

ARTYKUŁY

Elżbieta KOBOJEK*, Sławomir KOBOJEK**

**ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE I ZAGOSPODAROWANIE
FORM EOLICZNYCH W GMINIE SZADEK**

WPROWADZENIE

Na obszarze Polski Środkowej występują pola piaszczyste z wydrami śródłądowymi, które stanowią główny element urozmaicający monotonną rzeźbę płaskich równin połudowcowych. Należą one do szerokiej strefy wydymowej Niżu Europejskiego. Szczegółowe badania osadów budujących pokrywy piaszczyste i wydmy w Polsce Środkowej wskazują na akumulację w środowisku eolicznym¹. Źródło piasku stanowiły warciańskie pola sandrowe i vistuliańskie powierzchnie teras rzecznych. W zimnych i suchych warunkach klimatycznych ziarna porywane były przez wiatr i transportowane głównie przez saltację na znaczne odległości. Grubsze piaski podlegały pełzaniu powierzchniowemu, a pyły transportowane były w zawieszeniu. Za ukształtowanie wydym odpowiadają wiatry zachodnie i północno-zachodnie w zimnych warunkach klimatycznych. Początek akumulacji piasków wydymowych datowany jest na ok. 14 000 lat BP. Wewnętrzna budo-

* Elżbieta Kobjek, dr hab., prof. nadzw. UŁ, Katedra Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, 90-142 Łódź, ul. Kopcińskiego 31.

** Sławomir Kobjek, dr, Katedra Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, 90-142 Łódź, ul. Kopcińskiego 31.

¹ A. Dylikowa, *Wydmy środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu*, [w:] *Czwartorzęd Polski*, red. R. Galon i J. Dylik, Warszawa 1967, s. 353–371; B. Manikowska, *O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydym Polski Środkowej*, „Acta Geographica Lodziensia” 1985, t. 52, s. 1–137; J. Goździk, *Sedimentological Record of Aeolian Processes from Upper Plenivistulian and the Turn of Pleni- and Latevistulian in Central Poland*, „Zeitschrift für Geomorphologie” N.F. Suppl. 1991, Bd. 90, s. 51–60.

wa wydmy, a zwłaszcza występowanie kopalnych gleb, pozwala wyróżnić serie eoliczne powstałe w kolejnych fazach wydymotwórczych. Działalność procesów eolicznych w starszym dryasie (11 000–10 800 lat BP) wpłynęła zasadniczo na kształt i rozmiary ogromnej większości współczesnych form wydymowych w Polsce Środkowej². W tym okresie zostały ukształtowane potężne formy wydymowe o charakterze wałów i paraboli, które w niewielkim stopniu zostały przekształcone w młodszym dryasie i starszym holocenie. W młodszym holocenie ewolucja wydym była większa, a dokonywała się pod wpływem działalności ludzkiej³.

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. W umiarkowanych warunkach klimatycznych holocenu wydmy pokryte były lasem, który zatrzymał ruchome piaski. Jednak wycięcie lasów, czyli odsłonięcie powierzchni zbudowanej z luźnych piasków, stało się przyczyną ożywienia procesów eolicznych. Także w dzisiejszych warunkach klimatycznych występuje wiatr, który ma zdolność do porwania i transportu ziaren piasku. Dlatego obecnie zdecydowaną większość wydym pokrywają lasy. Nawet w obszarach intensywnie użytkowanych rolniczo pojedyncze wydmy lub pagórki eoliczne są porośnięte lasami. Jest to zgodne z charakterem i odpornością środowiska.

Pola piasków eolicznych i wydmy stanowią także charakterystyczny element krajobrazu okolic Szadku. Urozmaicają one morenową wysoczyznę zbudowaną głównie z glin zwałowych i piasków fluwioglacjalnych, ukształtowaną w czasie zlodowacenia warciańskiego⁴, rozciętą przez doliny małych rzek Pichny i Brodny. Obecność wydym sprzyja wyraźnym deniwelacjom terenu. Rozmieszczenie pól piasków przewiewanych i wydym przedstawia ryc. 1 wykonana na podstawie mapy topograficznej w skali 1:100 000 oraz arkuszy map geologicznych: Szadek⁵, Lutomiernsk⁶ i Zduńska Wola⁷. Zaznaczone są wszystkie główne pola wydymowe, ale zarys wydym jest silnie zgeneralizowany i nie obejmuje najmniejszych form.

² B. Manikowska, *O glebach kopalnych...*

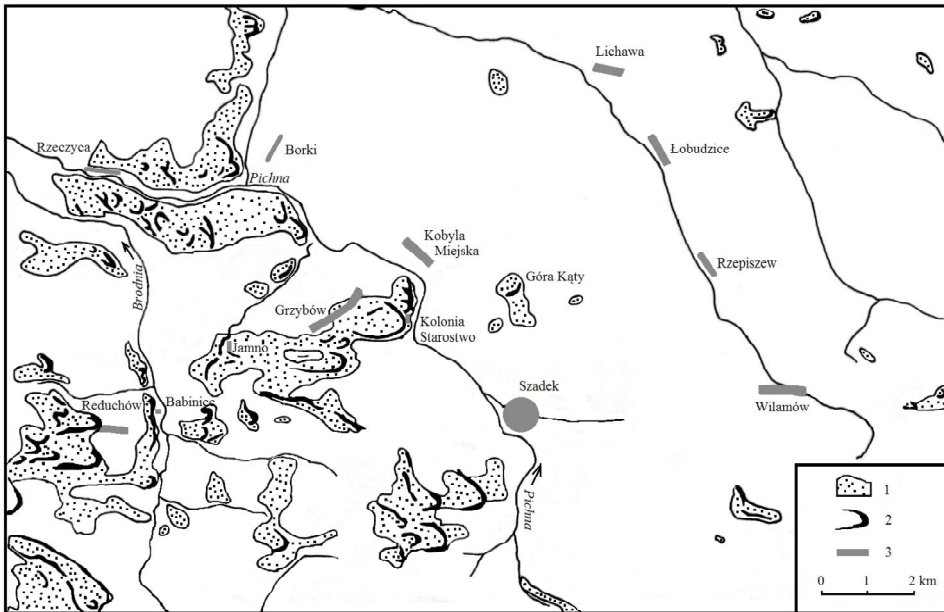
³ K. Krajewski, *Późnoplejstoceńskie i holocenne procesy wydymotwórcze w pradolinie warszawsko-berlińskiej w widłach Warty i Neru*, „Acta Geographica Lodziensia” 1977, t. 39, s. 75–81; J. Twardy, *Transformacja rzeźby centralnej części Polski Środkowej w warunkach antropopresji*, Łódź 2008.

⁴ H. Klatkova, J. Czyż, J. Forysiak, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*, arkusz Szadek (625), Warszawa 2007, s. 7.

⁵ H. Klatkova, J. Czyż, J. Forysiak, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Szadek (625), Warszawa 2007.

⁶ W. Baliński, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*, arkusz Lutomiernsk (626), Warszawa 1992.

⁷ G. Bezkowska, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Zduńska Wola (662), Warszawa 1991; taż, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*, arkusz Zduńska Wola (662), Warszawa 1993.



