej w Polsce w późnym wistulianie i holocenie*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Seria Geografia, 28.
- Nowaczyk B. (1986c), *Eolian cover sands in Central-West Poland*, „Quaestiones Geographicae”, 3, s. 57–77.
- Nowaczyk B. (2000), *Development of dunes and eolian cover sands in Poland in the Late Vistulian and Holocene*, [w:] *Polish Geography: Problems, Researches, Applications*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 133–151.
- Nowaczyk B. (2009), *Wydmy i niecki deflacyjne w zachodniej części Pradoliny Głogowsko-Baruckiej*, [w:] R. Dulias, J. Pełka-Gościniak, O. Rahmonov (red.), *Ekosystemy piaszczyste i człowiek*, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec, s. 142–150.
- 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.
- Nowicki K., Trzmiel B. (1987), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łódź Wschód (628)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Obiekty geoturystyczne w regionie łódzkim* (2011), Departament Kultury Fizycznej, Sportu i Turystyki, Urząd Marszałkowski w Łodzi.
- Odum E.P. (1969), *The strategy of ecosystem development*, „Science”, 164, s. 262–270.
- Olaczek R. (1972), *Pabianice – Bełchatów – Łękińsko – Lgota – Radomsko*, [w:] T. Krzemieński (red.), *Województwo łódzkie. Przewodnik*, Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa, s. 298–311.
- Olaczek R. (2002), *Rzeka w życiu lokalnej społeczności (Opowieść o Bzurze)*, [w:] J. Kułtuniak (red.), *Rzeki. Kultura – cywilizacja – historia*, Wydawnictwo Śląskie, Katowice, s. 183–214.

- Olczyk R. (2008), *Skarby przyrody i krajobrazu Polski*, MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Pardała W. (2015), *Problemy funkcjonalne, techniczne i społeczne drewnianej architektury letniskowej okolic Łodzi*, „Budownictwo i Architektura”, 14, s. 59–72.
- Paszyński J., Niedźwiedz T. (1991), *Klimat*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa, s. 296–355.
- Pelisiak A., Kamiński J. (2004), *Geneza i wiek osadów w dolinie Grabi na stanowisku Ldzań w świetle osadnictwa pradziejowego*, [w:] D. Ablamowicz, Z. Śnieszko (red.), *Zmiany środowiska geograficznego w dobie gospodarki rolno-hodowlanej. Studia z obszaru Polski*, Muzeum Śląskie w Katowicach, Stowarzyszenie Naukowe Archeologów Polskich – Oddział Katowice, Katowice, s. 184–196.
- Pernarowski L. (1958), *Z badań nad wydymami Dolnego Śląska*, [w:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*, PWN, Warszawa, s. 171–199.
- Petera-Zganiacz J., Dzieduszyńska D.A. (2017), *Palaeoenvironmental proxies for permafrost presence during the Younger Dryas, Central Poland*, „Permafrost and Periglacial Processes”, 28 (4), s. 726–740.
- Pilarczyk L. (1958), *Wydmy Międzyrzecza Warciańsko-Noteckiego*, [w:] R. Galon (red.), *Wydmy śródlądowe Polski*, PWN, Warszawa, s. 87–94.
- Plit J. (1998), *Dynamika przekształceń krajobrazów roślinnych Mazowsza w ciągu ostatnich 150 lat*, „Acta Geographica Lodziensia”, 74, s. 185–197.
- Podbielkowski Z. (1992), *Rośliny wydym*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Potęga E. (1956), *Lasy turystyczno-wypoczynkowe województwa łódzkiego*, Liga Ochrony Przyrody – Zarząd Okręgu Łódzkiego, Kraków.
- Prusinkiewicz Z. (1994), *Leksykon ekologiczno-gleboznawczy*, PWN, Warszawa.
- Prusinkiewicz Z., Bednarek R. (1991), *Gleby*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa, s. 387–412.
- Ptaszycka-Jackowska D., Baranowska-Janota M. (1998), *Przyrodnicze obszary chronione. Możliwości użytkowania*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
- Racinowski R., Coufal R. (1999), *Geologia inżynierska*, Politechnika Szczecińska, Szczecin.
- Rahmonov O. (2009), *Ecological conditions and the occurrence of *Spergulo morisonii* *Corynephorum*, *Festuco-Koelerietum glaucae* communities on inland sands*, [w:] R. Dulias, J. Pełka-Gościniak, O. Rahmonov (red.), *Ekosystemy piaszczyste i człowiek*, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec, s. 51–56.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Starkel L. (1991), *Zmiany klimatu i stosunków wodnych w holocenie*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa, s. 177–182.
- Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim* (2005), Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.
- Riksen M.J.P.M. (2006), *Wind Born(E) Landscapes. The Role of Wind Erosion in Agricultural Land Management and Nature Development*, Thesis Wageningen University.
- Rotnicki K. (1970), *Główne problemy wydym śródlądowych w Polsce w świetle badań wydym w Węglewicach*, „Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk”, 11 (2).

