

Stefan Wittek

## Z BADAŃ NAD WYDMAMI KOTLINY SANDOMIERSKIEJ

### Wstęp

Badania geomorfologiczne, przeprowadzone przez autora w latach 1964-1967, objęły środkową część Kotliny Sandomierskiej, leżącą w widłach Wisły i Sanu /Ryc. 1/. W obrębie tego obszaru o powierzchni około 4 000 km<sup>2</sup> znajduje się Płaskowyż Kolbuszowski wraz z otaczającymi go odcinkami szerokich dolin Wisły, Wisłoki, Sanu i Wisłoka.

Artykuł niniejszy jest streszczeniem wybranych rozdziałów pracy doktorskiej pt. Rola procesów eolicznych w rozwoju rzeźby Kotliny Sandomierskiej między Wisłoką a Sanem, wykonanej w Katedrze Geografii Fizycznej Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie pod kierownictwem prof. dra Jana Flisa, któremu za cenne wskazówki i korektę artykułu do druku wyrażam gorące podziękowanie. Dziękuję serdecznie recenzentom pracy doc. drowi Zdzisławowi Czeppemu i doc. drowi Tadeuszowi Ziętarze za życzliwe i rzeczowe uwagi.

### I. Rozmieszczenie i morfologia wydmy

Rozmieszczenie piasków eolicznych i wydmy przedstawia ryc. 2. Wydmy występują zarówno na Płaskowyżu Kolbuszowskim, jak i w dolinach rzecznych. Na terenie Płaskowyżu Kolbuszowskiego z ogólnej liczby 439 pól piasków eolicznych tylko 60 odznacza się obecnością wydmy o wysokości powyżej 10 m. Olbrzymią przewagą w obrębie wysoczyzny mają małe formy wydmy. Charakterystyczne jest tu również duże rozproszenie piasków eolicznych oraz koncentrowanie się ciągów wydmy w sąsiedztwie obniżen dolinnych.

Znaczną część powierzchni wierzchołiny budują gliny zwałowe, na których wydmy prawie nie występują. Można je spotkać tylko na pograniczu z osadami piaszczystymi np. w Przyłuku, w okolicy Głogowa, Sokółowa i Leżajska, gdzie piasek eoliczny przywędrował z niżej położonych osadów rzeczno-lodowcowych i rzecznych. Także w sąsiedztwie residuów moreny piaszczystej utworzyły się niewielkie formy akumulacji eolicznej.

Na wysoczyźnie wydmy w zasadzie nie zajmują najwyższych miejsc, chociaż dwa szczyty wydmy, a mianowicie Królewska Góra /266 m n. p. m./ i Sokole Góry /261 m n. p. m./ należą do najwyższych punktów Płaskowyżu Kolbuszowskiego. Duże wydmy spotyka się w pobliżu zachodniej krawędzi pias-

kowyżu, w okolicy Niwiak, gdzie piętrzące się wydmy terasy średniej wkraczają na eolicznie i demodacyjnie złagodzone stoki wysoczyzny. Podobnie jest w części północno-zachodniej, w okolicach Przyłęku Dolnego i Toporowa. Mniej liczne i mniejsze są wydmy piaszczyste w południowo-wschodniej części wysoczyzny, w okolicy Grodziska Dolnego, zbudowanej w strobie z utworów podobnych do lessu.

Tak więc rozmieszczenie wydym na Płaskowyżu Kolbuszowskim jest uzależnione od nagromadzenia piasków w obniżeniach wysoczyzny, pochodzących bądź z rozmycia i zwietrzenia moreny, fluwioglacjału, bądź piasków rzecznych oraz od warunków eolicznego transportu piasków z terasy średniej w peryferyjnych częściach wysoczyzny.

W dolinach rzecznych wydmy występują najliczniej na terasie średniej, słusznie nazwanej wydymową. Są one rozsiane niemal po całej powierzchni terasy. Niemniej można wyróżnić szereg pól wydmych i stwierdzić pewne prawidłowości w ich rozmieszczeniu. Duże pole wydmy /około 120 km<sup>2</sup>/ znajduje się w dolinie Wisłoki między Rzemieniem a Przyłękiem i Ostrowami Tuszowymi. Kształt tego pola wyraźnie naśladuje bieg Wisłoki i linię przebiegu progów Płaskowyżu Kolbuszowskiego.

Drugi wielki kompleks wydmy występuje w dorzeczu Łęgu, w trójkącie ocalałym przed erozją wód Wisły i Samu. Odnacza się on silniejszym urzeźbieniem niż pole wydmy w dolinie Wisłoki. Większość grzęd wydmych znajduje się na prawym brzegu Łęgu, a więc na wschód od rzeki. Przebieg grzęd wydmych wykazuje dwa główne kierunki:

1 NW-SE, kierunek mniej więcej równoległy do biegu Łęgu, zaznaczony w wałach wydmych o długości łącznej do około 15 km i szerokości wraz z zagłębieniami międzywydmowymi do 3 km.

2 SW-NE, kierunek prostopadły do poprzedniego, odpowiadający przebiegowi krawędzi wyższego stopnia terasy średniej, uwidaczniający się w grzędach wydym o długości do około 20 km i szerokości 1-3 km.

Trzeci obraz wydmy można wyróżnić w dolinie Sanu, pomiędzy Leżajskiem a Rudnikiem. Pola wydmy ciągną się tu z pewnymi przerwami pasem równoległym do biegu Sanu, na przestrzeni około 20 km, przy szerokości od 3 do 8 km.

Znacznie mniejsze pola wydmy występują w Rynnie Przykarpackiej, głównie na południe od Głogowa, oraz między Zmysłówką a Budami Łańcuckimi /dolina Wisłoka/. Tu również związane są z zachowaną w fragmentach terasą średnią.