Ryc. 1. Rozmieszczenie pól wydmych w okolicach Szadku

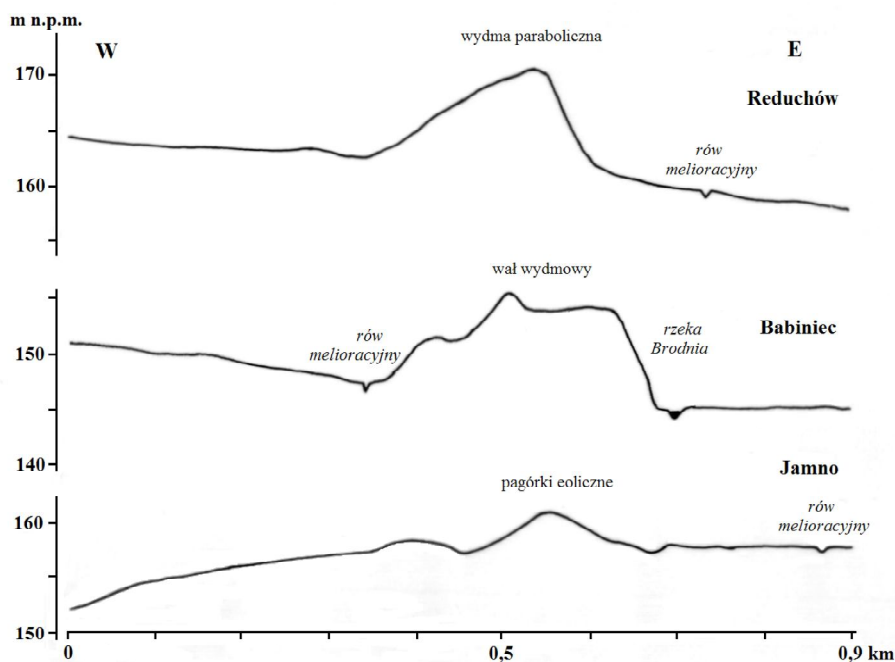
1 – równiny piasków eolicznych, 2 – główne wydmy, 3 – zarys osiedli

Źródło: opracowanie własne na podstawie: H. Klatkowa, J. Czyż, J. Forsytek, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Szadek (625), Warszawa 2007; W. Baliński, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*, arkusz Lutomiernik (626), Warszawa 1992; G. Bezkowska, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Zduńska Wola (662), Warszawa 1991

Celem artykułu jest ukazanie zróżnicowania morfologicznego wydmy w okolicach Szadku, przedstawienie cech przyrodniczych tego specyficznego ekosystemu i współczesnego zagospodarowania pól wydmych.

ROZMIESZCZENIE I MORFOLOGIA FORM EOLICZNYCH

Rozległe pola piasków eolicznych i wydmy położone są głównie w południowo-zachodniej i zachodniej części gminy Szadek, czyli na zachód od doliny Pichny (ryc. 1). Na pozostałym obszarze formy eoliczne występują jedynie punktowo. Pokrywy eoliczne zalegają w przewadze na wysoczyźnie zbudowanej z gliny zwałowej oraz z gliniastych osadów ablacyjnych. Występują także w sąsiedztwie pól sandrowych zbudowanych z piasków i żwirów fluwioglacjalnych oraz na terasach nadzalewowych Pichny i Brodni. Mają różne wielkości i nieregularne kształty, a w ich obrębie występują również wydmy o zróżnicowanych kształtach i wysokościach (ryc. 2).



Ryc. 2. Rysunki poziomicowe wybranych wydym parabolicznych
 Źródło: opracowanie własne

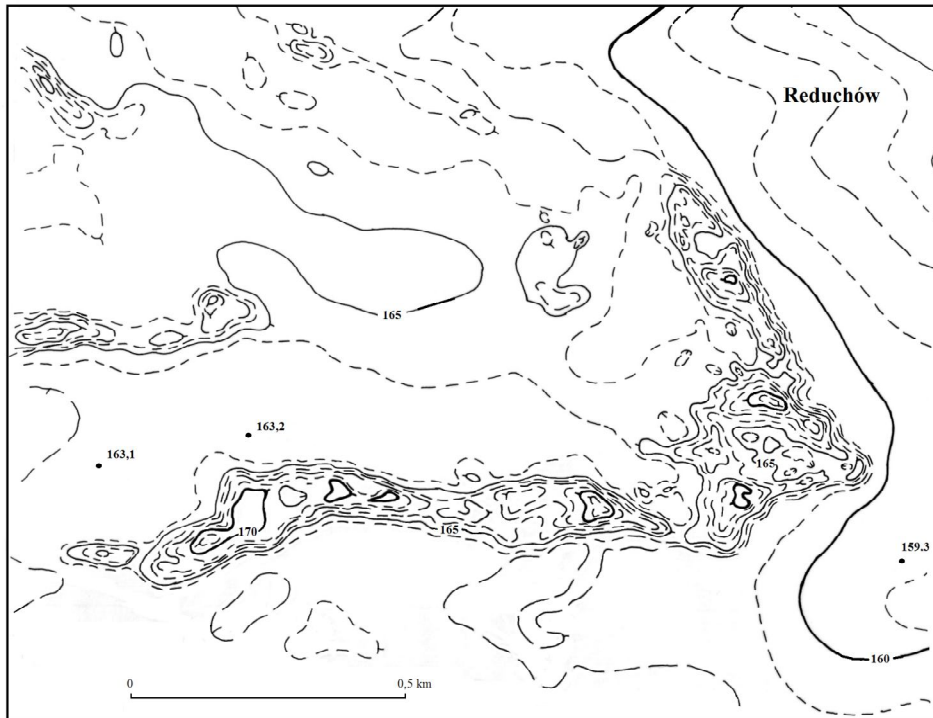
Największe pole piasków eolicznych w gminie Szadek występuje na falistej wysoczyźnie morenowej między dolinami Pichny i Brodni. Ma ono ponad 5 km długości i od 1 do 1,5 km szerokości (ryc. 1). W jego obrębie występują duże wydmy paraboliczne. Wschodnia granica pola wydmowego jest bardzo wyraźna, podkreślona przez strome, dystalne stoki wydym. Krawędź ta stanowi ostrą granicę między dwoma genetycznie i morfologicznie różnymi krajobrazami: z jednej strony występuje płaska powierzchnia zbudowana z gliny zwałowej i zagospodarowana rolniczo, z drugiej – obszary wydymowe pokryte lasem. Granica zachodnia pola wydmowego nie jest tak ostro zarysowana jak wschodnia. Formy wydymowe są niższe i mają nieregularne kształty. Z kolei w południowej części pola eolicznego występują wydmy podłużne.

Mniejsze pole piasków eolicznych znajduje się na południu i południowym zachodzie od Szadku i osiąga 3 km długości oraz do 1 km szerokości. Wydmy mają kształt paraboliczny, ale ich ramiona są dość mocno przekształcone. Na lewym brzegu Brodni rozpoczyna się kolejne nieregularne w kształcie pole wydymowe, jednak jego większa część położona jest już poza granicami gminy Szadek. Rozwinęło się ono na południe od pola sandrowego.

Rozległe, zwarte pole piasków znajduje się także w północno-zachodniej części gminy, w dolinie Pichny. Zajmuje ono powierzchnię terasy nadzalewowej,

jednak w jego obrębie występują niższe wydmy o nieregularnych kształtach. Na wschód od doliny Pichny dominują powierzchnie rolnicze, jedynie na północ od Szadku i na wschód od Wilamowa znajdują się małe pola wydmowe.