- Rózański S. (1979), *Osadnictwo a środowisko Polski*, PWN, Warszawa.
- Różycki F. (1966), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łódź Zachód (627)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Sarnacka Z. (1970), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczerców (735)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Schirmer W. (1999), *Dune phase and soils in the European sand belt*, [w:] tegoż (red.), *Dunes and Fossil Soils*, Lit Verlag, Münster, GeoArchaeoRhein, 3, s. 11–42.
- Skompski S. (1971), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Brzeźnica (772)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Skrzypski J., Papiernik Ż. (2006), *Zmiany bioklimatu miast (na przykładzie Łodzi)*, PAN Oddział w Łodzi, Komisja Ochrony Środowiska, Łódź.
- Ślodyczek J. (2012), *Historia planowania i budowy miast*, Uniwersytet Opolski, Opole.
- Soczyńska U., Gutry-Korycka M., Pokojska P., Mikos D. (2003), *Water balance as base for proper water management in the Łasica (Kampinoski National Park)*, „International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology”, 3 (3), s. 291–309.
- Somorowska U. (2006), *Wpływ stanu retencji podziemnej na proces odpływu w zlewni nizinnej*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Stanley S.M. (2002), *Historia Ziemi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Starkel L. (1999), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Stopczyński M. (2013), *Szczypiorniak i Kowaliki*, [w:] J.K. Kurowski (red.), *Obszary Natura 2000 w województwie łódzkim*, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź, s. 135–136.
- Stopczyński M., Zajac I. (2013), *Święte Ługi*, [w:] J.K. Kurowski (red.), *Obszary Natura 2000 w województwie łódzkim*, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź, s. 142–145.
- Stopczyński M., Zajac I., Wolańska-Kamińska A., Kucharski L. (2013), *Silne Błota*, [w:] J.K. Kurowski (red.), *Obszary Natura 2000 w województwie łódzkim*, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź, s. 133–134.
- Strzałko J., Mossor-Pietraszewska T. (1999), *Kompendium wiedzy o ekologii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Strzemski M. (1957), *Efekty erozji wietrznej gleb na terenie południowo-wschodniej Polski w lutym 1956 r.*, „Przegląd Geograficzny”, 29 (2), s. 371–374.
- Sulmierski F., Chlebowski B., Walewski W. (1880), *Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*, t. I, Nakładem Filipa Sulimierskiego i Władysława Walewskiego, Warszawa, s. 523–524.
- Sulmierski F., Chlebowski B., Walewski W. (1883), *Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*, t. IV, Nakładem Władysława Walewskiego, Warszawa.
- Szałamacha G. (1992), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Sławno (703)*, 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. (1976), *Wydmny okolic Zaniemyśla*, „Geographia. Studia et Dissertationes”, 1 (156), s. 67–88.
- Szczypek T. (1986), *Dune forming processes in the middle part of the Cracow-Wielun upland against a background of the neighbouring area*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach”, 823.
- Szczypek T. (1986), *Procesy wydmotwórcze w środkowej części Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej na tle obszarów przyległych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach”, 832.
- 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, s. 171–177.
- Szczypek T., Wach J. (1993), *Antropogenicznie uwarunkowane procesy i formy eoliczne na Wyżynie Śląskiej*, Stowarzyszenie Geodetów Polskich, Poznań.
- Szczypek T., Wach J., Wika S. (1994), *Zmiany krajobrazów Pustyni Błędowskiej*, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec.
- Szubert M. (2012), *Województwo łódzkie*, [w:] R. Malarz, Ł. Gawęł (red.), *Walory i atrakcje turystyczno-krajoznawcze Polski*, Wydawnictwo Attyka, Kraków, s. 65–71.
- Trembaczowski J. (1976), *Piaski wydmowe obszaru Borig del els (NW Mongolia)*, „Geographia. Studia et Dissertationes”, 1 (156), s. 21–52.
- Trzmiel B. (1990), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Tomaszów Mazowiecki (667), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Trzmiel B. (1993), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Brzeziny (629), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Turkowska K., Wieczorkowska J. (1987), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Pabianice (664), Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Turkowska K., Wieczorkowska J. (1994), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Tuszyn (665), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Twardy J. (2008), *Transformacja rzeźby centralnej części Polski Środkowej w warunkach antropopresji*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Twardy J. (2009), *Bezpośredni zapis uprawy ziemi w osadach stokowych i eolicznych w centralnej Polsce*, [w:] L. Domańska, P. Kittel, J. Forysiak (red.), *Środowisko – Człowiek – Cywilizacja*, t. 2: *Środowiskowe uwarunkowania lokalizacji osadnictwa*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 323–328.
- Twardy J. (2012), *Influence of man and climate changes on relief and geological structure transformation in central Poland since the Neolithic*, „Geographia Polonica”, 84 (1), s. 163–178.
- Twardy J. (2016), *Antropogeniczna faza wydmotwórcza w środkowej Polsce*, [w:] J. Święchowicz, A. Michno (red.), *Wybrane zagadnienia geomorfologii eolicznej*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, s. 157–183.
- Twardy J. (2019), *Przemiany wybranych form rzeźby terenu województwa łódzkiego w ostatnim stuleciu*, „Acta Geographica Lodziensia”, 9, s. 11–28.
- Twardy J., Forysiak J., Żurek S. (2010), *Torfowisko Żabieniec – warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.