Na terenie międzyrzecza Wisły i Samu wydmy spotyka się na powierzchniach wzniesionych ponad poziom teras niskich. Wydmy te w postaci wydłużonych wałów rozwinięte są na "wyspach" terasy średniej, zbudowanych przez wody Wisły i Samu. Kilka niewielkich pól wydmych znajduje się na wierzchołkach i stokach mioceno-plejstocenkich Garbu Tarnobrzieskiego. Na niskich terasach akumulacyjnych wydmy spotyka się rzadko. W strobie tych teras występują w większości osady związane, piaszczysto-gliniaste bądź gliniasto-ilaste, na ogół dobrze nawodnione, pokryte dość zwarcie roślinnością. Spotyka się też starorzecza okresowo wypełnione wodą i torfiska. Takie środowisko nie sprzyja działalności eolicznej. Mimo to w obrębie niskich teras Wisły, Wisłoki i Sanu spotyka się miejsca, gdzie występują na powierzchni niewielkie płyty luźnych piasków podlegających deflacji. Na terasie łęgowej są to najczęściej świeże łachy piasków wód powodziowych. W obrębie terasy nadzalewowej /"rędzinnej"/ spotyka się wydmy wykształcone na podłożu piasków, będących pozostałością osadów terasy średniej, która została rozczłonkowana przez wody rzeczne i w strefie peryferyjnej występuje dziś w postaci "wysp" otulonych młodszymi osadami terasy rędzinnej. Stąd też można mówić o częściowo kopalnych formach akumulacji eolicznej w obrębie terasy rędzinnej, jak np. w okolicach Mielca, Smoczki, Borków Nizińskich i in., gdzie spąg piasków eolicznych znajduje się o około 1 m niżej niż powierzchnia pobliskiej terasy.

Analiza rozmieszczenia wydym wykazuje bliski związek występowania form

akumulacji eolicznej z przebiegiem dawniejszych, plejstocenijskich dolin rzecznych, w których nagromadzone zostały piaski drobno- i średnioziarniste o dużej miąższości, tylko częściowo wyprzątnięte wskutek działalności erozyjnej i transportującej rzek w późnym glacie i holocenie.

Duże zagęszczenie wydm w pobliżu krawędzi terasy średniej dowodzi, że tu były najbardziej sprzyjające warunki dla rozwoju akumulacji eolicznej. Pozwala to wiązać intensywny rozwój procesów eolicznych z fazami rozcinania osadów terasy średniej przez rzeki i towarzyszącym mu obniżaniem się poziomu wód gruntowych.

Do najistotniejszych morfologicznych cech wydm należą: ich wielkość, ich zarys poziomy i nachylenie ich stoków. Wyniki pomiarów dokonanych w terenie i na mapach topograficznych są zestawione w tabeli 1.

Wielkość wydm /w metrach/

T a b e l a 1

Pole wydmore	Ilość wydm	Długość		Szerokość		Wysokość	
		Maksymalna	Średnia	Maksymalna	Średnia	Maksymalna	Średnia
Dolina Wisłoki	125	3 500	381	550	85	27	6,8
Dolina Sanu	98	5 250	653	400	109	27	8,6
Międzyrzecze Wisły i Sanu	36	1 000	150	250	55	17	6,6
Płaskowyż Kolbuszowski	100	1 700	346	250	72	21	6,6
Ryńska Prsykarpacka	10	2 250	-	150	-	8	5,7
Obszar badany	369	5 250	433	550	85	27	7,2

Tabela 1 nie obejmuje dużej ilości małych wydm i mikroform wydmych występujących na obszarze badanym /Fot. 4/. Z powyższej tabeli można wyczytać, że w środkowej części Kotliny Sandomierskiej najczęstsze są wydmy o długości do około 500 m i szerokości do 100 m, a średnia ich wysokość wynosi 7,2 m. W toku badań terenowych okazało się, że wiele wałów w obrębie pól wydmych zaznaczonych na mapach topograficznych nie stanowi jednolitych form, ale składa się z szeregu mniejszych wydm łukowych, nałożonych na utwory nieeoliczne. Zarysowujące się w krajobrazie Kotliny Sandomierskiej wały piaszczyste /o długości kilku do kilkunastu km/ są złożone z form mniejszych.

Pomiary wysokości 369 wydm wykazały, że na obszarze badanym dominują wydmy o wysokości od 2-10 m /82%/. Wydmy wysokie, sięgające powyżej 20 m są nieliczne /3%/. Wynika z tego, że przyjmowane często w literaturze dla wydm śródlądowych Polski południowej wysokości 20-30 m są znacznie przesadzane. Pagórki i wały piaszczyste na terasach nadzalewowych były bowiem formowane nie tylko przez procesy eoliczne i określanie wysokości wydm od podnóża pagórków do ich kulminacji często jest błędne. Podstawę dużych wydm tworzą zwykle osady pochodzenia rzecznego bądź rzecznołodowcowego /Fot. 1, 9/.

Na podstawie pomiarów wykonanych na mapach w skali 1:25 000 i bezpośrednio w terenie określiliśmy orientację 1491 wydym. Tabela nr 2 przedstawia wyniki tych prac.

Orientacja wydym

T a b e l a 2

Pole wydymowe	Ilość wydym	% wydym o ekspozycji stoku łagodnego					
		N	SE	S	SW	W	NW
Dolina Wisłoki	535	0,8	0,9	3,5	57,2	20,4	17,2
Międzyrzecze Wiszy i Sanu	195	1,0	-	-	38,5	36,9	23,6
Dolina Sanu	651	0,4	1,2	3,1	60,7	20,9	13,7
Płaskowyż Kolbuszowski	100	1,0	1,0	14,0	41,0	36,0	7,0
Rzyna przykarpicka	10	-	-	30,0	30,0	40,0	-
Obszar badany	1 491	0,6	0,9	3,8	55,0	24,0	15,7

Z tabeli można wyczytać, że stoki proksymalne wydym najczęściej są eksponowane ku SW /55%/. Ekspozycja ta szczególnie wyraźnie zaznacza się w dolinie Sanu /60,7% wydym/ i w dolinie Wisłoki /57,2%/, w mniejszym stopniu na Płaskowyżu Kolbuszowskim /41%/. Blisko 1/4 wydym ma stoki łagodne zachodnie. Duży udział mają także wydmy o stokach promaksymalnych NW /15,7%/. W minimalnym stopniu łagodne stoki wydym wykazują ekspozycję S /3,8% i SE /0,9% oraz N /0,6%/. Nie spotyka się natomiast wydym o stokach łagodnych wschodnich i północno-wschodnich.