W obrębie pól piaszczystych występują formy eoliczne o różnych kształtach: wydmy paraboliczne, wały o złożonych kształtach i niskie, pojedyncze nieregularne pagórki.

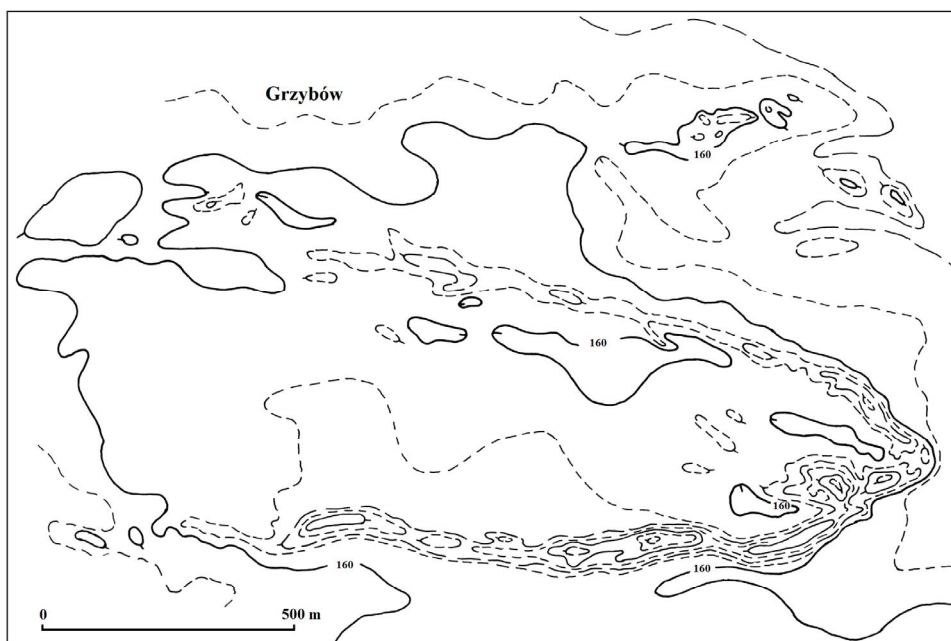


Ryc. 3. Wydma paraboliczna w Reduchowie
Źródło: opracowanie własne

Najbardziej charakterystycznymi formami są wydmy paraboliczne ukształtowane na wysoczyźnie morenowej. Mają one kształt łuku, a składają się z czoła (wysuniętego na wschód) i dwóch, zwykle nieco odmiennie ukształtowanych, ramion zwróconych ku zachodowi (ryc. 3–5). Najwyższą część wydmy stanowi jej czoło sięgające do 10 m wysokości względnej. Ramiona są nieco niższe i obniżają się od czoła ku krańcom zachodnim. Wydmy paraboliczne cechuje asymetryczność. W partiach czołowych stok dowietrzny, zwrócony na zachód jest łagodny, a jego spadek wynosi 2–11°, natomiast zawietrzny (dystalny), skierowany na wschód – stromy (nachylenie wynosi 20–30°) (ryc. 2, Reduchów). Także ramiona wydmy mają stosunkowo strome zbocza zewnętrzne południowe i północne, zaś łagodne zbocza wewnętrzne. Wszystkie parabole charakteryzują się dłuższymi i bardziej

zwartymi ramionami południowymi (zwykle 1,2–1,9 km), a krótszymi i mniej wyraźnymi ramionami północnymi (0,6–1,4 km). Deformacja ramion spowodowana była zmianą kierunku wiatru, prawdopodobnie o 40°. Między ramionami występuje zagłębienie deflacyjne, dostarczające piasku do budowy czoła w czasie procesów eolicznych. Obecnie to obniżenie jest zwykle wilgotniejsze, ponieważ płytko zalega poziom wód gruntowych. Parabola wydymowa i misa deflacyjna, do poziomu podsiąkania wód gruntowych, uznawane są za apogeum rozwoju wydmy⁸.

Najwyższą z przedstawionych wydm parabolicznych jest forma w Reduchowie, położona na krańcach zachodnich gminy Szadek. Osiąga ona 11 m wysokości względnej, a jej najwyżej położony punkt znajduje się na wysokości 171 m n.p.m. (ryc. 3). Czoło ma nieregularny kształt. Pomiędzy dwoma wzniesieniami sięgającymi 170 m n.p.m. występuje obniżenie na wysokości 165 m n.p.m. Ramię południowe ma 1,1 km długości i do 8 m wysokości względnej. Ramię północne jest krótkie, sięga zaledwie 500 m, a jego wysokość wynosi



Ryc. 4. Wydma paraboliczna na południe od Grzybowa

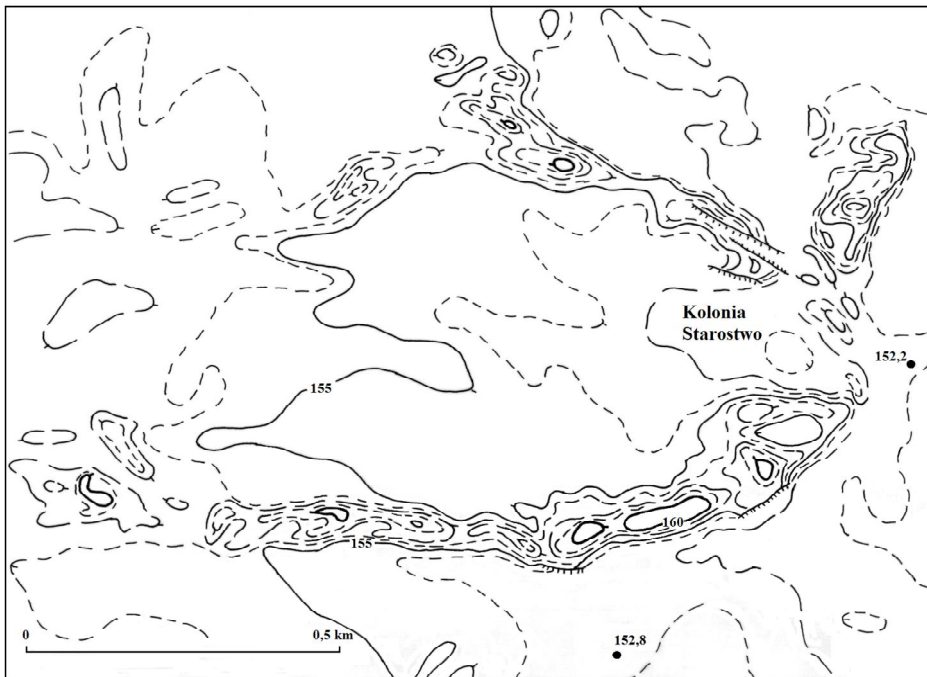
Źródło: opracowanie własne

⁸ J. Kobendza, R. Kobendza, *Rozwiewane wydmy Puszczy Kampinoskiej*, [w:] *Wydmy śródlądowe Polski*, red. R. Galon, Warszawa 1958, s. 95–170.

do 9 m. W sąsiedztwie wydmy reduchowskiej występują mniejsze wydmy paraboliczne lub podłużne.

Wyraźne są także formy paraboliczne występujące na południe i wschód od Grzybowa, ale nieco niższe, ponieważ osiągają 6–7,5 m wysokości względnej. Wydma położona na południe od Grzybowa to typowa wydma paraboliczna (ryc. 4). Kulminacja czoła wydmy znajduje się na wysokości 166 m n.p.m. 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). Między ramionami występuje zagłębienie deflacyjne, którego dno osiąga wysokość 160 m n.p.m.

