

PIASKI I FORMY WYDMOWE PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ SABLES ET DUNES DU DESERT DE BŁĘDÓW

WSTĘP

We wschodniej części Wyżyny Śląskiej w okolicach Szczakowej, Starczynowa, Olkusza, Golczowic, Chechła i Błędowa znajduje się duży obszar (o powierzchni około 14 500 ha) występowania piasków czwartorzędowych. Grubość tych osadów jest różna i waha się w granicach od kilku aż do 45 metrów. Są one przeważnie utrwalone przez roślinność leśną. Piaski częściowo lotne spotykamy już tylko w północnej części wymienionego obszaru na tzw. Pustyni Błędowskiej¹. Przed kilku laty okolice Starczynowa, zwane często «Pustynią Starczynowską» (a także «Dziadowskim Morzem»), były również terenem czynnej deflacji eolicznej. Proces ten został zahamowany z chwilą zasadzenia tu drzew i krzewów.

Pustynia Błędowska rozciąga się równoleżnikowo po obu brzegach doliny górnego biegu Białej Przemszy, która wcina się w utwory piaszczyste do głębokości kilku metrów. Jest to obszar wydmowy długości około 7 km, szerokości maksymalnej około 3 km, leżący pomiędzy Kluczami na wschodzie, Laskami i Błędowem na zachodzie, a ku północy podchodzący pod Chechło. Pod względem gospodarczym Pustynia jest nieużytkiem o ubogiej i rzadkiej roślinności zielnej. Od strony południowej, wschodniej i częściowo północnej teren otwartych piasków jest osłonięty lasem przeważnie sosnowym. Wzdłuż niższych tarasów Białej Przemszy ciągnie się wąski, nieregularny pas (szerokości 200—300 m) lasów i łąk częściowo zabagnionych. Z każdym rokiem obserwuje się wyraźną naturalną sukcesję roślinności leśnej i zielnej na Pustynię i stopniowe, coraz większe utrwalaanie piasków lotnych.

Krótki rys historii badań czwartorzędu na Wyżynie Śląskiej i ich wyniki przedstawił Szaflarski (1955 a). Opracowania geologiczne Pustyni Błędowskiej dotyczyły głównie podłoża piasków czwartorzędowych oraz grubości osadów piaszczystych (Lewiński 1914, Żukowski 1946, Kwaśniewicz 1948, Kozioł 1952). Dane o wykształceniu utworów czwartorzędowych omawianego obszaru znajdujemy w pracach Sujkowskiego (1928), Kozioła (1952) i Krzyżkiewicza (1952). Ostatni z autorów podał bardziej szczegó-

¹ Nazwę «Pustynia Błędowska» należy rozumieć jako pojęcie geograficzne stosowane tradycyjnie dla określenia obszaru piasków wydmy, rozciągającego się między Błędowem, Chechłem i Kluczami. Istniejące tu stosunki klimatyczne nie stwarzają warunków dla trwałego istnienia typowej pustyni (w pełnym znaczeniu tego słowa).

łową charakterystykę osadów tego wieku występujących w okolicy Golczowic (na wschód od Pustyni Błędowskiej). Zagadnienia morfologii Pustyni Błędowskiej od czasu wydania pracy Lewińskiego (1914) o dorzeczu Przemyszy nie były przedmiotem dokładniejszych studiów. Wzmianki dotyczące ukształtowania i wieku form eolicznych oraz charakterystykę materiału piaszczystego znajdujemy w pracach: Małkowskiego (1914), Lewińskiego (1914), Lencewicza (1922), Syniewskiej (1929), Cailleux (1942).

I. POŁOŻENIE GEOLOGICZNE PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

Pustynia Błędowska leży w obrębie geologicznej jednostki strukturalnej zwanej antyklinorium śląsko-krakowskim. Od wschodu jest ona ograniczona progiem denudacyjno-erozyjnym (tzw. kuesta), zbudowanym głównie z wapieni płytowych i skalistych górnourajskich (oksford, argow, raurak) podścielonych osadami środkowourajskimi (wezul, baton, kelowej) wykształconymi jako zlepieńce, wapienie, oolity margliste i żelaziste, piaskowce oraz utwory marglisto-ilaste (Różycki 1953, 1960).

W morfologii kuesta jurajska zaznacza się w postaci wzgórz o wysokości względnej 40—120 m, często skalistych, łączących się z sobą lub odosobnionych. Procesy tektoniczne i erozyjne doprowadziły miejscami do rozczłonkowania, postrzępienia i cofnięcia się ku wschodowi krawędzi kuesty. Wskutek tego na zachodniej granicy Jury Krakowsko-Częstochowskiej znajdujemy dzisiaj liczne ostańce. Wierzchowinowe, wapienne formy skalne oraz ostańce dzięki swoim fantastycznym i różnorodnym kształtom nadają charakterystyczne piękno krajobrazowi Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Szafłarski 1955 b). W okolicy Pustyni Błędowskiej spotykamy kilka większych ostańców koło Błędowa i Niegowonic.

Kuesta jurajska tworzy granicę między Wyżyną Krakowsko-Częstochowską na wschodzie, a Wyżyną Śląską na zachodzie. Pustynia Błędowska znajduje się na wschodnim krańcu Wyżyny Śląskiej. Rozciąga się ona u stóp progu jurajskiego i dzięki takiemu interesującemu położeniu geologicznemu i morfologicznemu wyróżnia się osobliwym i pięknym krajobrazem.

Podłoże piaszczystych osadów plejstocenijskich Pustyni Błędowskiej budują głównie utwory triasowe (ryc. 1, 2). Na wschodnim jej krańcu oraz w okolicach Golczowic są to wapienie i margle warstw gogolińskich, dolomity kruszczońskie (dolny wapień muszlowy) oraz dolomity diploporowe (środkowy wapień muszlowy). Największe rozprzestrzenienie osiągają osady górnego kajpru (trias górny), wykształcone jako monotonna seria pstrych ilów zawierających miejscami cienkie wkładki wapieni i brekcji wapiennych (Kozioł 1952, Znosko 1953). Podściela ona utwory czwartorzędowe w środkowej i zachodniej części omawianego obszaru. W południowo-zachodniej części Pustyni Błędowskiej w spągu osadów plejstocenijskich został nawiercony mały płat utworów jurajskich. Analogiczne skały (piaskowce, zlepieńce i wapienie środkowej jury oraz wapienie górnourajskie) budują pobliskie wzgórza w Błędowie.

Powierzchnia podczwartorzędowa jest na ogół łagodnie ukształtowana. Na obszarze występowania ilów kajprowych wykazuje ona deniwelacje się-



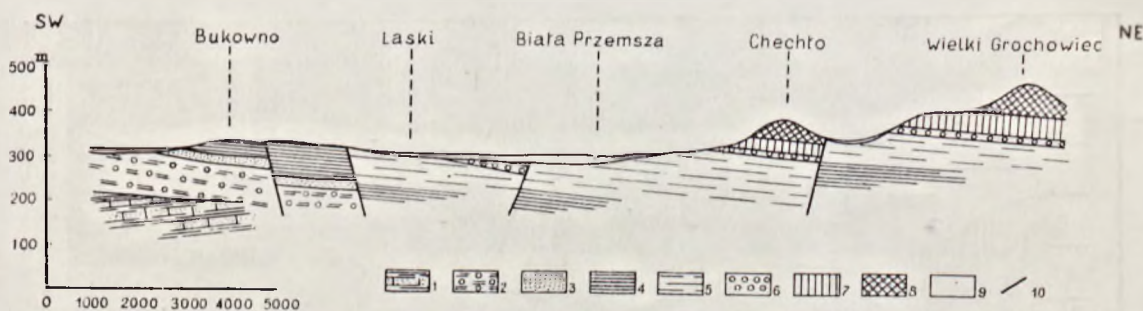
Ryc. 1. Mapa geologiczna odkryta (bez utworów czwartorzędowych) Pustyni Błędowskiej i jej najbliższego otoczenia — według Doktorowicza-Hrebnickiego. Utwory triasowe: 1 — wapień i margle warstw gogolińskich (wapień muszłowy dolny); 2 — dolomity kruszczońskie; 3 — dolomity diploporowe, miejscami wapień (wapień muszłowy środkowy); 4 — ility pstry, wapień i brekce wapienne (kajper). Utwory jurajskie: 5 — żwiry i utwory ilaste (jura dolna); 6 — zlepieńce, wapień, oolity żelaziste i margliste, piaskowce oraz osady marglisto-ilaste (jura środkowa); 7 — wapień płytowe i margle (jura górna); 8 — wapień skaliste i płytowe (jura górna); 9 — uskoki; 10 — obszar Pustyni Błędowskiej

Carte géologique (sans formations quaternaires) du «désert» de Błędów et de ses entours immédiats — d'après Doktorowicz-Hrebnicki.

Formations triasiques: 1 — calcaires et marnes des couches de Gogolin (calcaire coquillier inférieur); 2 — dolomites métallifères; 3 — dolomites à Diplopora, par endroits des calcaires (calcaire coquillier moyen); 4 — marnes irisées, calcaires et brèches calcaires (keuper). Formations jurassiques: 5 — graviers et formations marneuses (jurassique inférieur); 6 — conglomérats, calcaires, oolithes ferrugineux et marneux, grès et dépôts argileux-marneux (jurassique moyen); 7 — calcaires à plaques et marnes (jurassique supérieur); 8 — calcaires rocheux et à plaques (jurassique supérieur); 9 — failles; 10 — étendue du «désert» de Błędów

gające 30 m. W północnej części Pustyni Błędowskiej występuje obniżenie ciągnące się od okolic Golczowic przez Chechło w kierunku zachodniego krańca pustyni; druga odnoga tego obniżenia przebiega przez okolice Klucze w kierunku Starczynowa (Kozioł 1952). Większe deniwelacje zaznaczają się na wychodniach skał jurajskich obrzeżających Pustynię Błędowską w Kluczach, między Chechłem a Golczowicami oraz w okolicach Błędowa. Różnice wysokości między spągiem utworów czwartorzędowych we wspomnianym obniżeniu, a wierzchołkami wzgórz jurajskich wahają się w granicach 50—100 m.