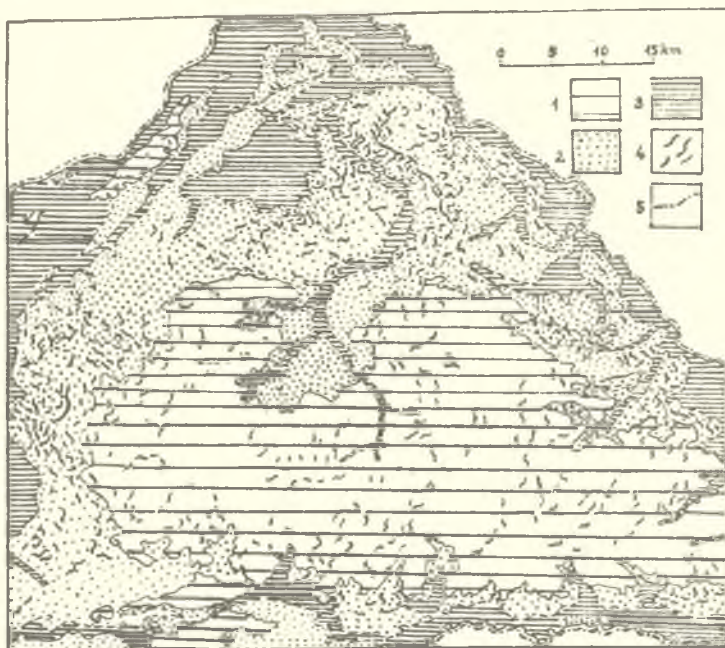
Orientacja wydym wskazuje w przybliżeniu kierunek wiatru wydymotwórczego. Na obszarze badanym oś symetrii wydym biegnie najczęściej: SW-NE, W-E i NW-SE /Ryc. 2, 3, 4/. Wynika z tego, że omawiane wydmy zawdzięczają swoje powstanie i ostatnie wymodelowanie wiatrom SW, W i NW. Wiatry te nie działały równocześnie w tej samej fazie wydymowej.

Pewne światło na kolejność oddziaływania wiatrów wiejących z powyższych kierunków rzucają badania stopnia asymetrii wydym. Średnie nachylenie stoków promaksymalnych waha się od 6-9°, a stoków dystalnych od 11-23,4°. Największą asymetrią charakteryzują się wydmy ukształtowane przez wiatry południowo-zachodnie. Znacznie niższy wskaźnik asymetrii występuje u wydym utworzonych pod wpływem wiatrów północno-zachodnich. Można z tego wnioskować, że wydmy utworzone przez wiatry NW uległy znacznemu zdenudowaniu i przemodelowaniu. Wydmy uformowane przez wiatry południowo-zachodnie jako najlepiej zachowane powstały więc później niż wydmy utworzone przez wiatry NW. Potwierdza to hipotezę, że w okresie wydymotwórczym przeważający wiatr zmienił kierunek z NW na W i SW. Obecnie zaznacza się też wpływ wiatrów S, przy równoczesnym działaniu wiatrów SW i W. Wniosek ten jest zgodny z wynikami badań A. Dylikowej /1958/, dotyczącymi wydym okolic Łodzi, gdzie wydmy starsze wykazują wpływ działania wiatrów NW, młodsze wiatrów W i SW. Do podobnego wniosku doszedł również J. Brzozowski /1962/ w odniesieniu do wydym NW części Płaskowyżu Jędrzejowskiego.



Ryc. 1. Położenie terenu badań

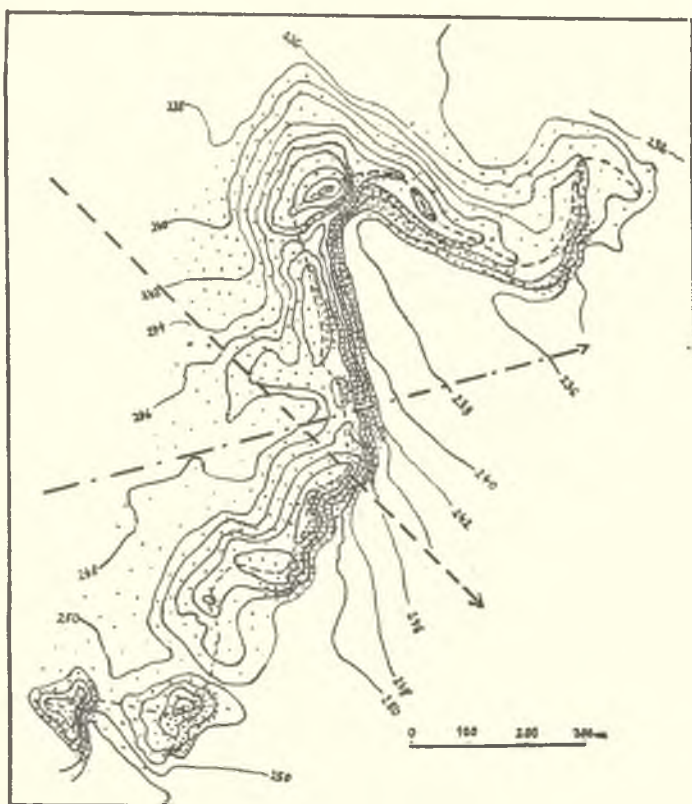




Objaśnienie znaków:

- 1 - Wysoczyzna mioceno-plejstocenska.
- 2 - Równiny średniej terasy akumulacyjnej.
- 3 - Równiny niskich teras akumulacyjnych.
- 4 - Pola wydymowe.
- 5 - Granica obszaru badanego.

Ryc. 2. Wydmy środkowej części Kotliny Sandomierskiej.



Poziomice co 2 m.



Oś morfologiczna.



Kierunek wiatru głównego okresu wydmotwórczego.



Kierunek wiatru przekształcającego pierwotną formę.

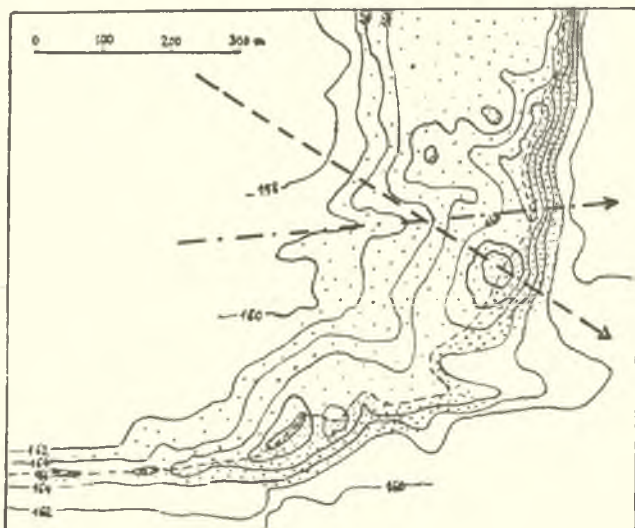


Stok łagodny.