Na północny wschód od analizowanej formy znajduje się kolejna wydma paraboliczna, ale nieco bardziej przekształcona (ryc. 5). Czoło wydmy osiąga 7,5 m wysokości względnej, w Kolonii Starostwo jest jednak przerwane i wykorzystane przez drogę. Wyraźnie ukształtowane ramię południowe wydmy o długości 1,3 km osiąga 5 m wysokości. Ramię północne, również o wysokości 5 m, jest krótsze (1 km) i ma nieregularny kształt. Ramiona tej formy charakteryzują się większym rozwarciem niż wydmy położonej na południu. Odchylenie ramienia północnego ku północnemu zachodowi, a także jego miejscowe obniżenie i złączenie stoków można interpretować



Ryc. 5. Wydma paraboliczna w Kolonii Starostwo z przerwaniem czołem
Źródło: opracowanie własne

jako efekt rozwiewania wydmy w czasie jej odlesienia. Od północnego wschodu dodatkowo sąsiaduje z nią mniejszy pagórek, który jest efektem najmłodszych procesów eolicznych, które przekształciły starsze formy.

Wszystkie przedstawione czoła wydm parabolicznych mają nieregularne kształty. W ich kulminacjach często spotyka się drugorzędne, mniejsze formy depozycyjne. Formy te dokumentują procesy rozwiewania wydm po usunięciu roślinności, prawdopodobnie przez człowieka. Takie procesy, dotyczące przemodelowania czoła dużych wydm śródlądowych, opisywane są w literaturze⁹.

Inaczej wykształcone są formy położone na pograniczu terasy akumulacyjnej i równiny zalewowej Brodni w okolicach miejscowości Babiniec i Pichny na zachód od Kobyli Miejskiej. Wzdłuż zachodniej krawędzi doliny Brodni występuje dość zwarty wał piaszczysty o długości 1,3 km i 100–250 m szerokości (ryc. 2, Babiniec, ryc. 6). Ma on bardzo nieregularny kształt, z wieloma kulminacjami. Od wschodniej strony stok jest stromy i osiąga 9 m wysokości względnej, a od strony zachodniej – łagodniejszy, sięgający 7,5 m. Wysokości bezwzględne wierzchołków wynoszą 155 m n.p.m. Występuje tu wyraźna krawędź między dwoma genetycznie i morfologicznie różnymi krajobrazami: z jednej strony są szerokie i płaskie poziomy terasy, z drugiej – obszary wydymowe. Podobny wał piaszczysty o przebiegu południkowym znajduje się na zachód od doliny Pichny na południowy zachód od Kobyli Miejskiej. Ma około 1 km długości i 100–500 m szerokości. Miejscami można wskazać mniejsze wydmy połączone bocznie ramionami. Są to formy o dość skomplikowanej budowie. Powstały one na granicy terasy nadzalewowej i zalewowej, gdzie było dużo piasków, ale mało miejsca do ukształtowania klasycznych wydm. Kiedy czoło wydmy obejmowało znaczne masy piasku, jego przesuwanie się pod wpływem wiatru stawało się powolniejsze. W ostatecznym efekcie wydmy paraboliczne powoli skracaly się, zmieniając się w wałowe. Dodatkowo zostały one podcięte przez rzekę meandrującą w holocenie, na co wskazuje obecność skarpy w niektórych wydmach.

Do trzeciej grupy form można zaliczyć małe pagórki eoliczne o różnych kształtach. Jedne z nich zachowały się w formie łuków, a inne nie. Szczególnie interesujące są pagórki eoliczne na zachód od Jamna (ryc. 7) – małe, odizolowane wzniesienia tworzące zarys o kształcie litery S. W południowej części można wskazać dwie połączone, małe wydmy o wysokości względnej 4,5–5 m. W północnej części występują wydłużone pagórki osiągające 3–5 m wysokości, o prawie symetrycznych stokach (ryc. 2, 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 przy-

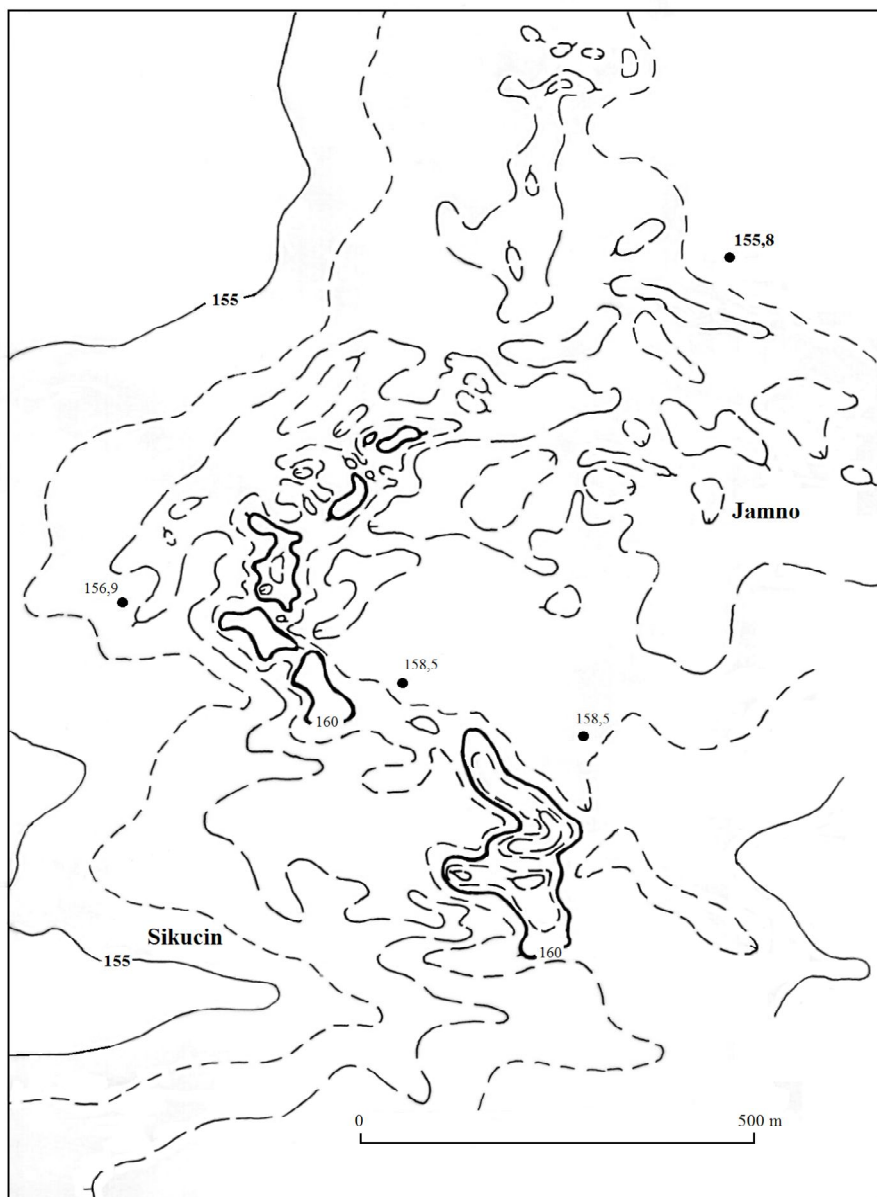
⁹ B. Izmailow, *Zapis zmiany warunków rozwoju wydm w ich morfologii i strukturze*, [w:] *Rekonstrukcja dynamiki procesów geomorfologicznych – formy rzeźby i osady*, red. E. Smolska, D. Giriati, Warszawa 2007, s. 233–237.