W spągu piasków czwartorzędowych występują w wielu miejscach utwory gruzowe, złożone głównie z fragmentów wapieni i krzemieni jurajskich oraz z kwarców. Utwory te tworzą również szereg soczewkowatych wkładek, rozmieszczonych nieregularnie w obrębie piasków. Mniejszą rolę odgrywają



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez Pustynię Błędowską i jej okolice (wg mapy Doktorowicza-Hrebnickiego): 1 — karbon górny (piaskowce i łupki); 2 — perm — czerwony spągowiec (zlepienie, ility pstry, piaskowce); 3 — trias — pstry piaskowiec (piaski, żwiry); 4 — trias — wapień muszlowy (margle, wapień, dolomity); 5 — trias — kajper (ility pstry, wapień, brekcje); 6 — jura środkowa (zlepienie, wapień, oolity żelaziste i margliste, piaskowce oraz osady marglisto-ilaste); 7 — jura górna (wapień płytowe i margle); 8 — jura górna (wapień skałiste i płytowe); 9 — czwartorzęd (piaski wydymowe, piaski i żwiry rzeczne); 10 — uskoki

Coupe géologique du «désert» de Błędów et de ses environs (d'après la carte de Doktorowicz-Hrebnički), 1 — Carbonifère supérieur (grès et schistes); 2 — permien — permien inférieur (conglomérats, marnes irisées, grès); 3 — trias — grès bigarrés (sables, graviers); 4 — trias — calcaire coquillier (marnes, calcaires, dolomites); 5 — keuper (marnes irisées, calcaires, brèches); 6 — jurassique moyen (conglomérats, calcaires, oolithes ferrugineux et marneux, grès et dépôts argilo-marneux); 7 — jurassique supérieur (calcaires à plaques et marnes); 8 — jurassique supérieur (calcaires rocheux et à plaques); 9 — quaternaire (sables de dune, sables et graviers fluviaux); 10 — failles

ility i mułki pojawiające się zarówno w spągu jak i wśród piasków. Średnia miąższość wszystkich wymienionych osadów plejstocenijskich wynosi około 17 m (Kozioł 1952).

W okolicy Golczowic w obrębie czwartorzędzu wyróżniono od dołu następujące serie osadów: utwory gruzowe, osady zastoiskowe (ility, mułki), martwice wapienne, żwiry z piaskiem i piaski (Krzyżkiewicz 1952).

Utwory piaszczyste Pustyni Błędowskiej są naturalnym zbiornikiem wód podziemnych. Zwierciadło wody gruntowej w okolicach Klucz utrzymuje się na głębokości 5—8 m, a w zachodniej części omawianego obszaru między Błędowem a Łaskami leży ono na głębokości 2—3 m. Ogólny kierunek nachylenia zwierciadła wody gruntowej jest na ogół zgodny z ukształtowaniem powierzchni terenu, bowiem w okolicach Klucz osiąga ono w przybliżeniu 320 m n. p. m., a na zachodnim krańcu Pustyni 295 m n. p. m. Powoduje to spływ wód od wschodu ku zachodowi. Wody pochodzą zapewne, przynajmniej częściowo, z Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Najniższym punktem spływu jest teren zabagniony, położony w widłach rzeki Białej Przemszy i jej dopływu Białej. Lokalne, zawieszane poziomy wody gruntowej mogą tworzyć się na nieprzepuszczalnych warstwach lub soczewkach utworów ilastych zalegających wśród piasków.

Wiek piaszczystych osadów Pustyni Błędowskiej z uwagi na brak utworów morenowych oraz możliwych do paleontologicznego datowania warstw interglacjalnych, nie został dotychczas jednoznacznie i dokładnie ustalony. Lewiński (1914) określił interesujące nas piaski jako fluwioglacjalne. Zostały one osadzone przez wody nasuwającego się lodowca w ukształtowanym przed czwartorzędem dorzeczu pra-Przemszy. Zdaniem Sujkow-

skiego (1928) piaski okolic Olkusza należy uważać jako starsze od starszego zlodowacenia tego obszaru.

Szczegółowe badania Doktorowicza-Hrebnickiego (1935) prowadzone w okolicach Grodzca, a także Dąbrowy Górniczej i Strzemieszyc, pozwoliły na wyróżnienie dwóch moren dennych (starszej i młodszej), osadów fluwioglacjalnych starszych od moreny starszej oraz utworów międzymorenowych. Z tymi ostatnimi paralelizował Kozioł (1952) piaski Pustyni Błędowskiej wyrażając pogląd, że nasunięcie się lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego (Varsovien I) poprzedził: «.. silny przypływ rzek lodowcowych, z którymi niesiony materiał ulega tu osadzaniu, tworząc zasadniczy rys dzisiejszej Pustyni» (Kozioł 1952, s. 399).

Z tym samym zlodowaceniem wiązał Krzyżkiewicz (1952) utwory gruzowo-piaszczyste występujące w okolicach Golczowic. Autor ten wyraził przypuszczenie, że wspomniany kompleks warstw osadził się w czasie recesji lodowca Varsovien I.

II. CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNA PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ¹

Rzeka Biała Przemsza i ciągnący się wzdłuż niej pas lasów i łąk dzieli Pustynię Błędowską na dwie nierówne części: południową w okolicy miejscowości: Laski i Klucze oraz północną, znacznie mniejszą, która leży między Błędowem a wzgórzem koło Chechła (ryc. 3). Wydzielone obszary różnią się między sobą przede wszystkim charakterem powierzchni terenu. Pole wydmore znajdujące się na północ od Białej Przemszy jest niemal zupełnie pozbawione większych wydm. Jedynie na obrzeżeniu jego ciągną się nieregularne wały piaszczyste przeważnie porośnięte roślinnością zielną i lasem. W niższej położonej środkowej części tego obszaru, którego powierzchnia nachylona jest w kierunku południowo-zachodnim, znajduje się pole deflacyjne i gdzieś tam małe wydmy.

Znacznie bardziej urozmaiconą rzeźbę powierzchni utworów piaszczystych obserwujemy w południowej części Pustyni Błędowskiej (ryc. 3, 4, 5). Jest to obszar występowania licznych wydm różnych pod względem wielkości i kształtu. Skupiają się one w pasie o przebiegu równoleżnikowym długości około 7 km, szerokości 0,5—1,5 km. Wyróżnić w nim można dwie strefy: 1) wał wydmore brzeżny, który otacza pole wydmore podobnie jak w północnej części Pustyni Błędowskiej; 2) czynne pole deflacyjne z wydmami i kilkoma dużymi, poprzecznymi wałami wydmowymi.

¹ Przy charakterystyce form Pustyni Błędowskiej posłużono się następującymi określeniami:

- a) pole deflacyjne — obszar piasków lotnych, na którym procesy wywiewania i przemieszczania materiału piaszczystego przeważają zdecydowanie nad procesem osadzania tego materiału, prowadzącym do powstawania większych form wydmowych;
- b) wały wydmore — duże formy wydmore o kształcie wydłużonych garbów;
- c) wydmy — mniejsze formy wydmore znajdujące się na polu deflacyjnym;
- d) pole wydmore — obszar całej Pustyni Błędowskiej obejmujący pole deflacyjne i wszystkie formy wydmore.



Ryc. 3. Rozmieszczenie form wydmych na Pustyni Błędowskiej: 1 — wały wydmy i innego rodzaju duże wydmy, a) stok łagodny, b) stok stromy; 2 — małe formy wydmy; 3 — pole deflacyjne; 4 — granice Pustyni Błędowskiej (granica lasu); 5 — las liściasty i szpilkowy; 6 — łąki i pola uprawne; 7 — staw; 8 — poziomice



Départition des formations de dune dans le «désert» de Błędów: 1 — grandes dunes, a) face douce, b) face raide; 2 — petites formes de dune; 3 — champ de déflation; 4 — limites du «désert» de Błędów (limites de la forêt); 5 — forêt feuillue et forêt de conifères; 6 — prés et champs cultivés; 7 — étang; 8 — izohypes

1. Wały wydymowe i inne rodzaje wydym

Wał wydymowy brzeżny wyodrębnia się w krajobrazie Pustyni Błędowskiej dzięki stosunkowo dość znacznej wysokości, wyraźnej ciągłości, bardziej zwartej szacie roślinnej, a także ciemniejszej barwie piasku spowodowanej przez dużą domieszkę humusu w warstwie przypowierzchniowej (ryc. 4). Powierzchnia wału jest nierówna. Występują tu różnej wielkości nieckowate zagłębienia oraz wzniesienia przeważnie kształtu nieregularnego, czasem kopulastego lub wydłużonego. Zbocza opisywanego wału od strony pola wydymowego są przeważnie utrwalone początkowo przez roślinność zielną, a dalej stopniowo przez las. Linia zetknięcia się wału z polem defla-



Ryc. 4. Widok ogólny z brzeżnego wału wydymowego na południowo-wschodnią część Pustyni Błędowskiej

Vue générale de la partie sud-est du «désert» de Błędów, prise de la dune

cyjnym jest nierówna i wyraźnie zaznacza się w terenie. Wał brzeżny najlepiej uwydatnia się wzdłuż lewego brzegu doliny Białej Przemszy. W okolicy stawu Jandy osiąga on około 20 m wysokości. Ku zachodowi i wschodowi wysokość jego stopniowo maleje do kilku metrów. Dobrze widoczny jest również odcinek wału brzeżnego na południowym ograniczeniu Pustyni, natomiast na krańcach obszaru piaszczystego (od wschodu i zachodu) jest on bardzo niewyraźny.

W okolicy Klucz odstaniają się spod piasków w kilku miejscach bloki i niewielkie skałki zbudowane z wapienia górnojurajskiego.