Stok stromy.

Ryc. 3. Wydma Królewskiej Góry.



Poziomice co 2 m.



Oś morfologiczna.



Kierunek wiatru głównego okresu wydmotwórczego.



Kierunek wiatru przekształcającego pierwotną formę.



Stok łagodny.



Stok stromy.

Ryc. 4. Wydma paraboliczna w okolicy Grębowa.



II. Geneza i typy wydm

Jednym z kryteriów służących do wyjaśnienia pochodzenia wydm jest skład mechaniczny materiału budującego wydmy. Charakter uziarnienia piasków określiłem za pomocą metody sitowej na podstawie 309 prób /400-gramowych/ piasku pobranego z wszystkich większych pól wydmy, w różnych punktach profilu poprzecznego wydm i ich podłoża. W celu stwierdzenia domieszki części pylastych i ilastych w kilkunastu przypadkach zastosowana została metoda areometryczna. Wykorzystano też wyniki analiz granulometrycznych, wykonanych przez Przedsiębiorstwo Robót Gospodarki Kopalnianej w Warszawie /41 próbek/ i Wojewódzką Stację Chemiczno-Rolniczą w Rzeszowie /39 próbek/.

## Uziarnienie piasków

T a b e l a 3

Typ genetyczny	Ilość prób	Procentowy udział poszczególnych frakcji wielkościowych ziarn piasku w mm /wagowo/							Współczynnik $So^1$
		Powyżej 2	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0,1-0,25	0,06-0,1	Poniżej 0,06	
Piaski morenowe fluwioglacjalne i rzeczne plejstocenijskie	117	1,04	1,37	10,25	44,98	37,41	3,82	1,13	1,28
Piaski rzeczne i deluwia holocenijskie	48	0,01	0,46	6,80	44,89	33,78	9,19	4,87	1,25
Piaski wydmy	194	0,06	0,42	6,56	46,14	41,39	4,52	0,91	1,22

<sup>1</sup> Współczynnik wysortowania:

$$So = \sqrt{\frac{Q_{0,4}}{Q_{0,75}}}, \text{ gdzie}$$

$Q_{0,4}$  - wielkość ziarna, od której 75% materiału jest większe, 25% materiału jest mniejsze /trzeci kwartil/;

$Q_{0,75}$  - wielkość ziarna, od której 75% materiału jest mniejsze a 25% materiału jest większe /pierwszy kwartil/.

Z tabeli wynika, że piaski Kotliny Sandomierskiej bez względu na charakter środowiska ostatniej sedymentacji należą do piasków dobrze wysortowanych, drobno- i średnioziarnistych, zawierających nieznaczną domieszki piasku gruboziarnistego, żwirków i pyłu. Można z tego wnioskować, że większość ziarn wchodzących w skład badanych piasków przeszła co najmniej kilka cykli transportu i akumulacji.

Sytuacja morfologiczna i budowa geologiczna wydm Kotliny Sandomierskiej wskazuje na to, że powstały one głównie z piasków plejstocenijskich morenowych, fluwioglacjalnych i rzecznych, a tylko w minimalnym stopniu z piasków rzecznych i deluwii wieku holocenijskiego. Porównanie stanu uziarnienia i wysortowania piasków wydmy i piasków podłoża pozwala

na określenie selektywnej roli wiatru wydmotwórczego. Porównanie takie umożliwia tabela 4.

Uziarnienie i wysortowanie piasków

T a b e l a 4

Rodzaj osadu	Ilość prób	Procentowy udział poszczególnych frakcji wielkościowych ziarna piasku w mm /wagowo/							So
		Powyżej 2	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0,1-0,25	0,06-0,1	Poniżej 0,06	
Piaski wyjściowe	136	0,86	1,28	10,70	46,57	34,16	4,75	1,68	1,28
Piaski eoliczne	194	0,06	0,42	6,56	46,14	41,39	4,52	0,91	1,22

Na powyższej tabeli widać, że transportowi eolicznemu podlegało głównie ziarno o średnicy poniżej 0,5 mm. O ile w piaskach wyjściowych na ziarno grubsze /o średnicy powyżej 0,5 mm/ przypada 12,84% materiału, to w piaskach wdmowych są one reprezentowane tylko przez 7% materiału. Frakcja pyłu drobnego /ziarna o średnicy poniżej 0,06 mm/ występuje w wdmach również w mniejszej ilości niż w materiale wyjściowym, co wskazuje na eliminację tej frakcji podczas przewiewania. Spośród wyróżnionych frakcji w piaskach wdmowych Kotliny Sandomierskiej dominują ziarna o średnicach od 0,1-0,25 mm i od 0,25-0,5 mm.

Obserwacje przeprowadzone na współczesnych polach deflacyjnych /Fot. 2, 3, 4 i 5/ wskazują na to, że transportowi eolicznemu ulegają głównie ziarna o średnicy poniżej 0,7 mm. Ziarna grubsze są niekiedy przemieszczane na niewielkie odległości podczas burz wietrznych i wiatrów porywistych silnych. Fakt, że utrwalone wydmy obszaru badanego zawierają również pewną domieszkę frakcji grubszej /powyżej 1 mm/, wskazuje na to, że w okresie wydmotwórczym panowały silniejsze wiatry niż obecnie. Wysoki współczynnik wysortowania piasków wdmowych /So średnio 1,22/ jest rezultatem nie tyle ich ostatniej wędrówki i selekcji pod wpływem wiatrów, ale wiąże się z długotrwałym procesem sortowania materiału podłoża w okresie poprzedzającym działalność wydmotwórczą.