- Urbaniak-Biernacka U. (1972), *Obserwacje hydrologiczne w wydmach Puszczy Kampińskiej*, „Przegląd Geograficzny”, XLIV (4), s. 731–743.
- Urbaniak-Biernacka U. (1976), *Badania wydym środkowej Polski z wykorzystaniem metod statystycznych*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Geodezja”, 17.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (2004), Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz. 880.
- Warężak J. (1952), *Osadnictwo Kasztelani Łowickiej (1136–1847)*, cz. I, Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Wydział III, 6.
- Wasylikowa K. (1964), *Roślinność i klimat późnego glacjału w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy*, „Biuletyn Peryglacjalny”, 13, s. 261–376.
- Wasylikowa K. (1999), *Przemiany roślinności jako odbicie procesów wydymotwórczych i osadniczych w młodszym dryasie i holocenie na stanowisku archeologicznym w Witowie koło Łęczycy*, „Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi. Seria Archeologiczna”, 41, s. 95–105.
- Wągrowski A. (1987), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Rzejowice (774)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Wągrowski A. (1990), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Radomsko (773)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Weiner J. (1999), *Życie i ewolucja biosfery*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Welc-Jędrzejewska J. (2002), *Środowisko kulturowe*, [w:] J. Jakubowska-Gabara, J. Markowski (red.), *Bolimowski Park Krajobrazowy. Monografia przyrodnicza*, Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej, Łódź, s. 99–106.
- Wężyk M., Andrzejewski H. (2005), *Ochrona przyrody i krajobrazu*, [w:] *Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2004 roku*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź, s. 191–206.
- Wibig J. (2012), *Klimat Polski. Zmiany współczesne i perspektywy na przyszłość*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- 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, Uniwersytet Łódzki, Łódź, s. 96–104.
- Wojtanowicz J. (1991), *Procesy eoliczne*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa, s. 427–430.
- Woronko B., Zieliński P., Sokołowski R.J. (2015), *Climate evolution during the Pleniglacial and Late Glacial as recorded in quartz grain morphoscopy of fluvial to Aeolian successions of the European Sand Belt*, „Geologos”, 2, s. 89–103.
- Wozniowa B. (2009), *Zróżnicowanie siedlisk i drzewostanów w lasach gminy Szadek*, „Biuletyn Szadkowski”, 9, s. 119–133.
- Zajac I., Traut-Seliga A., Kucharski L., Wojciechowski Z. (2013), *Łąki Cieblowickie*, [w:] J.K. Kurowski (red.), *Obszary Natura 2000 w województwie łódzkim*, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź, s. 139–141.
- Zaręba R. (1981), *Puszcze, bory i lasy Polski*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Zawadzki S. (1999), *Gleboznawstwo*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