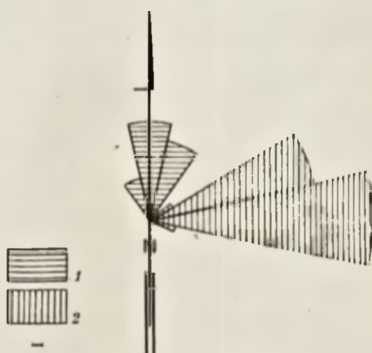
W obrębie pola wydymowego najbardziej wyróżniającymi się elementami morfologicznymi są poprzeczne wały wydymowe. Mają one przebieg osi wydłużenia prawie dokładnie południkowy czasem z niewielkim odchyleniem na zachód lub na wschód (ryc. 6). Niektóre z tych wałów, jak zaobserwowano w północnej części pola wydymowego, łączą się z wałem brzeżnym. W krajobrazie Pustyni Błędowskiej wały poprzeczne wyróżniają się wśród

innych wydm przede wszystkim dużymi rozmiarami. Długość ich wynosi 300—600 m, szerokość 50—350 m, a wysokość przeważnie 5—10 m. Wskutek zmiennej szerokości granica poszczególnych wałów z polem deflacyjnym ma przebieg nieregularny. Zachodnie zbocza wałów są łagodne, długie,



Ryc. 5. Zachodni kraniec Pustyni Błędowskiej
Pointe ouest du «désert» de Bledów

wschodnie natomiast są strome (około 20° nachylenia) i krótkie, a linia zetknięcia się ich z polem deflacyjnym jest bardzo wyraźna. Powierzchnia opisywanych wałów wydmowych jest nierówna, ukształtowana w formie wzgórków nieregularnych lub kopulastych, porośniętych roślinnością zielną.

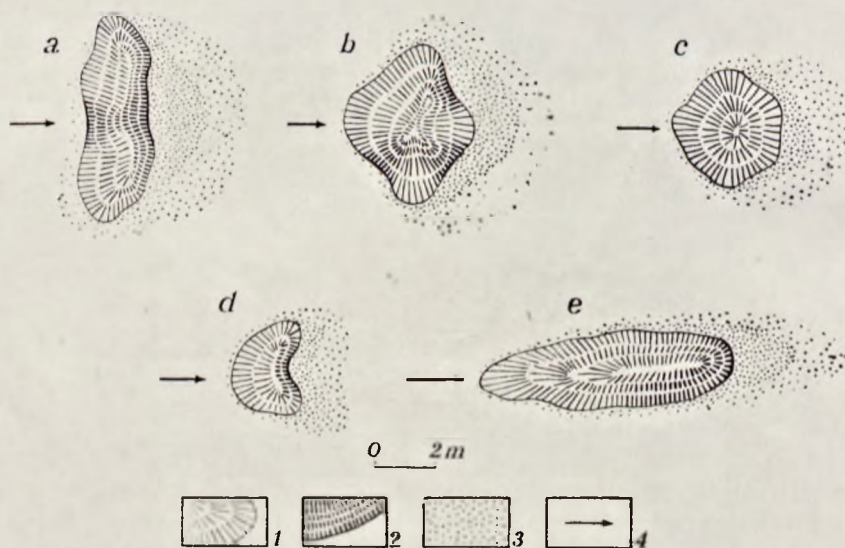


Ryc. 6. Kierunki osi wydłużenia wałów wydmowych i innych wydm na Pustyni Błędowskiej: 1 — wały wydmowe poprzeczne i mniejsze wydmy poprzeczne; 2 — wydmy podłużne. Odcinek oznacza jeden pomiar

Directions des axes longitudinaux des dunes dans le «désert» de Bledów: 1 — dunes transversales; 2 — dunes longitudinales. Le segment indique un mesurage

Między nimi znajdują się nieckowate zagłębienia. Niekiedy są to misy deflacyjne wypełnione lotnym piaskiem. Spotyka się tu również bardzo drobne, o średnicy najwyżej 1 cm, fragmenty sylifikowanych wapieni,

Południkowy kierunek wydłużenia charakterystyczny dla wałów poprzecznych wykazują również wydmy poprzeczne (ryc. 6, 7). Występują one głównie w centralnej części Pustyni Błędowskiej, w pobliżu wałów poprzecznych i odznaczają się stosunkowo dużymi rozmiarami (długość przeważnie 200—300 m, szerokość około 100 m, wysokość do 5 m). Duże wydmy poprzeczne są prawdopodobnie fragmentami porozrywanych poprzecznych wałów wydmowych. Nie jest jednak wykluczone, że wały te powstały w wyniku sukcesywnego rozwoju wydm poprzecznych, które w takim przypadku należałoby traktować jako początkowe stadia tworzenia się wałów poprzecznych.



Ryc. 7. Typy wydm występujące na Pustyni Błędowskiej (widok z góry). Wydmy: a — poprzeczna, b — nieregularna, c — kopulasta, d — łukowata, e — podłużna; 1 — stok łagodny, 2 — stok stromy, 3 — strefa piasków nawianych, 4 — ogólny kierunek panujących wiatrów
Types de dunes dans le «désert» de Błędów (vue du haut en bas). Dunes: a — transversale; b — irrégulière; c — en forme de coupole; d — en forme d'arc; e — longitudinale; 1 — face douce; 2 — face raide; 3 — zone des sables qu'accumule le vent (autour des dunes); 4 — direction générale des vents efficaces

We wschodniej części pola wydmowego zaobserwowano kilka małych wydm poprzecznych wykazujących długość dochodzącą do 7 m, szerokość 3—5 m, a wysokość około 1,5 m. Wydmy te posiadają zwykle dwa punkty kulminacyjne rozdzielone pośrodku obniżeniem. Fakt ten nasuwa przypuszczenie, że mogły one powstać przez połączenie się dwóch blisko siebie położonych wydm kopulastych.

Na obszarze Pustyni Błędowskiej oprócz wymienionych wydm poprzecznych występują wydmy kopulaste, łukowate i bardzo liczne wydmy podłużne (ryc. 7). Leżą one na polu deflacyjnym i są częściowo lub całkowicie utrwalone przez roślinność. Pospolite są również wydmy nietypowe, mniejsze i większe, o kształtach nieregularnych; często są one niskie, płaskie, posiadają zbocza wypukłe i wklęsłe. W wielu przypadkach w wydmach tych zaznaczają się wyraźne ramiona potrójne lub krzyżujące się.

Typowe wydmy kopulaste są przeważnie małych rozmiarów (2—5 m), wysokości do 1,5 m (ryc. 8). Stosunek długości do szerokości pola zajmowanego przez poszczególne wydmy wynosi w przybliżeniu 1 : 1. Formy te występują przeważnie blisko siebie i są ułożone rzędowo lub bezładnie. W okolicach Klucz można obserwować, że wydmy kopulaste łączą się z sobą i przekształcają najczęściej w wydmy podłużne. Odosobnione, pojedyncze wydmy kopulaste spotyka się na ogół rzadko, przy czym odznaczają się one zwykle nieco większymi rozmiarami.



Ryc. 8. Mała wydma kopulasta częściowo utrwalona przez roślinność piaskową: wydmuchrzycę piaskową i szczotlicę siwą

Petite dune en forme de coupole, partiellement fixée par la végétation des sables: *Elymus arenarius*, *Corynephorus canescens*

Wydmy łukowate na terenie Pustyni Błędowskiej są nieliczne. Określenie tych wydm jako łukowate (Lencewicz 1922) najlepiej charakteryzuje ich kształt. W centralnej części zbadanego obszaru znajduje się kilka wydm o kształcie zbliżonym do barchanu. Wydmy te odznaczają się krótkimi ramionami o rozpiętości 50—150 m oraz wyraźnie wykształconą częścią środkową. Ramiona ich zwrócone ku wschodowi, rzadko ku północnemu wschodowi, przeważnie lekko łukowate, są wykształcone niejednakowo i nieregularnie. W jednej z wydm otwartej ku wschodowi ramię północne jest długie i wyraźne, natomiast południowe tworzy formę szczątkową. W obserwowanych wydmach barchanokształtnych stok wewnętrzny łuku jest zwykle stromy i krótki, a zbocze przeciwne łagodne i wydłużone.

Trudno jest obecnie bez szczegółowej analizy wspomnianych wydm wypowiedzieć pogląd na ich genezę. Wydaje się jednak, że można wziąć pod uwagę dwie możliwości sposobu tworzenia się wydm łukowatych o kształtach zbliżonych do barchanów. Mogły one powstać pierwotnie jako barchany, a z czasem zostały w mniejszym lub większym stopniu zniekształcone,

albo też — co jest bardziej prawdopodobne — były to wydmy początkowo poprzeczne, których końce zostały łukowato wygięte ku wschodowi.

Oprócz opisanych dużych wydm łukowatych na Pustyni Błędowskiej występują jeszcze bardzo nieliczne małe wydmy tego typu o rozpiętości ramion najwyżej kilku metrów. Wśród nich można wyróżnić wydmy z ramionami otwartymi ku południowemu zachodowi lub ku zachodowi i przeważnie stromymi stokami wewnątrz łuku, wydmy zwrócone ramionami ku wschodowi lub północnemu wschodowi o różnej asymetrii zboczy oraz wydmy wygięte w kształcie litery S (złożone z dwóch poprzednio opisanych rodzajów wydm). Wydaje się, że duży wpływ na kształtowanie się wspomnianych wydm miał układ roślinności.

Dużych wydm łukowatych o typie parabolicznym nie zaobserwowano. Wydmy tego rodzaju są jednak znane na Wyżynie Śląskiej (Małkowski 1914). Jedną z bardziej typowych wydm parabolicznych tego obszaru, porośniętą obecnie lasem, znajduje się tuż przy linii kolejowej wiodącej z Szczakowej do Bukowna, około 2,5 km na północny wschód od Szczakowej. Wydma posiada wydłużone ramiona (długość około 500 m) otwarte ku zachodowi i łagodny stok wewnętrzny łuku w porównaniu ze stromym zboczem nachylonym ku wschodowi. Wysokość wydmy wynosi około 8 m.