Na podstawie składu granulometrycznego wdm można określić prędkość wiatru okresu wydmotwórczego. Korzystając z wyników badań Posera /1950/, Fernarowskiego /1959/ i Stankowskiego /1963/ oraz ze skał przyjętych przez Sokołowa /1884/, Thouleta /1908/, Pietrowa /1948/ i Bülowa /podaje J. Głodek - 1965/ wnioskuję, że piaski budujące wydmy Kotliny Sandomierskiej były transportowane przez wiatry o prędkości 3-7 m/sek. Niewielka domieszka ziarn frakcji grubszej /0,5-1 mm/ w ilości średnio 7,04% a także sporadycznie spotykanych ziarn o średnicy do 7 mm, wskazuje, że w okresie wydmotwórczym zdarzały się też wiatry silne o prędkości powyżej 20 m/sek. Części pylaste /o średnicy poniżej 0,1 mm/ reprezentowane w wdmach średnio w ilości 5,43% świadczą o tym, że pewien udział w transporcie materiału eolicznego i w budowie wdm mają również wiatry słabsze, o prędkości od 1,5-3,0 m/sek.

Do istotnych fizycznych cech piasków wdmowych, wskazujących na warunki ich powstania, należy kształt i charakter powierzchni ziarn /Fot. 11, 12, 13, i 14/. Wyniki badań stopnia obtoczenia /metodą optyczną J. Morawskiego - 1956/ 71 400 ziarn kwarcu o średnicy 0,4-0,5 mm, pochodzących z piasków wyjściowych i wdmowych zawiera tabela 5.