- Zeeberg J. (1998), *The European sand belt in eastern Europe and comparison of Late Glacial dune orientation with GCM simulation results*, „Boreas”, 27, s. 127–139.
- Ziarnickaja V.P. (1996), *Paleogeografia białoruskiego Polesia w późnym glacie i holocenie*, „Przegląd Geograficzny”, 68 (1–2), s. 137–149.
- Zięba S. (2002), *Ekosystem leśny wartością człowieka*, Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Człowieka KUL, Warszawa, Lublin.
- Ziomek J. (1986), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piotrków Trybunalski (701)*, Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Ziomek J. (1992), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Bełchatów (700)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Ziomek J. (2001), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Opoczno (704)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Ziomek J. (2013), *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Osjaków (734)*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Żurek S., Pazdur A. (1999), *Zapis zmian paleohydrologicznych w rozwoju torfowisk Polski*, [w:] A. Pazdur, A.J. Bluszcz, W. Stankowski, L. Starkel (red.), *Geochronologia górnego czwartorzędu Polski w świetle datowania radiowęglowego i luminescencyjnego*, Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej, Gliwice, s. 215–228.

Źródła internetowe

- http://aleksandrow-lodzki.pl/strona-108-Zagospodarowanie_przestrzenne.html (dostęp: 17.06.2020).
- <https://atlas.roslin.pl/plant/7271> (dostęp: 21.09.2020).
- https://canna.pl/tuszyn/index.php?page=historia_ogrod (dostęp: 27.09.2020).
- https://lowiczanie.info/wiki/index.php/Huta_Szkła_w_Belchowie (dostęp: 26.06.2020).
- <https://open.uj.edu.pl/mod/page/view.php?id=66> (dostęp: 17.07.2020).
- https://pl.wikipedia.org/wiki/R%C4%85bie%C5%84_AB#/media/Plik:Torfowisko_Rabie%C5%841.JPG (dostęp: 25.09.2020).
- <https://www.gminapiatek.pl/turystyka/silne-blotka/> (dostęp: 31.10.2020).
- <http://www.polskiezabytki.pl/m/obiekt/2314/stanislawow/> (dostęp: 25.09.2020).
- <http://www.reconnet.pl/printview.php?t=5007&start=0> (dostęp: 25.09.2020)
- www.wios.lodz.pl (dostęp: 29.06.2020).

SPIS ILUSTRACJI I TABEL

Ryc. 1. Zespół wydym na Saharze, na południu Maroka	8
Ryc. 2. Wędrująca wydma nadmorska na południowym wybrzeżu Bałtyku ...	8
Ryc. 3. Utrwalona przez roślinność leśną wydma śródlądowa w środkowej Polsce	9
Ryc. 4. Rozmieszczenie pokryw piaszczystych i pól wydmych w Europie powstałych w zimnym klimacie późnego vistulianu	9
Ryc. 5. Rozmieszczenie pól wydmych w regionie łódzkim	14
Ryc. 6. Miejsca lokalizacji wydym śródlądowych	15
Ryc. 7. Wydmy na wyższych poziomach pradolinnych	16
Ryc. 8. Okresy procesów wydmytówczych w późnym glacie i przewiewanie piasków wydmych w holocenie na tle faz suchych i chłodnych zaznaczonych w torfowiskach	18
Ryc. 9. Przekrój geologiczny przez wydmy	20
Ryc. 10. Elementy klasycznej wydmy parabolicznej	22
Ryc. 11. Piasek transportowany w wyniku procesu saltacji	23
Ryc. 12. Łagodnie nachylone laminy piaszczyste w wydmie śródlądowej	24
Ryc. 13. Wędrująca wydma w okolicach Aleksandrowa Łódzkiego zasypująca drzewa na początku XX w.	30
Ryc. 14. Piaski wydmy akumulowane na ścieżce w lesie jako skutek splukiwania przez wodę deszczową	32
Ryc. 15. Piaski drobnoziarniste budujące wydmy śródlądową w Teodorach ...	36
Ryc. 16. Cechy granulometryczne osadów eolicznych na tle innych utworów podłoża	36
Ryc. 17. Zmienność procentowej zawartości typów ziaren kwarcowych i stopień ich obróbki (R) w osadach o różnej genezie w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej	38
Ryc. 18. Zawartość skaleni w osadach neoplejstoczeńskich wschodniej części regionu łódzkiego	40
Ryc. 19. Główne kształty form wydmych w regionie łódzkim	42
Ryc. 20. Wydma paraboliczna z przerwaniem czołem w okolicach Grzybowa ..	43
Ryc. 21. Stok zawietrzny wydmy parabolicznej pokryty lasem sosnowym	43
Ryc. 22. Profile hipsometryczne wybranych wydym w okolicach Szadku	45
Ryc. 23. Wał piaszczysty w okolicach Babińca o układzie południkowym, równoległy do dna doliny Brodni	45
Ryc. 24. Profil pola wydmy z równoleżnikowo ułożonymi wydmy	46
Ryc. 25. Małe pagórki eoliczne w okolicach Jamna	48
Ryc. 26. Schemat wydmy śródlądowej z poziomem wód gruntowych i ich wpływ na warunki siedliskowe	49