Wydmy podłużne są najpospolitszym rodzajem wydm Pustyni Błędowskiej. Występują one na całym obszarze i są różnych rozmiarów. We wschodniej części spotyka się wydmy małe, długości 4—6 m, szerokości 2—3 m, dalej ku zachodowi pojawia się coraz więcej wydm większych, przeważnie około 20 m długości i 7 m szerokości. Na zachodnim krańcu pola wydmorego ciągnie się kilka dużych wydm o długości dochodzącej do 80 m, a szerokości około 30 m. Zależnie od wielkości wydmy zmienia się ich wysokość. Dla małych wydm wynosi ona 1—1,5 m, a dla dużych 2—3 m. Współczynnik wydłużenia czyli stosunek długości wydmy do jej szerokości waha się w granicach 1,4—2,7. Osie wydłużenia wydm mają kierunki przeważnie zbliżone do równoleżnikowego z odchyleniem ku północnemu wschodowi, a niekiedy na wschodnim krańcu pustyni wykazują kierunek z południowego zachodu na północny wschód (ryc. 6). Zbocza wydm podłużnych są wyraźnie asymetryczne. W wielu wydmach można wyróżnić stronę dowietrzną (nawietrzną) i odwietrzną (zawietrzną). Stok dowietrzny wydmy jest łagodny, długi i nachylony w kierunku zachodnim, natomiast strona odwietrzna jest stroma, niekiedy wklęsła, krótka i zwrócona w kierunku wschodnim. Pozostałe zbocza wydmy (południowe i północne) wykazują również wyraźną asymetrię. Zaobserwowano, że przeważnie zaznacza się ona przez łagodniejsze zbocze południowe, a bardziej strome północne. Profil wydmy wzdłuż jej osi wydłużenia jest nieregularny. Wykazuje spłaszczenia oraz liczne wypukłości i wklęsłości. Niekiedy w kulminacyjnej części wydmy wyróżnić można dwa wzniesienia oddzielone wyraźnym obniżeniem. Wtedy kopuła od strony zachodniej jest zwykle niższa. Prawdopodobnie wydma taka powstała przez przekształcenie wydm kopulastych ułożonych rzędowo.

Wokół każdej wydmy znajduje się różnej szerokości strefa piasków nawianych, nie utrwalonych przez roślinność (ryc. 7). Tworzy się ona współcześnie pod wpływem obecnie panujących wiatrów zachodnich. Pas piasków nawianych od strony zachodniej wydmy jest zawsze wąski (prze-

ważnie szerokości około 0,5 m), a czasem brak go zupełnie. W kierunku wschodnim rozszerza się on stopniowo po obu stronach wydmy a w przedłużeniu odwietrznej (wschodniej) części wydmy osiąga swoją największą szerokość dochodzącą do 5 m.

Najlepiej wykształconą strefę piasków nawianych obserwujemy wokół wydm odosobnionych, a zwłaszcza wydm podłużnych. W przypadku dużego zagęszczenia wydm ułożonych rzędowo, na ich przedpolu od strony zachodniej i wschodniej tworzą się nieregularne małe wzgórki piaszczyste. W ten sposób powstaje pas wydmowy, którego głównymi elementami są wydmy przeważnie podłużne. Proces ten prowadzi do stopniowego powiększania się wydm podłużnych i przekształcenia innych form wydmowych w wydmy podłużne.

W okresach suchych i wietrznych na omawianej strefie piasków otaczających wydmy, a także na wydmach nie porośniętych roślinnością, tworzą się charakterystyczne zmarszczki piaszczyste. Wykazują one przebieg falisty i są ułożone prostopadle do kierunku wiatru.



Ryc. 9. Zmarszczki piaszczyste na piaskach nawianych i polu deflacyjnym

Rides de sable sur les sables qu'accumule le vent et sur le champ de déflation

2. Pole deflacyjne

Pole deflacyjne Pustyni Błędowskiej ograniczone brzeżnym wałem wydmowym wykazuje słabe nachylenie w kierunku zachodnim. Różnica wysokości między wschodnim a zachodnim krańcem pola wynosi około 30 m. W odróżnieniu od wydm, które przynajmniej częściowo są pokryte roślinnością, pole deflacyjne rozciągające się między wydmami jest niemal zupełnie pozbawione szaty roślinnej. Wskutek tego piasek ulega deflacji; wiatr wywiewa i przesypuje drobne ziarna mineralne (kwarc), a większe fragmenty, głównie wapieni, krzemieni i otoczaki kwarcu pozostają i w ten sposób wzbogacone tworzą rumosz pokrywający pole deflacyjne (ryc. 9, 10, 11). Składa

się on z ułamków skalnych wielkości 0,2—3,0 cm, najczęściej 0,5—2,0 cm. Sporadycznie spotyka się większe fragmenty o długości dochodzącej do 10 cm. Są to przeważnie skrzemieniałe gąbki jurajskie (*Craticularia*, *Cnemidiastrum*, *Tremadictyon*).

Większość fragmentów skalnych wykazuje ślady korozji eolicznej w postaci powierzchni podziurkowanych, nierównych, chropowatych lub też wygładzonych, licznych zagłębień i dziur, w których często tkwią ziarna kwarcu (ryc. 11). Szczątki organiczne, a także gąbki oraz skorupki małżów i ramienionogów występujące we fragmentach wapieni jurajskich są zwykle wypreparowane, jako odporniejsze od otaczającej je skały. Niektóre otoczaki kwarców i kwarcytów mają formę wielograców. Można na nich obserwować spłaszczone powierzchnie oraz dość wyraźnie uwydatnione krawędzie (ryc. 11).



Ryc. 10. Dolki na polu deflacyjnym i kępie piaszczystej, utworzone przez «bombardującą» krople deszczu

Petits creux dans la surface du champ de déflation et du monticule de sable, formés par le «bombardement» des gouttes de pluie

Pośród rumoszu skalnego rozrzuconego na polu deflacyjnym reprezentowane są najliczniej (60—80%) ułamki wapieni źle obtoczone i w różnym stopniu skrzemieniałe. Strukturę wapienną tych zmienionych skał w wielu przypadkach można rozpoznać jedynie w płytce cienkiej. Znajdowane w nich szczątki fauny wskazują, że są to fragmenty wapieni górnourajskich. Ładnie wypreparowane skamieniałości jurajskie (gąbki, ramienionogi i małże), zwykle sylifikowane, spotyka się często na powierzchni pola deflacyjnego.

Licznie występują również krzemienie (20—30%) jako ostrokrawędziste ułamki różnej wielkości oraz buły krzemienne. Większa ich część pochodzi z utworów górnourajskich. Następnym co do ilości składnikiem rumoszu są otoczaki kwarcu (4—20%). Mniejszą rolę odgrywają piaskowce kwarcytowe, prawdopodobnie wieku kredowego (alb), otoczaki lidytów, bardzo nieliczne fragmenty szarych, drobnoziarnistych piaskowców bliżej nie ozna-



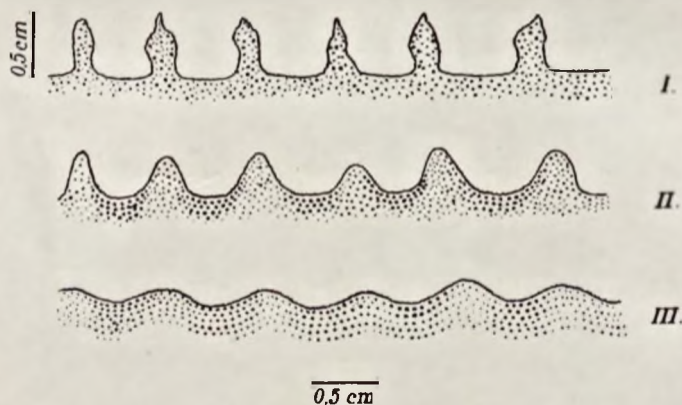
Ryc. 11. Fragmenty skalne i skamieniałości spotykane na polu deflacyjnym Pustyni Błędowskiej. Od góry: gąbka; wapień o powierzchni sylifikowanej — w zagłębieniach tkwią ziarna kwarcu; gąbka; gąbka w krzemieniu; wapień skrzemieniały; ostrokrawędzisty krzemień; *Rhynchonella* sp.; wielogrance kwarcu i kwarcytu

Débris rocheux et fossiles qu'on rencontre sur le champ de déflation du «désert» de Błędów.
Du haut en bas: spongiaires; calcaire à surface silifiée — dans ses creux sont enfoncés des grains de quartz; spongiaires; spongiaires dans le silex; calcaire silifié; silex à arêtes vives; *Rhynchonella* sp.; cailloux à facettes, de quartz et de quartzite

czalnych, ułamki rud i skał silnie żelazistych pochodzące niewątpliwie z triasowych dolomitów kruszonośnych.

Opisane fragmenty skalne są rozrzucone na piaszczystej powierzchni pola deflacyjnego dość nierównomiernie. Warstwy piasków z gruzem skalnym tworzą również kilka wkładek i poziomów w kompleksie utworów czwartorzędowych na różnej głębokości (Kozioł 1952, Krzyżkiewicz 1952).

Powierzchnia pola deflacyjnego Pustyni Błędowskiej posiada charakterystyczną mikrorzeźbę, która powstaje i zmienia się zależnie od panujących czynników atmosferycznych, głównie wiatru i deszczu. Cykl tych przemian został zaobserwowany na specjalnie wyznaczonym poletku doświadczalnym w okolicy Klucz. W czasie opadów deszczowych na polu deflacyjnym (a także na wydmach nie porośniętych roślinnością) tworzą się zagłębienia o średnicy przeważnie od 0,5—1,0 cm, głębokości około 0,5 cm (ryc. 10).