Fot. 1. Wydma w Bojanowie nad Łęgiem. Podłoże pochodzenia fluwialnego



Fot. 2. Wędrująca wydma w Raniszewie



Fot. 3. Współczesna akumulacja eoliczna na wydmie w Przyłęk Dolnym





Fot. 4. Młoda forma akumulacji eolicznej w okolicy Rudnika nad Sanem



Fot. 5. Wydma koło Grębowa. Budowa wewnętrzna





Fot. 6. Wydma w Leżajsku. Warstwowanie eoliczne stoku odwieztrznego



Fot. 7. Wydma koło Leżajska. Dwie serie piasków eolicznych



Fot. 8. Wydma koło Leżajska. Warstwowanie barchanopodobne

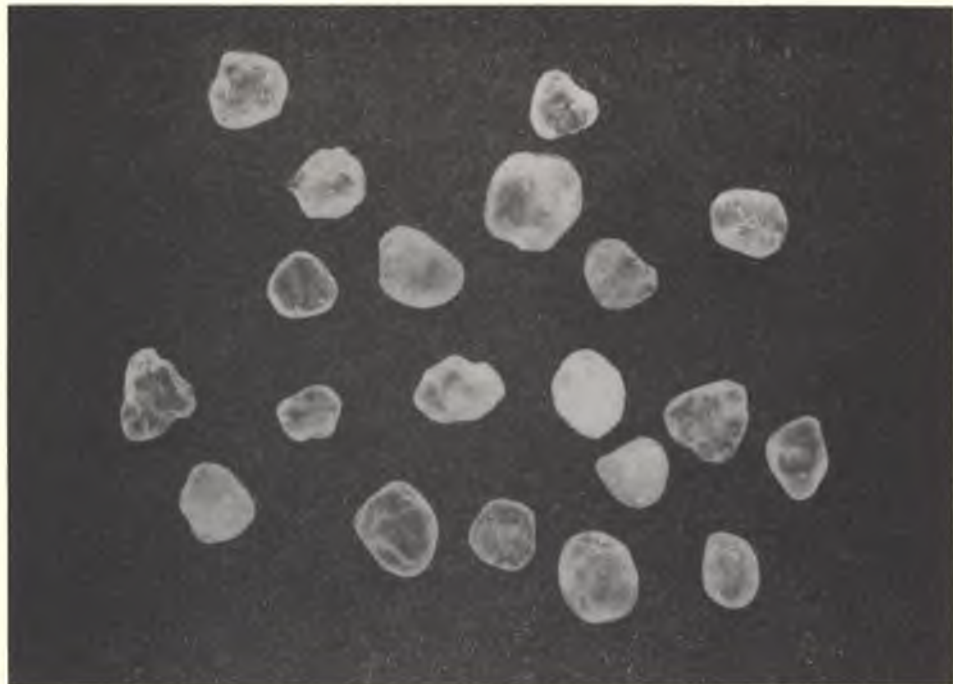


Fot. 9. Podłoże Wydmy Mieleckiej — piasek fluwioglacjalny

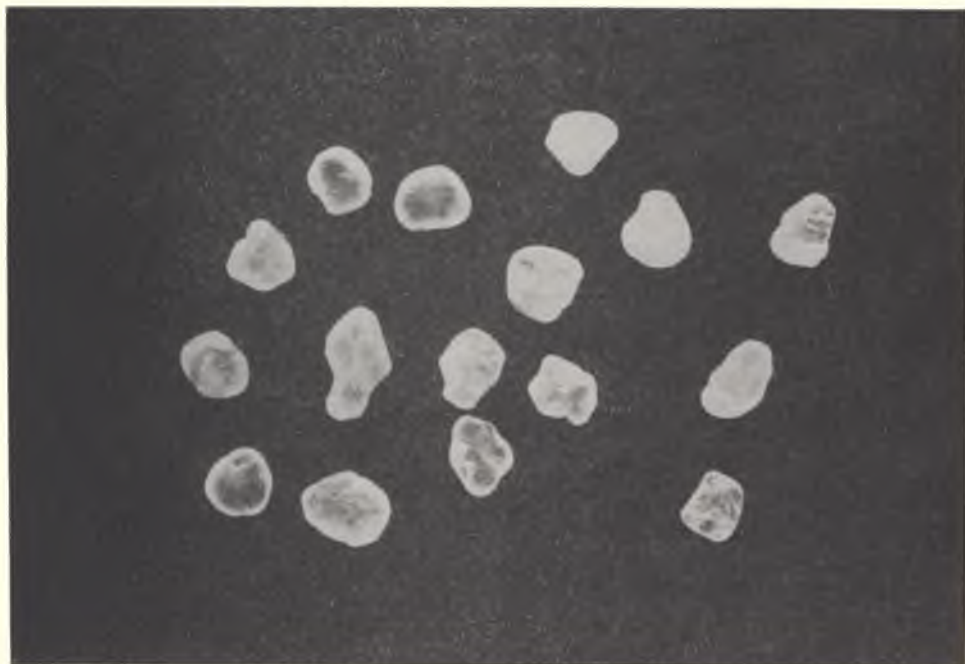


Fot. 10. Tekstura piasku wydmowego w Zmysłówce koło Sokółowa



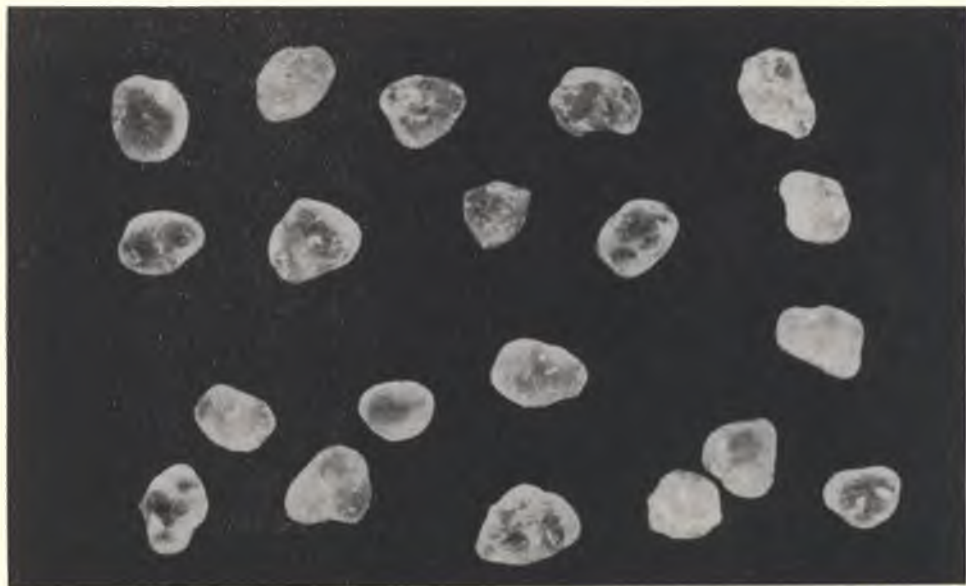


Fot. 11. Piasek podłoża wydmy w Przylęku Dolnym (powiększenie 20-krotne)

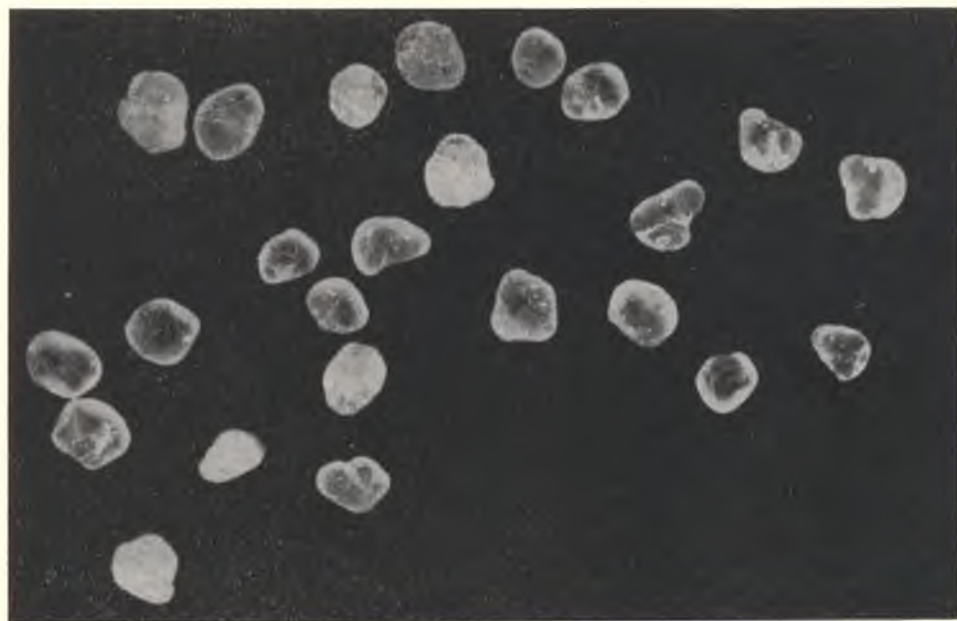


Fot. 12. Piasek eoliczny z wydmy w Przylęku Dolnym





Fot. 13. Piasek eoliczny z Białego Boru



Fot. 14. Piasek eoliczny z Borków Nizińskich



Obtroczenie ziarn piasków o średnicy 0,4 - 0,5 mm

Tabela 5

Pole wydymowe	Piaski wyjściowe		Piaski wydymowe	
	Ilość prób <sup>2</sup>	% ziarn obtoczonych	Ilość prób	% ziarn obtoczonych
Dolina Wisłoki	35	27-63	44	30-64
Międzyrzecze Wisły i Sanu	3	47-55	13	39-72
Dolina Sanu	17	35-66	45	22-72
Płaskowyż Kolbuszowski	33	5-63	38	29-65
Hynna Przykarpacka	6	20-49	4	31-60
Obszar badany	94	5-66	144	22-72

<sup>2</sup> Każda próba zawierała 300 ziarn.

Piaski wydymowe są lepiej obtoczone niż piaski wyjściowe. Najlepsze obtoczenie wykazują piaski wydym międzyrzecza Wisły i Sanu, nieco gorsze piaski w dolinach Wisłoki i Sanu. Do najslabiej obtoczonych należą ziarna piasków wydymowych Płaskowyżu Kolbuszowskiego i Rynny Przykarpackiej. Zauważa się wyraźną zależność obtoczenia ziarn piasków wydymowych od stopnia obtoczenia piasków podłoża /fot.11,12/. Ogólnie dobre obtoczenie ziarn piasków wydymowych wiąże się przede wszystkim z dobrym obtoczeniem piasków wyjściowych, a tylko w niewielkim stopniu jest rezultatem obtaczania eolicznego. Wpływ transportu eolicznego na zmianę stopnia oszlifowania ziarn ujawnia porównanie matowości ziarn piasków wyjściowych i wydymowych /tabela 6/.