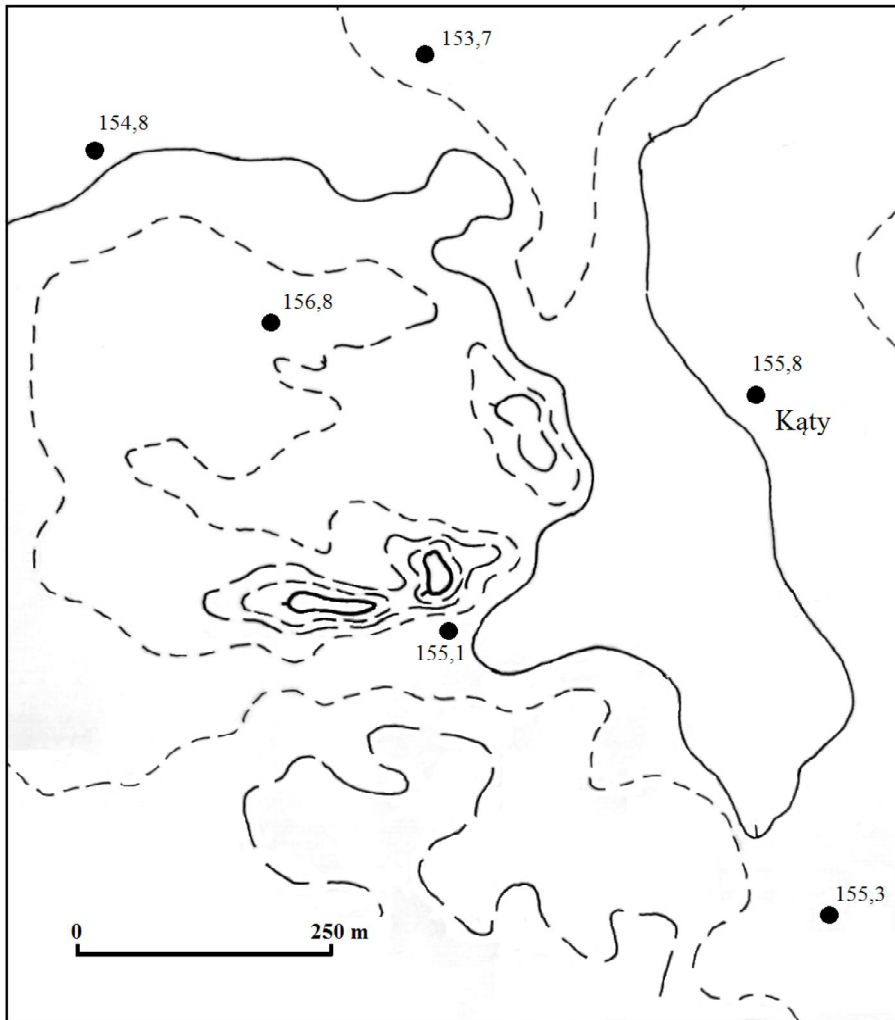
Ryc. 6. Wał piaszczysty w Babiniecu

Źródło: opracowanie własne

puszczać, że najpierw forma eoliczna została ukształtowana przez wiatry wiejące z kierunku zachodniego, a przemodelowana przez wiatry wschodnie. Na wschód od pagórków eolicznych znajduje się małe zagłębienie deflacyjne.



Ryc. 7. Małe pagórki eoliczne w okolicach Jamna
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 8. Pagórki eoliczne w Kątach

Źródło: opracowanie własne

Małe eoliczne pagórki występują także na stokach suchej doliny na zachód od Góry Kąty (ryc. 8). Są tu trzy wzniesienia układające się w formę łuku. Ramię takiej formy ma zaledwie 250 m długości, a pagórki osiągają do 5 m wysokości względnej. Jest to przykład częściowo zniszczonej wydmy parabolicznej.

Analiza rzeźby i kierunku upadku lamin piaszczystych w formach wskazuje na ich duże przekształcenia. Pierwotna forma łukowa wydmy uległa zniszczeniu. W wielu przypadkach przerwane zostało nie tylko czoło wydmy, ale także jej ramiona. Łagodne nachylenia stoków również wskazują na znaczne procesy zrów-

nywania. W literaturze można znaleźć liczne przykłady przekształcenia wydym parabolicznych i łukowych w wyniku odlesienia i ożywienia procesów eolicznych w holocenie¹⁰. W obszarach użytkowanych rolniczo odsłonięte piaski łatwo podlegały transportowi eolicznemu. Dopiero ponowne pokrycie roślinnością przyczyniło się do ich utrwalenia.

Na podstawie analizy morfologicznej i litologicznej wydym można wnioskować, że duże wydmy paraboliczne rozwijały się na rozległej równinie morenowej. Z kolei złożone wały wydymowe powstawały na wąskich terasach nadzalewowych, gdzie było dużo piasku, ale mało miejsca do pełnego wykształcenia parabol. Efektem działalności człowieka w młodszym holocenie, a nawet w czasach historycznych, są mniejsze i rozwiane wydmy występujące w wielu miejscach w obrębie gminy. Współczesna działalność eoliczna ma charakter destrukcyjny i prowadzi do rozwiewania piaszczystych form akumulacyjnych w tych miejscach, w których została odsłonięta powierzchnia, najczęściej na skutek działalności człowieka. Szczególnie ożywione procesy eoliczne nastąpiły po okresie karczunku lasów zniszczonych przez sówkę choinówkę w latach 1922–1924.

CECHY EKOSYSTEMÓW PIASZCZYSTYCH

Ekosystem to układ ekologiczny składający się z biocenozy i jej środowiska, w którym żywe organizmy i nieożywiona część środowiska wzajemnie na siebie oddziałują¹¹. Obszary zbudowane z miąższych serii luźnych piasków eolicznych charakteryzują się odrębnymi cechami środowiska przyrodniczego. Wypukłym formom eolicznym towarzyszą zagłębienia deflacyjne i płaskie obszary równiny morenowej, dlatego często sąsiadują ze sobą ekosystemy suche i wilgotne. Takie elementy środowiska abiotycznego wpływają na rodzaj roślinności.

Cechy litologiczne osadów eolicznych

Wszystkie formy eoliczne zbudowane są z luźnych piasków, o zmiennej miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Największa miąższość występuje w czole wydmy. Skład granulometryczny osadów jest mało zmienny. W spągu serii pył ma nieco większy udział, zawartość cząstek o średnicy <0,062 mm sięga 35%. Podstawową masę osadów w wydmie stanowi piasek średnioziarnisty (0,5–0,25 mm) i drobnoziarnisty (0,25–0,10 mm) przy stosunkowo niewiel-

¹⁰ R. Galon, *Z problematyki wydym śródlądowych w Polsce*, [w:] *Wydmy śródlądowe Polski...*, s. 13–31; J. Kobendza, R. Kobendza, *Rozwiewane wydmy...*, s. 95–170; K. Krajewski, *Póznoplejstocenijskie i holocenijskie...*, s. 75–81; J. Twardy, *Transformacja rzeźby...*, s. 16–59.