Ryc. 12. Stadia przekształcania się dołków utworzonych dzięki «bombardującemu» działaniu kropeł deszczu na powierzchnię piasku

Etapes de la transformation des creux produits dans la surface des sables par le «bombardement» des gouttes de pluie

Powstają one wskutek uderzania kropeł wody o piaszczystą powierzchnię. Dołki te mają dna płaskie i są oddzielone od siebie wąskimi, ostrymi grzbiecikami o prostopadłych lub nawet przewieszonych zboczach (ryc. 12). Z chwilą, gdy deszcz przestanie padać, przypowierzchniowa warstewka piasku bardzo szybko wysycha i traci swoją spoistość. Pod wpływem siły ciężkości, względnie przy współdziałaniu słabego wiatru, poszczególne ziarenka mineralne ulegają przemieszczaniu i segregacji według wielkości oraz stopnia obtoczenia. Dobrze obtoczone i większe ziarna, jako cięższe i łatwo ulegające zsypanywaniu, staczają się na dno zagłębienia koncentrując się w środku. Stopniowo zbocza dołków łagodnieją, a grzbieciki zbudowane z drobniejszego materiału stają się coraz mniej wyraźne. Opisany proces trwa zaledwie kilka godzin, w miejscach osłoniętych — dłużej.

W czasie pogody bezdeszczowej i wiejących wiatrów (najczęściej wiatry zachodnie) formy utworzone przez działalność deszczu zanikają i na powierzchni piasków zaczynają tworzyć się zmarszczki piaszczyste. Początkowo są one niewyraźne, drobne (wysokość około 0,5 cm) i rozmieszczone gęsto

(w odległości 2—5 cm), następnie stopniowo oddalają się od siebie, stają się większe (wysokość około 3 cm) i wyraźniejsze. Kierunek wydłużenia tych zmarszczek jest zawsze prostopadły do kierunku panującego wiatru (ryc. 9). Każda zmarszczka składa się z grzbieciku i bruzdy. Grzbiecik zbudowany jest z grubszych ziarn piasku i dzięki temu wyróżnia się jako ciemniejsza smuga; ziarna drobniejsze wypełniają brzdę. Na grzbieciku wyraźnie zaznacza się strona nawietrzna — łagodna, i odwietrzna — stroma, utworzona ze stosunkowo najgrubszego materiału. Zmarszczki mają przebieg falisty, często zaburzony przez rozrzucone na powierzchni fragmenty skalne. Najlepiej są one wykształcone na otwartych przestrzeniach, natomiast w pobliżu wydm lub kęp piaszczystych odznaczają się jaśniejszą barwą i są mniej wyraźne.



Ryc. 13. Kępy piaszczyste wymuszone. W pobliżu nich widoczne są zmarszczki piaszczyste rozwidlające się i wygięte ku zachodowi

Monticules de sable imposés. Dans leur voisinage on voit des rides de sable qui bifurquent et fléchissent vers l'ouest

Zmarszczki wędrują w kierunku wiejącego wiatru z szybkością zależną od jego siły. Wskutek zmiany kierunku wiatru zmarszczki zatracają ciągłość linii grzbietowych: rozrywają się, łączą się na nowo i rozwidlają. Ukośnie do starych zmarszczek, na ich grzbietach tworzą się bardzo drobne zmarszczki związane z nowym kierunkiem wiatru i w miarę utrzymania się tego kierunku, nowe zmarszczki niszczą dawne i stopniowo stają się coraz większe.

Na Pustyni Błędowskiej obserwuje się zmarszczki o przebiegu zbliżonym do południkowego, utworzone przez wiatry zachodnie. W pobliżu wydm i w bezpośrednim sąsiedztwie małych form wydmowych opisanych poniżej, zmarszczki są coraz mniej wyraźne, odginają się ku zachodowi i często rozwidlają na zakończeniach (ryc. 13). Strefa piasków nawianych po wschodniej stronie wydm jest zwykle pozbawiona zmarszczek. Wiąże się to zapewne ze zmniejszaniem się prędkości wiatru przy przeszkodach.

Na całym polu deflacyjnym Pustyni Błędowskiej znajdują się jeszcze inne formy świadczące o panujących tu czynnych procesach eolicznych. Są

to bardzo liczne tzw. kępy piaszczyste wymuszone powstające wokół przeszkód, jakimi są skupiska trawy lub krzewy (ryc. 13) oraz jęczyczki piaszczyste tworzące się za fragmentami skalnymi rozrzuconymi na polu deflacyjnym. Kształt kęp piaszczystych jest wydłużony, poprzeczny lub łukowaty zależnie od układu roślinności. Wielkość ich jest różna; osiągają one od 3 cm do 0,5 m wysokości. Od strony wschodniej ciągnie się zawsze smuga drobnoziarnistego piasku. Im wyższa przeszkoda, tym smuga ta jest większa. Kępy piaszczyste są zalążkami przyszłych wydm.

Za każdym większym fragmentem skalnym leżącym na polu deflacyjnym pojawia się jęczyzek piaszczysty o kształcie trójkąta wydłużonego ku wschodowi, to jest w kierunku wiejącego wiatru. Jęczyzek ten zbudowany jest z bardzo drobnego materiału piaszczystego. Genetycznie odpowiada on strefie piasków nawianych tworzącej się po wschodniej stronie każdej wydmy oraz smugom piasku występującym za kępami piaszczystymi.

W południowo-zachodniej części Pustyni Błędowskiej, na niewielkiej przestrzeni, piasek jest zawilgocony i posiada domieszkę humusu. W pobliżu powierzchni, która wykazuje słabe nachylenie, znajduje się tu warstwa nieprzepuszczalnej gliny z rumoszem skalnym. Zawilgocony piasek buduje małe piramidki ziemne wysokości około 3 cm, na szczycie których znajdują się fragmenty skalne. Formy te powstają dzięki ablacji, to jest wyplukującej działalności wody deszczowej wokół ułamka skalnego. Są one nietrwałe i w okresach suchych zanikają.

3. Rozmieszczenie form wydmowych na Pustyni Błędowskiej

Jak już zaznaczono we wstępie, w części północnej Pustyni Błędowskiej rozciągającej się między Błędowem a Chełmem, brak większych wydm. Występują one licznie na południe od Białej Przemszy (ryc. 3). Rozmieszczenie wydm na tym obszarze jest nierównomierne. Od strony północnej, południowej i częściowo wschodniej omawiane piaski wydmowe są zamknięte brzeżnym wałem wydmowym. Na zachodnim krańcu tego pola znajduje się kilka dużych wydm poprzecznych i podłużnych oraz małe wydmy kształtu nieregularnego. Wspomniany obszar oddzielony jest od środkowej rozległej części pola wydmowego trzema poprzecznymi wałami wydmowymi, z których jeden łączy się z brzeżnym wałem wydmowym ciągnącym się wzdłuż doliny Białej Przemszy. Posuwając się ku wschodowi, w głąb Pustyni Błędowskiej, spotykamy na przestrzeni długości około 3,5 km liczne duże wydmy poprzeczne, podłużne i niekiedy wydmy łukowate i kopulaste. Zwraca uwagę rzędowy układ wydm podłużnych. Rozmiary wydm zmniejszają się w kierunku wschodnim. Opisana strefa jest ograniczona poprzecznymi wałami wydmowymi. Dalej ku wschodowi, aż do największego zawężenia pola wydmowego (naprzeciw stawu Jandy), na obszarze długości około 600 m znajdują się bardzo liczne wydmy średnich rozmiarów, przeważnie podłużne (około 20 m długości), czasem kopulaste. Układ tych wydm początkowo jest nieregularny, a dalej wyraźnie rzędowy. Wydmy ciągną się jedna za drugą w pasach równoległych względem siebie, oddalonych o 10—15 m. Odległość między poszczególnymi wydmami znajdującymi się w danym rzędzie jest różna, sięga od kilku do 20 m. Czasem wydmy łączą się z sobą poprzez strefę

piasków nawianych. Kierunek przebiegu pasów wydmowych jest na ogół zbliżony do równoleżnikowego (początkowo WSW-ENE, następnie W-E, a dalej znowu WSW-ENE).

Siła wydmotwórcza wiatru zostaje zahamowana w najwęższej części pola wydmowego przez las porastający północny i południowy brzeżny wał wydmowy. Wskutek tego wschodni kraniec Pustyni Błędowskiej w okolicy Klucz jest prawie zupełnie pozbawiony większych wydm.

W świetle przeprowadzonych obserwacji oraz wyników badań opublikowanych przez wielu autorów, zagadnienie wieku form wydmowych Wyżyny Śląskiej nie zostało dotychczas wyjaśnione. Na obszarze Pustyni Błędowskiej istnieje możliwość wydzielenia dwóch różnych wiekowo generacji wydm. Formami starszymi zdają się być wydmy poprzeczne, które po okresie swojego maksymalnego wzrostu uległy następnie częściowemu rozwianiu i porozrywaniu. Jeżeli przyjmiemy, że obserwowana obecnie asymetria tych wałów datuje się z czasów ich powstania, to wały poprzeczne Pustyni Błędowskiej jako utworzone przez wiatry wiejące z zachodu, mogłyby być równo-wiekowe z dużymi wydmami parabolicznymi z okolic Szczakowej, które wykazują kierunek nawiania z zachodu.

Młodsza generacja form wydmowych Pustyni Błędowskiej reprezentowana przez małe wydmy o różnych kształtach oraz przez elementy mikro-reliefu pola deflacyjnego, tworzy się i przekształca współcześnie. Wał wydmowy brzeżny zdaje się wykazywać związek z granicą lasu okalającego czynne pole wydmowe. Wzdłuż tej granicy następuje zahamowanie prędkości wiatru, co może powodować osadzanie się materiału piaszczystego bardziej intensywne niż w innych miejscach. W takim ujęciu powstanie brzeżnego wału wydmowego można by wiązać z okresem wycinania lasów, które na obszarze Pustyni Błędowskiej doprowadziło do powstania większego obszaru piasków lotnych.

III. CHARAKTERYSTYKA PIASKÓW PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

W pracach dotyczących Pustyni Błędowskiej stosunkowo niewiele uwagi poświęcano charakterystyce materiału piaszczystego. Syniewska (1929) stwierdziła, że omawiane piaski można uznać za typowe dla środowiska eolicznego, przy czym odznaczają się one dobrym obtoczeniem.