Ryc. 27. Schemat procesu bielcowania	53
Ryc. 28. Las sosnowy na wydmie	55
Ryc. 29. Schemat rozmieszczenia naturalnej roślinności niżowej na tle warunków siedliskowych, wilgotności i kwasowości	56
Ryc. 30. Drzewa liściaste u podnóża wydmy kontrastujące z lasem sosnowym na piaskach wydmy	57
Ryc. 31. Strzępica sina zasypywana stopniowo przez piasek	58
Ryc. 32. Roślinność na torfowisku międzywydmowym	61
Ryc. 33. Wełnianka na torfowisku w zagłębieniu deflacyjnym	61
Ryc. 34. Rzadkie korony sosny na wydmach silnie przepuszczają światło	63
Ryc. 35. Krzywe pionowe rozkładu prędkości wiatru wewnątrz lasu sosnowego	64
Ryc. 36. Profil krajobrazowy terenów wydmy i ich najbliższego otoczenia	67
Ryc. 37. Sposoby użytkowania powierzchni wydmy w regionie łódzkim ..	68
Ryc. 38. Zasięg przestrzenny lasu w stosunku do formy wydmy	69
Ryc. 39. Zalesiona wydma wśród obszarów rolniczych. Strefa przejściowa ramienia wydmy i pól	70
Ryc. 40. Działalność deflacyjna i transportowa wiatru podczas suchej wiosny, przykład z Równiny Łowicko-Błońskiej	75
Ryc. 41. Wycinka drzew w Puszczy Bolimowskiej	77
Ryc. 42. Polana po wyciętym lesie na stoku wydmy w Rokitnicy	78
Ryc. 43. Przykład odrostów drzew na wydmy w Rokitnicy	78
Ryc. 44. Las na wydmy w rolniczym krajobrazie doliny Bzury	79
Ryc. 45. Pole żyta na obrzeżu ramienia wydmy	80
Ryc. 46. Działająca kopalnia piasku w wydmy i sąsiadujące z nią tereny wyeksploatowane obsadzone sosną, kopalnia Teodory	83
Ryc. 47. Zagłębienia w wydmy będące śladami wydobycia piasków eolicznych dla potrzeb pojedynczych właścicieli	84
Ryc. 48. Zalesione wydmy otaczające torfowisko z potorfowym zbiornikiem wodnym tzw. Silne Błota	86
Ryc. 49. Doły potorfowe wypełnione wodą w sąsiedztwie wydmy w Rąbieniu ..	86
Ryc. 50. Lokalizacja zabudowy wsi względem wydmy i wałów wydmy	88
Ryc. 51. Lokalizacja zabudowy w obrębie wydmy	89
Ryc. 52. Profile hipsometryczne wybranych wydmy oraz sposoby użytkowania terenu	90
Ryc. 53. Udział wydmy w różnych formach ochrony przyrody w województwie łódzkim	94
Ryc. 54. Ścieżka na zboczu ramienia wydmy	100
Ryc. 55. Sztuczny zbiornik wodny w sąsiedztwie zespołu wydmy, przykład w Rokitnicy	101
Ryc. 56. Pole piaszczyste sąsiadujące ze sztucznym zbiornikiem wodnym pełniącym funkcje rekreacyjne w Głownie	102
Ryc. 57. Plaża na brzegu sztucznego zbiornika wodnego utworzona na stoku wydmy w Tuszynie Lesie	102
Ryc. 58. Jasieniec piaskowy	103
Ryc. 59. Ośrodek wypoczynkowy w obrębie pola wydmy w Grotnikach ..	107