Matowość ziarn piasków o średnicy 0,4 - 0,5 mm

Tabela 6

Pole wydymowe	Piaski wyjściowe			Piaski wydymowe		
	Ilość prób	% ziarn matowych	średni współczynnik M <sup>3</sup>	Ilość prób	% ziarn matowych	średni współczynnik
Dolina Wisłoki	35	16-48	1,22-1,74	44	16-47	1,22-1,78
Międzyrzecze Wisłoki i Sanu	3	19-29	1-11	13	15-35	1,17
Dolina Sanu	17	9-36	1,00-1,15	45	11-37	1,08-1,20
Płaskowyż Kolbuszowski	33	16-49	1,18-1,41	38	17-42	1,23-1,38
Rynna Przakarpacka	6	21-39	1-33	4	15-35	1,04
Obszar badany	94	9-49	1,00-1,74	144	11-47	1,04-1,78

<sup>3</sup> Współczynnik matowości /M/ obliczony wg uproszczonego wzoru K. Eissela /R. Racinowski, J. Rzechowski - 1960/.

Z powyższych danych wynika, że zarówno piaski wyjściowe, jak i wydymowe odznaczają się dość dużym zmatowieniem i że nie ma między nimi pod tym względem dużej różnicy /Fot. 11-14/. Nasuwa się stąd wniosek, że ostatni okres wydymotwórczy nie wpłynął wydatniej na podwyższenie stopnia matowości ziarn. Najmniejszy wzrost współczynnika matowości w procesie transportu eolicznego zaznaczył się w dolinie Wisłoki, na Płaskowyżu Kolbuszowskim i w Rynnie Przykarpackiej, gdzie piaski wyjściowe były już znacznie zmatowione. Natomiast słabiej zmatowione piaski wyjściowe Międzyrzecza Wisły i Sanu oraz doliny Sanu, w procesie przywiewiania uległy wyraźnie zmatowieniu. Ogólnie biorąc, ziarna piasków podłoża wydym i piasków budujących wydmy w Kotlinie Sandomierskiej są silnie zmatowione. Jeśli ta matowość jest rezultatem tylko oszlifowania ziarn w procesie transportu eolicznego, to trzeba przyjąć istnienie na terenie Kotliny Sandomierskiej intensywnej, wielofazowej działalności eolicznej w długim okresie od czasu ustąpienia lądolodu i wód fluwioglacjalnych zlodowacenia krakowskiego, zwłaszcza podczas młodszych zlodowaceń, w suchych okresach klimatu subarktycznego. Ta działalność tylko w niewielkim stopniu zapisała się w przetrwałych do dziś formach. Piasek eoliczny pochodzący z wydym starszych wchodzi zapewne w skład silnie zmatowionego materiału budującego starsze terasy rzeczne. Potwierdzałoby to pogląd A. Cailleux /1942/ o tym, że działalność eoliczna zachodziła w Europie w ciągu całego czwartorzędu.

Na podstawie badań składu mineralnego, przeprowadzonych przez Przedsiębiorstwo Robót i Gospodarki Kopalnianej w Warszawie, dotyczących piasków wydymowych w okolicach Głogowa, Leżajska i Stalowej Woli można stwierdzić, że piaski wydymowe między Wisłą a Sanem składają się w około 95% z kwarcu /91,86-98,50%/. Nieznaczna domieszka, bo sięgająca zaledwie kilku %, stanowią skalenia. Np. w piaskach wydym leżajskich stwierdzono ich od 2,35 - 3,30%. Sporadycznie występują okruchy kalcytu, rogowca i blaszki miki. Wykonane przez autora w Laboratorium Katedry Mineralogii AGH w Krakowie rozdzielenie minerałów w cieczy ciężkiej wykazało bardzo małą zawartość minerałów ciężkich w badanych piaskach wydymowych. Obok ziarn minerałów nieprzeźroczystych, takich jak tlenki żelaza i tytanu, we wszystkich próbach wstępowały pojedyncze okruchy granatu, cyrkonu, turmalinu i rutylu. W próbie z Cmolasu znajdował się także staurolit. Domieszka wymienionych wyżej minerałów ciężkich wskazuje na pewien choć dość odległy związek genetyczny osadów eolicznych z osadami lodowcowymi, głównie z gładami eratycznymi pochodzenia skandynawskiego.

Piaski współcześnie transportowane przez Wisłę poniżej Kotliny Sandomierskiej /J. Malinowski - 1966/ i akumulowane na niskich terasach zawierają od 65-80% kwarcu i znaczną domieszka ziarn skaleni, piaskowców, rogowców, menilitów i okruchów skał krystalicznych. Można z tego wnioskować, że holoceneskie osady rzeczne nie odegrały poważniejszej roli w dostarczeniu materiału do budowy wydym obszaru badanego. Materiałem wyjściowym były piaski starszych teras akumulacyjnych, silnie wyselekcjonowane pod względem składu mineralogicznego. Ostatnia sedymentacja eoliczna była tylko stosunkowo krótkotrwałym epizodem w długotrwałym procesie wietrzenia, transportu i akumulacji okruchów skalnych.

Na terenie Kotliny Sandomierskiej występują wydmy należące do różnych typów. Małe wydymki o powierzchni kilku do kilkudziesięciu metrów kwadratowych i wysokości do 0,50 m spotyka się dość licznie na współczesnych powierzchniach deflacyjnych w okolicach Mielca, Biesiadki, Podlesia, Przyłęku Dolnego, w Cmolasie, Siedlance, Rudniku, Stalach, Korabianie i innych /Fot. 3 i 4/. Są to mikroformy wydymowe, powstałe pod osłoną kęp traw, młodych drzew lub krzewów, stanowiących przeszkodę przenikliwą, powodującą jednak osłabienie siły wiatru i akumulację transportowanego materiału. Mają one najczęściej elipsowaty zarys, o osi dłuższej równoległej do kierunku wiatru formotwórczego. Na ogół są to formy nietrwałe, ale w sprzyjających warunkach /dostateczna ilość dopływającego piasku i umiarkowana siła wiatru jednokierunkowego/ mogą one zniszczyć przeszkodę i rozwinąć się w formę "samodzielną", uzyskując od strony dowie-

trzej opływowo kształt. Wśród form utrwalonych spotkałem szereg takich form. W pobliżu czynnych pól deflacyjnych znajdują się one np. w Borowinie, w Przyłęku Dolnym i w Rudniku. W wielu miejscach te małe formy eoliczne łączą się z sobą tworząc zalążki większych wałów łukowych, o ramionach zwróconych w kierunku wiatru wydmotwórczego. Powstające w ten sposób wały o długości ciężkiw około 20-30 m wykazują wyraźną różnicę w stro-mości stoków dowietrznych i odwietrznych. Tak więc mała wydma łukowa może powstać z połączenia mikroform akumulacji eolicznej.