Ogólną charakterystykę utworów czwartorzędowych występujących na obszarze rozciągającym się od Maczek i Szczakowej po Błędów i Chechło, podał Kozioł (1952) na podstawie analizy licznych prób wiertniczych. Autor ten wykazał, że piaski wspomnianego obszaru są na ogół drobno- i średnio-ziarniste oraz «... stanowią materiał dobrze przepłukany, kwarcowy, dość dobrze obtoczony, świecący, barwy żółtej, rzadziej szarej...» (Kozioł 1952, s. 394). Bardziej szczegółowe dane o uziarnieniu utworów piaszczystych z okolic Golczowic podał Krzyżkiewicz (1952).

Przedstawione poniżej wyniki badań nad składem mineralnym, uziarnieniem, wysortowaniem i obtoczeniem piasków Pustyni Błędowskiej zostały wykonane na podstawie analiz licznych prób (około 100) pobranych z pola

deflacyjnego, z wydm i wałów wydmowych, bezpośrednio z powierzchni i z głębokości do 30 cm.

Skład mineralny piasku. Zasadniczym składnikiem piasku są ziarna kwarcu stanowiące średnio 90% materiału piaszczystego. W małych ilościach występują: kwarcyt (7—14%), minerały ilaste (0,8—3,0%), skalenie (0,9—1,6%) i minerały akcesoryczne tzw. minerały ciężkie (0,7—2,0%). Te ostatnie tworzą zespoły charakterystyczne dla różnych osadów klastycznych. Skład jakościowy i ilościowy tych zespołów może niekiedy wskazywać na pochodzenie materiału klastycznego. W piaskach Pustyni Błędownskiej oznaczono następujące minerały ciężkie (oznaczyła mgr inż. Kryłowska):

minerały nieprzezroczyste	24,0—38,0%
granat	26,0—43,6%
cyrkon	2,3—13,0%
turmalin	3,3— 8,6%
staurolit	2,6—10,0%
epidot	2,3— 8,6%
rutyl	0,6— 2,0%
topaz	0,3— 1,0%
cjanit	0,6— 4,0%
andaluzyt	1,0— 3,0%
syllimanit	0,6— 3,0%
amfibol zwyczajny	1,0— 4,0%
piroksen	0,6— 2,3%

Charakterystycznymi cechami wymienionego zespołu są: dość dobre obtoczenie poszczególnych składników, ślady obróbki mechanicznej, duża zawartość granatów, obecność mało odpornych amfiboli i piroksenów oraz brak łyszczyków. Cechy te pozwalają przypuszczać, że materiałem wyjściowym osadów piaszczystych były, przynajmniej częściowo, skały magmowe i metamorficzne pochodzenia skandynawskiego.

Spośród składników piasków Pustyni Błędownskiej najdokładniej zostały zbadane ziarna kwarcu. W niniejszym opracowaniu zamieszczono jedynie ogólną charakterystykę ich uziarnienia, wysortowania i obtoczenia¹.

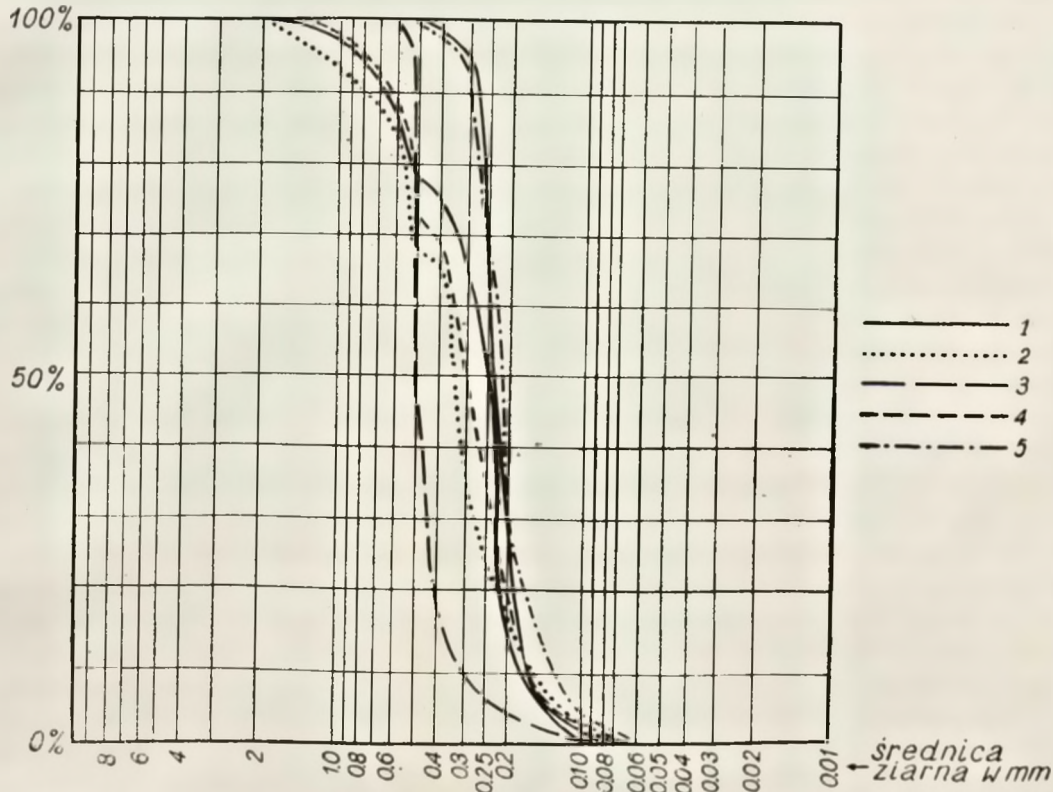
Uziarnienie kwarcu zbadano metodą sitową, a wyniki wybranych analiz przedstawione zostały za pomocą krzywych kumulatywnych na podziałce logarytmicznej (ryc. 14).

Średnice ziarn dla wszystkich prób piasku Pustyni Błędownskiej mieszczą się w granicach 0,05—1,0 mm. Przy charakterystyce materiału piaszczystego przyjęta została klasyfikacja piasków według Pacowskiej (1955):

rodzaj piasku	średnica ziarn w mm
bardzo gruboziarnisty	2 —1
gruboziarnisty	1 —0,5
średnioziarnisty	0,5 —0,25
drobnoziarnisty	0,25—0,1
bardzo drobnoziarnisty	0,1 —0,05

¹ Wyniki szczegółowych badań w tym zakresie zostaną przedstawione w osobnej publikacji.

Największy procent ziarn kwarcu piasków Pustyni Błędowskiej (60—98%) przypada na frakcje wielkości 0,25—0,5 mm oraz 0,1—0,25 mm, przy czym częściej frakcja pierwsza wykazuje niewielką przewagę nad drugą. Według wyżej podanego podziału granulometrycznego (Pacowska 1955) mamy tu zatem do czynienia zasadniczo z piaskami średnio- i drobnoziarnistymi.



Ryc. 14. Krzywe kumulatywne charakteryzujące uziarnienie piasków powierzchni Pustyni Błędowskiej: 1 — wydmy, 2 — pole deflacyjne, 3 — grzbiecik zmarszczki piaszczystej, 4 — bruzda zmarszczki piaszczystej, 5 — języczek piaszczysty

Courbes cumulatives qui caractérisent la granulation des sables à la surface du «désert» de Błędów: 1 — dunes; 2 — champ de déflation; 3 — petite crête d'une ride de sable; 4 — sillon de la ride de sable; 5 — languette de sable

Procent frakcji gruboziarnistej (0,5—1 mm) jest wysoki jedynie dla piasków pobranych z powierzchni pola deflacyjnego, z grzbiecików zmarszczek piaszczystych oraz z miejsc tuż przed «przeszkodami» (od strony zachodniej), jakimi są kępy trawy czy większe fragmenty skalne. Przedstawia on wartość około 20%, a dla piasków budujących grzbieciki zmarszczek dochodzi nawet do 53%.

Frakcja bardzo drobnoziarnista (0,05—0,1 mm) stanowi najwyżej 4% całości materiału piaszczystego. Stosunkowo duży procent ziarn tego przedziału wykazują na ogół próby piasku pobrane ze strony zawietrznej wydmy, kęp piaszczystych, a największy z języczków piaszczystych.

Odczytane z krzywych kumulatywnych tzw. mediany (Md), czyli średnice ziarn przy 50% całego materiału, wahają się w granicach 0,17—0,37 mm, a najczęściej około 0,30 mm. Sporadycznie Md = 0,50 mm (dla prób piasku pobranych z grzbiecików zmarszczek piaszczystych).

Wysortowanie materiału piaszczystego. Krzywe kumulatywne piasków Pustyni Błędowskiej są strome (ryc. 14). Świadczy to o małym rozsiewie materiału, którego znaczna większość grupuje się w wąskim przedziale 0,1—0,5 mm średnicy ziarna. Piaski takie o prawie jednolitym uziarnieniu są dobrze wysortowane. Dla dokładniejszego scharakteryzowania tej cechy wyliczono z krzywych kumulatywnych tzw. współczynnik wysortowania (S_0) wzorem Traska (1950): $S_0 = \sqrt{Q_3/Q_1}$, w którym Q_3 wyraża średnicę ziarna odczytaną przy 75% materiału, Q_1 — to samo dla 25% materiału. Współczynniki S_0 dla piasków różnych form wydmowych i pola deflacyjnego Pustyni Błędowskiej wahają się w granicach 1,04—1,52 (zwykle około 1,20). Według klasyfikacji Krumbein'a i Sloss'a (1955) wszystkie współczynniki mniejsze od 2,5 charakteryzują piaski dobrze wysortowane. Im bliżej wartości 1, tym materiał jest lepiej wysortowany; a zatem piaski wydmore Pustyni Błędowskiej należy określić jako bardzo dobrze wysortowane, a niekiedy nawet zbliżone do jednorodnych.