Ryc. 60. Piaszczysta plaża i molo na brzegu sztucznego zbiornika wodnego w Głownie	108
Ryc. 61. Willa z okresu międzywojennego w Tuszynie Lesie	109
Ryc. 62. Użytkowanie terenu i zagospodarowanie zespołu wydym w Rąbieniu, w strefie podmiejskiej między Łodzią i Aleksandrowem Łódzkim	110
Ryc. 63. Tereny zabudowy jednorodzinnej i rekreacyjnej w sąsiedztwie wydym w sołectwie Ruda-Bugaj	111
Ryc. 64. Zespół wydym między wsiami Teodory, Rokitnica i Barycz oraz sposób zagospodarowania ich sąsiedztwa	113
Ryc. 65. Zagospodarowanie wydmy i jej najbliższego otoczenia w okolicach Rawicza i Dziewulin	114
Ryc. 66. Dwór Stanisławów położony na wydmie	117
Ryc. 67. Rozwiewane piaski eoliczne pod Kampinosem w 1945 r.	121
Ryc. 68. Okresy prac regulacyjnych i melioracyjnych w pradolinach oraz uprawy niektórych pól wydymowych na tle warunków klimatycznych w XX w.	123
Ryc. 69. Drobne piaski akumulowane podczas zimowego tygodnia z silnym wiatrem	128
Ryc. 70. Wydma ustabilizowana przez las w Mystkowicach	129
Tab. 1. Ocena wrażliwości środowiska wydym, torfowisk i ich sąsiedztwa	126

W obrębie Nizy Europejskiego występuje szeroki pas piaszczysty, w skład którego wchodzi eoliczne piaski pokrywowe i wydmy śródlądowe. Wydmy są formami wypukłymi o różnych kształtach i znacznych wysokościach względnych, maksymalne do 30 m, dlatego są ważnymi elementami w krajobrazie równinnej części Europy, szczególnie Polski. Europejskie wydmy śródlądowe zostały ukształtowane przez wiatr w zimnych, peryglacjalnych warunkach klimatycznych późnego wistulianu. W holocenie, w warunkach klimatu umiarkowanego, zostały ustabilizowane przez lasy iglaste. Dopiero wycięcie lasów, głównie w czasach historycznych, spowodowało ponowne ożywienie procesów eolicznych, rozwiewanie, a nawet kształtowanie nowych form wydmy. Jeszcze w połowie XX wieku aktywne były procesy eoliczne w środkowej Polsce. W obrębie pól wydmy ukształtował się wyjątkowy ekosystem, o charakterze którego decydują znaczne miąższości piasków kwarcowych, ich duża przepuszczalność, nisko położony poziom wód gruntowych i ubogie gleby.

Celem publikacji jest ukazanie specyfiki ekosystemu wydmy śródlądowych oraz obecnego użytkowania i zagospodarowania pól wydmy na przykładzie badań w regionie łódzkim. Przeanalizowano charakter i funkcje lasów na wydmy, przydatność piasków eolicznych dla przemysłu i skutki eksploatacji, przyczyny i skalę rolniczego użytkowania powierzchni wydmy, lokalizację zabudowy wsi względem wydmy oraz pola wydmy w systemie obszarów chronionych. Szczególną uwagę zwrócono na walory pól wydmy i ich wykorzystanie w turystyce i rekreacji. Przedstawiono też przyczyny ożywienia procesów eolicznych w czasach historycznych. Podjęto próbę oceny stabilności i wrażliwości ekosystemów wydmy, a także wskazano zagrożenia wynikające z ocieplenia oraz antropopresji.

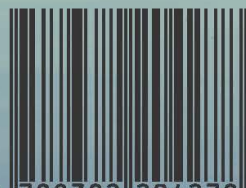


WYDAWNICTWO
UNIwersYTETU
ŁÓDZKIEGO

 wydawnictwo.unl.lodz.pl
 ksiegarnia@unl.lodz.pl
 (42) 665 58 63

Książka dostępna również
jako e-book

ISBN 978-83-8220-427-8



9 788382 204278