¹¹ J. Strzałko, T. Mossor-Pietraszewska, *Kompendium wiedzy o ekologii*, Warszawa 1999.

kim udziale osadów gruboziarnistych¹². Osady takie akumulowane są przez wiatr o prędkości około 2–7 m/s. Ogólna masa osadów wydmowych wykazuje wysortowanie umiarkowanie dobre i umiarkowane.

Skład mineralny osadów jest jednorodny, ponieważ zdecydowanie dominują ziarna kwarcu. Do charakterystycznych cech mineralogicznych osadów wydmowych należą: ogromna przewaga minerałów lekkich, nieznaczna zawartość minerałów ciężkich oraz brak minerałów węglanowych. Minerale ciężkie występują w bardzo małych ilościach, kilka dziesiątych procenta¹³. Skalenie stanowią zwykle jedynie niewielki procent (3–5%)¹⁴. Uboży skład mineralny osadów wydmowych ma związek z przemianami, którym podlegał pierwotny materiał fluwiogłajalny, nim wszedł ostatecznie w skład wydm.

Cechą charakterystyczną ziaren kwarcu frakcji piaszczystej jest okrągły kształt i matowa powierzchnia. Ziarna RM, czyli okrągłe matowe stanowią 55–70%. Wysoki stopień eolizacji to właściwość wszystkich wydm Polski Środkowej¹⁵.

Podłoże jest zazwyczaj suche lub mało wilgotne. Grunty znajdują się w stanie luźnym i pod wpływem obciążenia ulegają odkształceniu¹⁶.

Wody gruntowe

Wydmy i obszary bezpośrednio sąsiadujące, np. zagłębienia deflacyjne i równiny morenowe, mają skrajnie odmienne cechy wilgotnościowe. Obszary suche przylegają do obszarów wilgotnych. Poziom wód gruntowych odtwarza w formie złagodzonej ukształtowanie powierzchni. W obrębie niecki deflacyjnej woda występuje stale lub okresowo na powierzchni, co sprzyja rozwojowi torfowisk. Pod wydmami 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. Także przed czołem wydmy bardzo często występują lokalne podmokłości, dlatego w wielu miejscach wykopano rowy melioracyjne (ryc. 2).

W piaskach wydmowych panują specyficzne warunki wodne. 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. Chociaż piaski średnioziarniste należą do osadów bardzo dobrze przepuszczalnych, a piaski drobne do dobrze przepuszczalnych, to wody opadowe wolno wsiąkają w powierzchnię wydm. Nawet po ulewnym deszczu zwilgocona zostaje tylko cienka, powierzchniowa warstewka piasku. Po dwudniowym opa-

¹² H. Klatkova, J. Czyż, J. Forysiak, *Objaśnienia...*

¹³ B. Manikowska, *O glebach kopalnych...*

¹⁴ Tamże.

¹⁵ J. Goździk, *Sedimentological Record...*, s. 51–60.

¹⁶ R. Racinowski, R. Coufal, *Geologia inżynierska*, Szczecin 1999.

dzie zwilżona bywa warstewka o grubości 1–2 cm, pod którą leży zupełnie suchy piasek¹⁷. W wydmy powstaje poziom wód zawieszonych. Dopiero po dłuższym okresie deszczowym woda przenika w głąb i dochodzi do kontaktu z wodami podsiąkającymi. Wody kapilarne na wydmach zalesionych występują również na bardzo różnych poziomach. Z obserwacji wynika, że w zasięgu korzeni drzew piasek jest suchy nawet wczesną wiosną. W analogicznych warunkach ukształtowania powierzchni, ale z dala od drzew, piasek tego samego dnia bywa wilgotny. Drzewa i krzewy pobierają i wyparowują ogromne ilości wilgoci z piasków. Drzewa rosnące na czole wydmy zwykle nie korzystają z wód gruntowych, ale z zawieszonych, co oczywiście ma wpływ na rodzaj roślinności. Drzewa rosnące w niższych częściach ramion korzystają z wód gruntowych, dlatego występują tu inne siedliska niż na czole wydmy.

Zupełnie inne warunki wodne panują w zagłębieniach deflacyjnych. Gлина, która występuje w podłożu tych form, jest utworem bardzo słabo przepuszczalnym, dlatego wody opadowe lub roztopowe wyjątkowo wolno wsiąkają w osady i często stagnują na powierzchni. W takich warunkach rozwijać się może akumulacja organiczna, torfowa. Stąd bardzo często obniżenia takie są odwadniane systemem odkrytych rowów melioracyjnych. Sytuacja taka występuje np. w misie deflacyjnej wydmy w Grzybowie.

Gleby

Gleby na wydmach mają trudne warunki rozwoju. Z gleboznawczego punktu widzenia należy ocenić osady tworzące wydmy w Polsce Środkowej jako skałę macierzystą niezwykle ubogą. Wśród osadów plejstocenijskich tego obszaru stanowią one utwór o najmniejszej zawartości minerałów mających znaczenie jako źródło składników pokarmowych roślin. Ogromna przewaga kwarcu i minimalny udział glinokrzemianów oraz brak minerałów węglanowych w ich składzie sprawiają, że w procesie glebotwórczym łatwo następuje silne zakwaszenie ubożego w składniki zasadowe środowiska. Bardzo mała zawartość części ilastych stanowi przyczynę minimalnej pojemności sorpcyjnej i dużej przepuszczalności tych utworów. Wszystko to sprawia, że piaski eoliczne w Polsce Środkowej są wybitnie podatne na proces bielnicowania. Także umiarkowanie ciepły i wilgotny klimat oraz zwarty las iglasty bardzo sprzyjały bielnicowaniu, które przy długotrwałym oddziaływaniu doprowadziło do powstania silnie rozwiniętej bielicy próchniczo-żelazistej. Gleby, które występują przy współczesnej powierzchni, ukształtowały się w ciągu fazy atlantyckiej i kontynuowały swój rozwój do okresu współczesnego¹⁸. Mają bardzo niską zawartość substancji pokarmowych, są niestabilne, silnie przesuszone, często modelowane przez wiatr. W takich warunkach gleba powstaje

¹⁷ J. Kobendza, R. Kobendza, *Rozwiewane wydmy...*, s. 95–170.

¹⁸ B. Manikowska, *O glebach kopalnych...*

bardzo wolno, dlatego też, zanim wytworzyła się warstwa gleby o grubości 15–20 cm, przez wiele wieków na wydmach rósł las.

Miejsca występowania gleb wytworzonych z piasków eolicznych zalicza się do obszarów wrażliwych. Do szczególnie narażonych na procesy niszczące należą stoki i wąskie wierzchołki wydmy. Gleby w tych miejscach charakteryzowane są jako 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 skutki negatywne. W holocenie miały miejsce okresy intensywnej działalności człowieka, która doprowadziła do zniszczenia poziomów glebowych. Wprawdzie powierzchnia pagórków wydmowych nie podlegała uprawie, ale wypalanie i niszczenie w różny sposób pokryw roślinnej i glebowej przez ludność prowadzącą osiadły tryb życia na terenach sąsiadujących – lokalnie, lecz niewątpliwie w wielu miejscach – powodowało rozwiewanie wcześniej utrwalo-nych form. Niszczenie lub zasypywanie bielicy, która wykształciła się w ciągu fazy atlantyckiej, następowało w różnym czasie, a w niektórych miejscach gleba mogła kontynuować rozwój przy powierzchni do chwili obecnej. Oczywiście, szereg młodszych niż atlantyckie gleb kopalnych tworzących się na świeżym substracie nie osiągnęło zaawansowanego stadium rozwoju i występuje w postaci słabo wykształconych gleb bielcowych i arenosoli¹⁹.