Obtroczenie ziarn kwarcu. Stopień obtoczenia materiału piaszczystego wyrażony w procentach obliczono wg metody A. W. Chabakowa (Ruchin 1953). Wskaźnik 100% obtoczenia określa materiał, w którym wszystkie ziarna danej frakcji są zupełnie obtoczone i zaokrąglone; piaski o ziarnach ostrokrawędzistych posiadają wskaźnik obtoczenia 0%. W próbkach pobranych z powierzchni Pustyni Błędowskiej stopień obtoczenia materiału piaszczystego dla frakcji 0,3—0,4 mm waha się w granicach 40—50%. Powierzchnie ziarn są na ogół matowe. Wykonane obserwacje świadczą, że omawiane piaski można określić jako dobrze obtoczone.

Uziarnienie piasków Pustyni Błędowskiej, ich bardzo dobre wysortowanie i wysoki stopień obróbki mechanicznej (obtroczenie i zmatowienie powierzchni) są charakterystyczne dla środowiska eolicznego (Cailleux 1942, Syniewska 1929, Krygowski 1955, 1956, 1958).

IV. ZAGADNIENIE OCHRONY PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

Pustynia Błędowska i jej najbliższe otoczenie były przedmiotem wielu artykułów i notatek w prasie oraz w pismach popularnonaukowych, w których autorzy podkreślając wartości przyrodnicze i krajobrazowe tego osobliwego obszaru, wypowiadali się za koniecznością jego ochrony (Piech 1924 b, Stecki 1935, Sosnowski 1947, Kulmatycki 1946, Łańcucka-Środoniowa 1948, Dudziak 1956, Jaromin 1960). Starania o zachowanie w naturalnym stanie wspomnianego obiektu są uzasadnione zarówno z punktu widzenia przyrodniczego oraz krajobrazowego, jak również ze względów naukowych i dydaktycznych.

Bardzo istotne i ważne motywy, przemawiające za ochroną Pustyni Błędowskiej i jej otoczenia, wynikają z prac botanicznych (Piech 1924 a, Fröhlich 1937, Bajer 1950, Kwiatkowska 1957). Od szeregu lat trwają

starania o utworzenie rezerwatu na południowej granicy Pustyni — w wywierzyskach rzeki Białej, przede wszystkim dla ochrony stanowiska endemicznego gatunku warzuchy polskiej *Cochlearia polonica* E. Fröhlich, a także dla zachowania innych rzadkich gatunków roślin, jak: *Doronicum austriacum* (relikt z epoki lodowej), *Rosa pendulina* i *Polygonatum verticillatum* (reliktowe gatunki górskie), *Pinguicula bicolor*, *Carex dioica*, *Circaea alpina* oraz szereg gatunków mchów stanowiących elementy górskie i północne.

W ostatnich latach zaobserwowano, że w sosnowym lasku w okolicy stawu Jandy znalazły dogodne warunki bytowania: jeden z gatunków widłaka — *Lycopodium clavatum*, rośliny podlegającej ochronie gatunkowej, a także paproć *Blechnum spicant* (obserwacje mgr A. Kwiatkowskiej). Sam obszar otwartych piasków jest terenem niezmiernie interesującym dla przyrodników między innymi ze względu na możliwość prowadzenia tu obserwacji nad naturalną sukcesją lasu i roślin wydmowych (Krutikow 1961).

Szczegółowe badania nad fauną owadów środowiska piaszczystego są obecnie prowadzone przez Muzeum Śląskie w Bytomiu. Według informacji A. Krutikowa (Nadleśnictwo Państwowe Rabsztyn) na Pustyni Błędowskiej i w lasach okolicznych znalazły ostoję niektóre rzadkie i podlegające ochronie gatunkowej ptaki (kruk, kulon, krzyżodziób świerkowy, świergotek polny i inne). Omawiany obszar jest również bardzo interesujący dla każdego geologa i geografów ze względu na możliwości prowadzenia tu badań nad powstawaniem i przekształcaniem różnych form wydmowych oraz nad sedymentacją, transportem i obróbką mechaniczną materiału piaszczystego w środowisku eolicznym. Warto podkreślić, że na ziemiach polskich lotne piaski nigdzie nie występują na tak dużym i zwartym obszarze. Formy wydmowe Pustyni Błędowskiej i jej otoczenia u stóp postrzępionej kuesty jurajskiej stanowią jedną z największych osobliwości krajobrazowych Wyżyny Śląskiej. Z tych względów okolice Klucz i Błędowa budzą żywe zainteresowanie wśród krajoznawców i turystów.

Z przedstawionych motywów ochrony Pustyni Błędowskiej i jej najbliższego otoczenia wynikają następujące wnioski:

1. Na bezwzględne zabezpieczenie zasługują wywierzyska Białej z uwagi na endemiczną i rzadką roślinność.

2. Ochronie powinno podlegać pole wydmowe (a przynajmniej jego część) ze względu na czynne środowisko eoliczne, osobliwy krajobraz wydmowy oraz bytującą tam faunę i florę.

3. Chronione muszą być również pewne partie lasów z najbliższego otoczenia Pustyni Błędowskiej (okolice stawu Jandy i wywierzysk Białej) przedstawiające wartości botaniczne i krajobrazowe oraz będące często ostoją awifauny.

Możliwość ochrony Pustyni Błędowskiej natrafia na trudności, bowiem obszar ten stanowiący część tzw. Centralnej Piaskowni, uważany jest przez przemysł węglowy jako złożę piasku podsadzkowego (Kwaśniewicz 1948, Kozioł 1952). Utrzymanie naturalnych stanowisk endemicznej, rzadkiej lub charakterystycznej dla danego środowiska roślinności Pustyni Błędowskiej i jej otoczenia, wymaga określonych, stałych stosunków wodnych. Z chwilą rozpoczęcia eksploatacji piasku na wspomnianym terenie musi nastąpić

zmiana położenia zwierciadła wody gruntowej, co wpłynie niekorzystnie na roślinność. Dalsza eksploatacja doprowadzi do zupełnego zniszczenia tej roślinności oraz całego osobliwego krajobrazu wydmowego. Warunki hydrogeologiczne, które zapanowałyby w czasie i po eksploatacji piasku, nie dają żadnej możliwości utrzymania i ochrony odosobnionych stanowisk. Jedynie całkowite wyłączenie z eksploatacji obszaru położonego na południe od Białej Przemszy między Kluczami, Laskami i Błędowem, a przynajmniej wschodniej części pola wydmowego, mogłoby zabezpieczyć istniejące tu stoki wodne.

Zagadnienie potrzeby utworzenia rezerwatu na Pustyni Błędowskiej znalazło wyraz w pracach komisji dla opracowań założeń projektowych eksploatacji piasku podsadzkowego przemysłu węglowego. Jeden z wniosków sformułowany przez tę komisję stwierdza, że «... należy sprawdzić, aby granice rezerwatu na terenach Pustyni Błędowskiej ustalono kierując się zasadą najistotniejszych potrzeb ochronnych. W przypadku konieczności wejścia z eksploatacją na teren rezerwatu Komisja Planowania przy Radzie Ministrów winna orzec, jaka powierzchnia rezerwatu ma być nadal utrzymana».

Projekty eksploatacji piasku z Pustyni Błędowskiej są alternatywne, ale w każdym przypadku odnoszą się one do lat późniejszych (po roku 1978). Należy wyrazić nadzieję, że do tego czasu zostaną opracowane metody umożliwiające szerokie zastosowanie skał płonnych i materiału z hałd jako podsadzki do kopalń, a tym samym zmniejszy się zapotrzebowanie piasków podsadzkowych. W tych warunkach projekt eksploatacji piasku z obszaru Pustyni Błędowskiej może zostać zaniechany, a w najgorszym przypadku przełożony na okres znacznie późniejszy.

PIŚMIENNICTWO

- Bajer A. (1950). Cytological studies of *Cochlearia polonica*. — *Acta Soc. Botan. Pol.* Vol. 20 Nr 2.
- Cailleux A. (1942). Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. — *Mémoires de la Société Géologique de France* Vol. 46.
- Doktorowicz-Hrebniński S. (1935). Arkusze Grodziec. Objasnienia. — *Mapa szczegółowa Polskiego Zagłębia Węglowego 1:25 000*. — PIG. Warszawa.
- Dudziak J. (1956). W sprawie rezerwatu na Pustyni Błędowskiej. — *Chrońmy Przyr. ojcz.* Z. 2.
- Fröhlich E. (1937). Studia systematyczne nad polskimi warzuchami (*Cochlearia* L.) z uwzględnieniem innych spokrewnionych z nimi gatunków europejskich. — *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. B.*
- Jaromin L. (1960). W obronie skarbów Pustyni Błędowskiej. — *Przyr. polska* Nr 1.
- Kozioł S. (1952). Budowa geologiczna Pustyni Błędowskiej. — *Biul. PIG* 65.
- Krumbein W. C., Sloss L. L. (1955). Stratigraphy and sedimentation. New York.
- Krutikow A. (1961). Utrwalanie lotnych piasków śródlądowych za pomocą wydmuchaczy. — *Las pol.* Nr 1.
- Krygowski B. (1955). Granulometria w badaniach utworów czwartorzędowych w Polsce. — *Biul. Inst. Geol.* 70. Z badań czwartorzędu w Polsce T. 6.
- Krygowski B. (1956). Z badań granulometrycznych nad utworami plejstoceniowymi w Polsce zachodniej. — *Biul. PIG* 100. Z badań Czwartorzędu w Polsce T. 7.
- Krygowski B. (1958). Niektóre dane o piaskach śródlądowych na terenie Polski i obszarów przyległych. — *Wydmę śródlądowe Polski. Cz. I.* Warszawa.

- Krzyżkiewicz J. (1952). Czwartorzęd doliny Białej Przemszy pod Golczowicami. — *Biul. PIG* 68.
- Kulmatycki W. (1946). O ochronę krajobrazu Pustyni Błędowskiej. — *Chrońmy Przyr. ojez.* Nr 3/4.
- Kwaśniewicz M. (1948). Zasoby piasku na Pustyni Błędowskiej. — *Przegl. gór.* T. 4 (35).
- Kwiatkowska A. (1957). Rozmieszczenie warzuchy polskiej (*Cochlearia polonica* E. Fröhlich) w okolicy Olkusza. — *Fragm. flor. Ann.* 3 Pars 1.
- Lenczewicz S. (1922). Wydmy śródlądowe Polski. — *Przegl. geogr.* T. 2.
- Lewiński J. (1914). Utwory dyluwialne i ukształtowanie powierzchni przedlodowcowej dorzecza Przemszy. — *Prace Tow. Nauk. Warsz.* Nr 2.
- Łańcucka-Środoniowa M. (1948). Z Pustyni Błędowskiej. — *Bezpl. dodatek do n-ru 10 mies. krajoznawcz. «Orli Lot»*. Kraków.
- Małkowski S. (1914). O wydmach parabolicznych śródlądowych tworzących się w okolicy Szczakowej. — *Kosmos* R. 39.
- Małkowski S. (1917). O wydmach piaszczystych okolic Warszawy. — *Prace Tow. Nauk. Warsz.* Nr 23.
- Pacowska J. (1955). Zagadnienia podziału i terminologii utworów czwartorzędowych. — *Biul. PIG* 70. Z Badań Czwartorzędu w Polsce T. 6.
- Piech K. (1924a). *Doronicum austriacum* Jacq. i *Cochlearia officinalis* L. w okolicy Olkusza. — *Acta Soc. Botan. Pol.* Vol. 2 Nr 3.
- Piech K. (1924 b). Miraże w Pustyni Błędowskiej. — *Kosmos* R. 49.
- Różycki S.Z. (1953). Górny dogger i dolny małm Jury Krakowsko-Częstochowskiej. — *Prace Inst. Geol.* T. 17.
- Różycki S. Z. (1960). Stratygrafia i zmiany facjalne najwyższego doggeru i malmu Jury Częstochowskiej. — *Przegl. geol.* Nr 8.
- Ruchin Ł. B. (1953). *Osnovy litologii*. Leningrad—Moskwa.
- Sosnowski K. (1947). W obronie Pustyni Błędowskiej. — *Ziemia* R. 24 Nr 1—2.
- Stecki K. (1935). Miraże Pustyni Błędowskiej. — *Wszehśw.* Nr 6.
- Sujkowski Z. (1928). Uwagi o piaskach i lessach w Olkuskiem i ich wzajemnym stosunku. — *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* T. 21 Z. 1—2.
- Syniewska J. (1929). Próba analizy piasków środowiska wodnego i eolicznego. — *Kosmos* Ser. A, T. 54.
- Szaflarski J. (1955a). Zarys rozwoju ukształtowania Wyżyny Śląskiej — Górny Śląsk. — *Prace i materiały geogr. Pol. Tow. Geogr.*
- Szaflarski J. (1955b). Wierzchowinowe formy skalne Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. — PTTK Oddział w Częstochowie. Częstochowa.
- Trask P. D. (1950). *Applied sedimentation*. New York.
- Znosko J. (1953). Budowa geologiczna okolic Błędowa i Niegowonic koło Olkusza. — *Biul. Inst. Geol.* 70.
- Żukowski W. (1949). Kilka uwag do problemu podsadzowego w Polskim Zagłębiu Węglowym. — *Przegl. gór.* II (XXXIII).

Polska Akademia Nauk, Zakład Ochrony Przyrody.

RESUME

Géologie du «désert» de Błędów. Le «désert» de Błędów (nom géographique) est situé à l'extrémité est du plateau de Silésie, entre les localités Klucze, Laski, Błędów et Chechło; il a environ 7 km de longueur et, au maximum 3 km de largeur. C'est une région sans forêt où apparaissent par endroits les sables mouvants quaternaires. Elle se déroule au pied des collines jurassiques (jur. inférieur et jur. supérieur) qui forment le bord du plateau Cracovie—Częstochowa. Le sous-sol des dépôts sablonneux quaternaires du «désert» de Błędów consiste surtout en roches du système triasique parmi lesquelles la plus abondante est la série du trias supérieur (keuper), représentée par les marnes irisées avec de minces intercalations de calcaires et de brèches calcaires (fig. 1, 2). La surface subquaternaire est en général d'un relief atténué.

Sur la surface de la stratification inférieure des dépôts quaternaires se trouvent des formations d'éboulis (débris de calcaires et de silex jurassiques et les quartz) ou, parfois, des marnes et des limons. Au-dessus, il y a des sables avec des intercalations d'éboulis et de marnes. L'épaisseur moyenne de toutes ces formations quaternaires se monte à 17 m environ. Les sables du «désert» de Błędów forment un bassin naturel d'eau souterraine dont l'alimentation vient, au moins en partie, du plateau Cracovie—Częstochowa. Cette nappe phréatique est inclinée vers l'ouest.

Les dépôts sablonneux quaternaires du «désert» de Błędów présentent une matière fluvio-glaciaire, déposée dans le bassin de la pré-Przemsza lequel s'était formé encore avant le quaternaire (Lewiński 1914), lors du glissement du glacier continental pendant la période glaciaire de la Pologne centrale (Varsovien I) ou sa récession (Kozioł 1952, Krzyżkiewicz 1952).

Caractéristiques morphologiques du «désert» de Błędów. La partie nord du «désert» de Błędów, au nord de la rivière Biała Przemsza est presque entièrement privée de dunes de quelque importance, tandis qu'au contraire, la partie sud montre un relief très accidenté (fig. 3, 4, 5). Dans la partie sud du terrain examiné, se laissent distinguer deux zones: l'une contenant des dunes en forme de bosses qui entourent le champ de déflation, et la seconde qui est le champ actif de déflation, avec des dunes assez peu considérables, partiellement fixées, transversales, en forme de coupole, d'arc, longitudinales et irrégulières, mais aussi avec quelques grandes dunes transversales (fig. 7, 8). Fig. 6 représente l'orientation des axes de longueur des dunes transversales et longitudinales. Quant aux dunes, on peut y observer la face au vent — douce, et la face sous le vent — abrupte (est). Autour de la dune, surtout si elle est isolée, se forme une zone de sable accumulée par les vents d'ouest, actuellement efficaces. Cette zone se rétrécit toujours vers l'ouest (fig. 7).

Le champ de déflation qui s'étend au milieu des dunes est presque entièrement privé de végétation. Il est recouvert d'un éboulis rocheux composé de débris des calcaires, des silex et des fossiles jurassiques, de galets de quartz, rarement de grès de quartzite (crétacé?) et de fragments peu nombreux de grès, de minerais et de roches ferrugineuses, provenant des dolomites triasiques métallifères (fig. 9, 10, 11). La plupart des débris rocheux portent les traces de la corrosion éolienne (fig. 11).

La surface du champ de déflation montre un microrelief distinctif qui se forme et se transforme selon les facteurs atmosphériques en jeu, surtout le vent et la pluie. Pendant la pluie, les gouttes frappent à petits coups la surface sablonneuse du terrain en y produisant de petits creux qui, durant le temps sec, se transforment de la manière qu'illustre la fig. 12. Quand il n'y a pas de pluie et qu'il fait du vent, ces formes s'effacent et, sur la surface du sable commencent à paraître des rides de sable qui se déplacent continuellement et dont l'axe longitudinal est perpendiculaire à la direction du vent efficace (fig. 9, 13). Sur le champ de déflation apparaissent, en plus, de nombreux petits monticules de sable, fixés par les arbustes et les touffes d'herbes (fig. 13) et des languettes de sable qui s'étendent derrière les débris rocheux d'une certaine importance. Dans la partie sud-ouest du «désert» de Błędów, on peut observer, sur une surface restreinte, de petites pyramides de sable ayant à peu près 3 cm de hauteur.

La fig. 3 représente la répartition, dans le «désert» de Błędów, des formes plus considérables de dune. Les plus anciennes dunes de ce territoire sont probablement les bosses transversales qui aujourd'hui sont déjà en partie disloquées et dispersées. Si l'on admet que l'asymétrie actuelle qui apparaît dans les faces de ces formes date du temps de leur formation, la conclusion s'impose que ces dernières ont été produites par l'action des vents de l'ouest. Les dunes moins considérables du territoire examiné et les éléments du microrelief dans le champ de déflation se forment et se transforment actuellement. Les dunes en forme de bosse qui bordent le champ de déflation présentent probablement une forme imposée par la forêt qui entoure le désert de Błędów.

Caractéristiques des sables du «désert» de Błędów. Dans la composition de la couche superficielle du «désert» de Błędów entrent les minéraux suivants: quartz (à peu près 90% de la matière sablonneuse), quartzite (7,0%—14,0%), feldspath (0,9%—1,6%), minéraux marneux (0,8%—3,0%) et minéraux accessoires (0,7%—2,0%, p. 246). Les recherches sur l'élément principal du sable, c'est-à-dire sur les grains de quartz, ont permis de définir la matière sablonneuse en question comme sable moyen et sable fin (fig. 14), d'un très bon sorting (S_0 allant de 1,04 à 1,52), aux grains roulés, à surface mate. Les traits mentionnés prouvent que ces sables apparaissent dans un milieu éolien.

La protection du «désert» de Błędów. Depuis longtemps déjà des démarches ont été mises en train pour obtenir la protection de la nature et du paysage particulier du «désert» de Błędów et de ses environs immédiats, et pour former aussi, et surtout, une réserve dans la région des sources de la rivière Biała où se trouve la localité de l'espèce endémique *Cochlearia polonica* E. Fröhlich. Ces démarches n'avancent qu'à grand-peine, le «désert» de Błędów formant le gisement de sable, réservé pour l'usage des mines houillères.

Académie Polonaise des Sciences
Centre pour la Protection de la Nature.

TREŚĆ

Wstęp	227
I. Położenie geologiczne Pustyni Błędowskiej	228
II. Charakterystyka morfologiczna Pustyni Błędowskiej	231
1. Wały wydmore i inne rodzaje wydm	234
2. Pole deflacyjne	239
3. Rozmieszczenie form wydmore na Pustyni Błędowskiej	244
III. Charakterystyka piasków Pustyni Błędowskiej	245
IV. Zagadnienie ochrony Pustyni Błędowskiej	248
Piśmiennictwo	250
Résumé	251