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.

Roślinność

Roślinność zmienia się w zależności od miąższości piasków eolicznych i głębokości wód gruntowych. Na szczytach wydmy rozwój roślinności zależy tylko od opadów atmosferycznych, ponieważ korzenie rosną w piasku o dużej miąższości i nie zawsze osiągają poziom wód gruntowych, dlatego występuje tu śródlądowy bór zdominowany przez sosnę. Luźny drzewostan, o wysokości do 10 m, tworzy sosna zwyczajna o niskiej bonitacji (IV–V klasa). Warstwa podszycia jest przeważnie bardzo słabo rozwinięta, składają się na nią głównie podrosty sosny. W ubogim runie występują porosty i miejscami trawy – kostrzewa owcza i śmiałek pogięty²⁰. Niższe części wydmy porasta bór sosnowy świeży z mszystym runem.

¹⁹ K. Krajewski, *Późnoplejstoceny i holoceny*..., s. 75–81.

²⁰ W. Matuszkiewicz, P. Sikorski, W. Szwed, M. Wierzbka, *Zbiorowiska roślinne Polski. Lasy i zarośla*, Warszawa 2012.

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. W podszycie występują podrostry i kruszyny, zaś w runie trzęślica modra i orlica pospolita²¹. Tego typu siedliska zajmują nieduże powierzchnie.

Na podstawie analizy rozmieszczenia lasów i pól wydmych w gminie Szadek można stwierdzić, iż największe powierzchnie leśne pozostały właśnie na piaskach eolicznych. Dlatego nie dziwi, że prawie 80% powierzchni zalesionej w gminie stanowią drzewostany iglaste, w tym 3/4 tej powierzchni zajmują sosna²².

Zagospodarowanie pól piaszczystych

Lasy w gminie Szadek stanowią zaledwie 22% jej powierzchni. Porównując występowanie lasów i pól piasków eolicznych, można stwierdzić, że wszystkie wydmy są zajęte przez lasy. Jest to najlepsza forma zagospodarowania tych ekosystemów. Podobnie większość wydm śródlądowych w Polsce ma powierzchnię utrwaloną przez roślinność. Nawet pojedyncze, małe wydmy występujące wśród pól uprawnych są pokryte lasem. W dziewiątym tomie „Biuletynu Szadkowskiego” Beata Woziwoda²³ napisała, że *istniejące kompleksy leśne są rozproszone w przestrzeni i charakteryzują się dużym rozdrobnieniem. Niejednokrotnie mają one charakter śródpolnych „wysp” o bardzo skomplikowanych kształtach*. Te lasy zajmują głównie wydmy i zagłębienia deflacyjne. Należy zdecydowanie utrzymywać taki sposób zagospodarowania. Wydmowe środowisko przyrodnicze nie sprzyja rolniczemu wykorzystaniu tych obszarów, ponieważ usunięcie lasów od razu przyczynia się do aktywizacji procesów eolicznych i erozji gleb. Takich przykładów w pierwszej połowie XX w. w Polsce Środkowej było kilka. W okolicach Aleksandrowa Łódzkiego na początku XX w. po wycięciu drzew pole piasków przemieszczało się z prędkością 1 m na rok²⁴. Odlesienie wydmy w Puszczy Kampinoskiej w pierwszej połowie XX w. uruchomiło transport piasków i spowodowało jej wędrówkę. W ciągu 40 lat przesunęła się ona o 30 m, czyli średnio 75 cm na rok²⁵. Wydmy i pola piaszczyste należą do bardzo wrażliwych ekosystemów, ponieważ zbudowane są z mięszszych serii średnioziarnistych i drobnoziarnistych piasków. Procesy eoliczne zachodzą przy wiatrach o prędkościach powyżej 5 m/s, najczęściej 10–15 m/s²⁶. Wiatr o prędkości przekraczającej 5 m/s nie tylko toczy

²¹ B. Woziwoda, *Zróżnicowanie siedlisk i drzewostanów w lasach gminy Szadek*, „Biuletyn Szadkowski” 2009, t. 9, s. 119–133.

²² Tamże.

²³ Tamże, s. 119.

²⁴ O. Kossmann, *W wydmie aleksandrowskiej*, Łódź 1930.

²⁵ J. Kobendza, R. Kobendza, *Rozwiewane wydmy...*, s. 95–170.

²⁶ J. Wojtanowicz, *Procesy eoliczne*, [w:] *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, red. L. Starkel, Warszawa 1991, s. 427–430.

ziarna piasku po powierzchni, ale także unosi je w powietrze, ziarna poruszają się ruchem saltacyjnym (skaczą po powierzchni) do wysokości 50–60 cm²⁷. We współczesnych warunkach klimatycznych w okolicach Łodzi wieje 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) w ciągu roku wynosi 51²⁸. Oznacza to, że w Polsce Środkowej występuje wiatr, który może kształtować rzeźbę eoliczną. W miejscach odsłoniętych piasków procesy eoliczne przebiegają w ciągu całego roku, z przewagą w półroczu ciepłym²⁹. Wydmom mogą być niszczone w lecie i jesienią. Z rozwiewaniem wydm przez procesy niweoeoliczne związana jest jedna z najwyższych wartości dynamiki procesów eolicznych na Niżu Polskim – 115 t/ha³⁰. Jeżeli stabilną wydmę pozbawi się szaty roślinnej, tzn. wycięte zostaną drzewa i krzewy, najpierw niszczona jest powłoka glebowa, a potem wiatr zabiera i przenosi także piasek. Toczące się ziarna dochodzą do szczytu i zsypują się po stoku odwietrznym. Przy silnych wiatrach lżejsze ziarna piasku są unoszone i rozsypywane na sąsiednich polach lub łąkach. Z biegiem czasu rozwiewany wał wydmowy obniża się, a piasek rozsypuje się na przedpolu i następuje stopniowe wyrównywanie powierzchni. W naszych warunkach klimatycznych bez udziału roślinności proces rozwiewania wydm prowadzi nieuchronnie do zniszczenia istniejących klasycznych wydm.

Obok działalności eolicznej, na wydmach ze zniszczoną roślinnością zachodzą również procesy rozmywania wydm. Wydajność morfologiczna spłukiwania związana z wiosennym topnieniem śniegu lub z letnimi deszczami burzowymi jest bardzo znaczna. Obecnie w niektórych miejscach proces ten akcentuje się znacznie silniej niż działalność eoliczna.

Sam wyrąb lasów nie jest niebezpieczny dla wydm, o ile odsłonięta powierzchnia zostanie szybko zalesiona. Zagrożenie stanowią orka, karczowanie pni, wyciąganie kłoców traktorami i wszystko, co powoduje mechaniczne naruszenie powłoki glebowej i może stać się zaczątkiem nowych procesów eolicznych.

Współczesna działalność eoliczna to efekt błędów w użytkowaniu ziemi i niekontrolowanej eksploatacji piasku. Działalność inżynierska lub gospodarcza często prowadzi do zniszczenia naturalnego utrwalenia wydm. Proces taki obserwuje się przy przekopach drogowych przez wydmy, gdzie odsłonięcie powierzchni sprzyja deflacji. W ostatnich latach w sąsiedztwie wydm coraz częściej powstają domki letniskowe. Osady eoliczne są dosyć dobrym podłożem budowlanym tam, gdzie tworzą powierzchnie o nachyleniu nie większym niż 2%. Jednak w pobliżu domów nie można usuwać drzew, które chronią powierzchnię przed deflacją. Przy

²⁷ J. Kobendza, R. Kobendza, *Rozwiewane wydmy...*, s. 95–170.

²⁸ K. Koźuchowski, *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*, Warszawa 2011.

²⁹ T. Szczypiek, J. Wach, *Rozwój współczesnej wydmy w warunkach silnej antropopresji*, Katowice 1991.

³⁰ M. Strzemiński, *Efekty erozji wietrznej gleb na terenie południowo-wschodniej Polski w lutym 1956 r.*, „Przegląd Geograficzny” 1957, t. 29, z. 2, s. 371–374.

budynkach usytuowanych na terenach o nieutrwalonej powierzchni deflacja może doprowadzić do odsłonięcia ich fundamentów. Dla zabezpieczenia fundamentów budowli posadowionych na nieutrwalonych piaskach wskazane jest stosowanie darni, bruku, płyt chodnikowych itp. wokół obiektów.

W miejscach, gdzie piaski eoliczne podlegają eksploatacji górniczej, także okresowo działają procesy eoliczne. Powstają drobne formy akumulacyjne zwane pagórkami fitogenicznymi. Po zaprzestaniu eksploatacji wyrobiska powinny być zalesione.

Niebezpieczne jest również nadmierne osuszanie podłoża wydmy poprzez wykopanie rowów melioracyjnych i obniżenie poziomu wód gruntowych. Należy zwrócić uwagę, że w sąsiedztwie wielu wydym w gminie Szadek występują rowy melioracyjne osuszające podłoże wydym.

PODSUMOWANIE

Formy zbudowane z piasków eolicznych tworzą suche i wrażliwe ekosystemy. W obecnych warunkach klimatycznych Polski Środkowej występuje wiatr, który może porywać i transportować luźne, drobnoziarniste i średnioziarniste piaski budujące wydmy śródlądowe. Trwałe zadarnienie i roślinność leśna chronią te formy przed niszczącą działalnością wiatru. Usunięcie roślinności i odsłonięcie powierzchni piaszczystych sprzyjają erozji gleb i niszczeniu wydym, dlatego formy eoliczne powinny być zajęte przez lasy, które pełnią funkcje glebochronne. W czasach historycznych z różnych przyczyn wycinano drzewa na wydmach, co spowodowało ich częściowe zniszczenie. Formy eoliczne występujące w gminie Szadek są w przeważającej części zalesione, czyli dobrze zagospodarowane. Należy tylko dbać, aby rozwój osiedli letniskowych w sąsiedztwie wydym nie doprowadził do nadmiernej wycinki drzew.

Bibliografia

- Baliński W., *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*, arkusz Lutomiersk (626), Warszawa 1992.
- Bezkowska G., *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*, arkusz Zduńska Wola (662), Warszawa 1993.
- Bezkowska G., *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Zduńska Wola (662), Warszawa 1991.
- Dylikowa A., *Wydmy środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu*, [w:] *Czwartorzęd Polski*, red. R. Galon i J. Dylik, Warszawa 1967, s. 353–371.
- Galon R., *Z problematyki wydym śródlądowych w Polsce*, [w:] *Wydmy śródlądowe Polski*, red. R. Galon, Warszawa 1958, s. 13–31.

- Goździk J., *Sedimentological Record of Aeolian Processes from Upper Plenivistulian and the Turn of Pleni- and Latevistulian in Central Poland*, „Zeitschrift für Geomorphologie” N.F. Suppl. 1991, Bd. 90, s. 51–60.
- Izmańłow B., *Zapis zmian warunków rozwoju wydm w ich morfologii i strukturze*, [w:] *Rekonstrukcja dynamiki procesów geomorfologicznych – formy rzeźby i osady*, red. E. Smolska, D. Giriat, Warszawa 2007, s. 233–237.
- Klatkowa H., Czyż J., Forysiak J., *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*, arkusz Szadek (625), Warszawa 2007.
- Klatkowa H., Czyż J., Forysiak J., *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Szadek (625), Warszawa 2007.
- Kobendza J., Kobendza R., *Rozwiewane wydmy Puszczy Kampinoskiej*, [w:] *Wydmy śródłądowe Polski*, red. R. Galon, Warszawa 1958, s. 95–170.
- Kossmann O., *W wydmie aleksandrowskiej*, Łódź 1930.
- Kożuchowski K., *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*, Warszawa 2011.
- Krajewski K., *Późnoplejstoceny i holoceny procesy wydmotwórcze w pradolinie warszawsko-berlińskiej w widłach Warty i Neru*, „Acta Geographica Lodziensia” 1977, t. 39, s. 75–81.
- Manikowska B., *O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydm Polski Środkowej*, „Acta Geographica Lodziensia” 1985, t. 52, s. 1–137.
- Matuszkiewicz W., Sikorski P., Szwed W., Wierzbica M., *Zbiorowiska roślinne Polski. Lasy i zarośla*, Warszawa 2012.
- Racinowski R., Coufal R., *Geologia inżynierska*, Szczecin 1999.
- Strzałko J., Mossor-Pietraszewska T., *Kompendium wiedzy o ekologii*, Warszawa 1999.
- Strzemski M., *Efekty erozji wietrznej gleb na terenie południowo-wschodniej Polski w lutym 1956 r.*, „Przegląd Geograficzny” 1957, t. 29, z. 2, s. 371–374.
- Szczypek T., Wach J., *Rozwój współczesnej wydmy w warunkach silnej antropopresji*, Katowice 1991.
- Twardy J., *Transformacja rzeźby centralnej części Polski Środkowej w warunkach antropopresji*, Łódź 2008.
- Wojtanowicz J., *Procesy eoliczne*, [w:] *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, red. L. Starkel, Warszawa 1991, s. 427–430.
- Woźniak B., *Zróżnicowanie siedlisk i drzewostanów w lasach gminy Szadek*, „Biuletyn Szadkowski” 2009, t. 9, s. 119–133.

NATURAL ENVIRONMENT AND THE MANAGEMENT OF EOLIAN FORMATIONS IN THE COMMUNE OF SZADEK

Summary

Sand hills, dunes and sand sheets are eolian landforms, on which specific sensitive ecosystems develop. They are characteristic feature of many areas situated in central Poland. Sandy areas with dunes are also found in the commune of Szadek. Wind-deposited sand bodies have accumulated on moraine plains, outwashes and floodplain terraces in the valleys of the Pichna and Brodnia rivers. Eolian formations have various shapes, with predominance of parabolic dunes, ridges and sand hills. They are built of fine-grained and coarser sands 1–10 meters thick. Quartz dominates in their mineral composition. Sand de-

posits are characterized by high permeability, which is why they produce dry ecosystems. Arid sands are covered by low-class pod sols, easily eroded by wind. For that reason this type of ecosystems should remain afforested, as the cutting down of trees can result in blowing away the soil and eventually destruction of the entire formation. Such situations are known to have happened in the past. In the commune of Szadek, the majority of the dunes are overgrown with forest, which is the most advantageous solution.