Prócz omówionych wyżej niewielkich wydm w Kotlinie Sandomierskiej spotyka się wydmy łukowe wielkie i średnie, wydmy paraboliczne, wydmy podłużne i barchanowate. Brak natomiast wydm prostolinijnych poprzecznych.

Z ogólnej liczby 1 222 wydm zaklasyfikowanych według typów 761, tj. około 62,3%, stanowią wydmy średniej wielkości, o długości od 60-400 m. Zarówno wśród wydm wielkich, jak i średniej wielkości najliczniejsze są wydmy łukowe. Przypada na nie około 75% ogółu wydm. Tylko niespełna 24% wydm wielkich /o długości powyżej 400 m/ stanowią wydmy typu parabolicznego. Potwierdza to spostrzeżenie R. Galona /1959/, że typowe wydmy paraboliczne występują stosunkowo rzadko. Niewiele jest też wydm podłużnych i barchanowatych. Można z tego wnioskować, że stopień zaawansowania rzeźby eolicznej obszaru badanego nie jest zbyt wysoki. Znaczny udział wielkich wydm poprzecznych o małym wydłużeniu ramion i nie osiągnięcie przez nie formy parabolii sugeruje wnioszek, że mamy tu do czynienia z wydmami prawie miejscowymi, które daleko nie wędrowały. Również mała ilość wydm barchanowatych świadczy o niedojrzałości wydmowej rzeźby Kotliny Sandomierskiej.

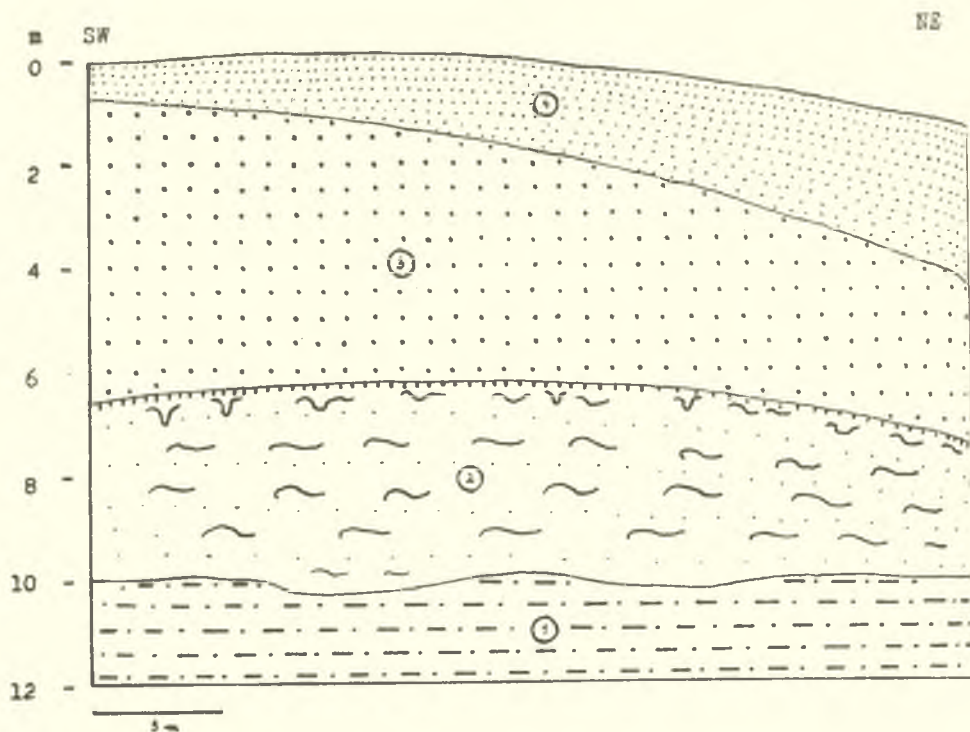
Poza nielicznymi wyjątkami nie spotyka się na obszarze badanym wydm kopiastych, jakie występują we wschodniej części Kotliny Sandomierskiej i na obszarach sąsiednich /Maruszczak, Trembaczowski - 1960, J. Morawski - 1961, S. Gilewska - 1963/. Z badań wynika, że wydmy paraboliczne są najczęściej formami złożonymi z form mniejszych. Podstawę dużych wałów wyd-mowych stanowią zwykle utwory pochodzenia nieeolicznego, ostańce średniej terasy dolin rzek karpach, silnie rozczłonkowane zagłębieniami starorzeczy /Ryc. 5, 6 i 7, fot. 1, 9/. W tych przypadkach strop terasy średniej jest o kilka a nawet o kilkanaście metrów wyżej położony od powierzchni obniżen międzywydmowych. Wydmy nadbudowują tylko ostańce fluwialne i fluwio-glacialne, zwłaszcza po ich stronie odwietrznej /NE, E i SE/. Na sto-kach proksylamnych licznie spotykane powierzchnie żwirkowe, a także pojedyncze graniaki wiatrowe /np. w Niwiskach i Szczyce/ świadczą o tym, że stoki te zostały ukształtowane przez deflację i inne czynniki niszczące, a nie przez akumulację eoliczną.

### III. Wiek i fazy rozwoju wydm

#### 1. Współczesne stosunki anemometryczne a usytuowanie wydm

Na podstawie danych z Rocznika Meteorologicznego za lata 1954-1961 dla 6 stacji meteorologicznych, a mianowicie: Chorzelów i Mielec /dolina Wisłoki/, Kolbuszowa /Płaskowyż Kolbuszowski/, Nisko i Leżajsk /dolina Sa-nu/ i Rzeszów-Jasionka /Rynna Przykarpicka/ można stwierdzić, że na ob-szarze badanym najczęstsze są wiatry W i SW; na te kierunki przypada łą-cznie 40% wiatrów. Duży jest też udział wiatrów E /14%/ i S /14%/. Sto-sunkowo najrzadsze są wiatry N /6%/, NW /10%/ i NE /6%/. Największą śred-nią prędkość wykazują wiatry zachodnie /3,6 m/sek/. Stosunkowo dużą prę-dkość mają także wiatry NW /3,4/, S /3,3/ i SW /3,2/. Ze względu na ich siłę najaktywniejsze we współczesnych procesach eolicznych mogą być wiat-ry: W, NW, S i SW. Wiatry te, z wyjątkiem wiatrów NW, osiągają też dużą

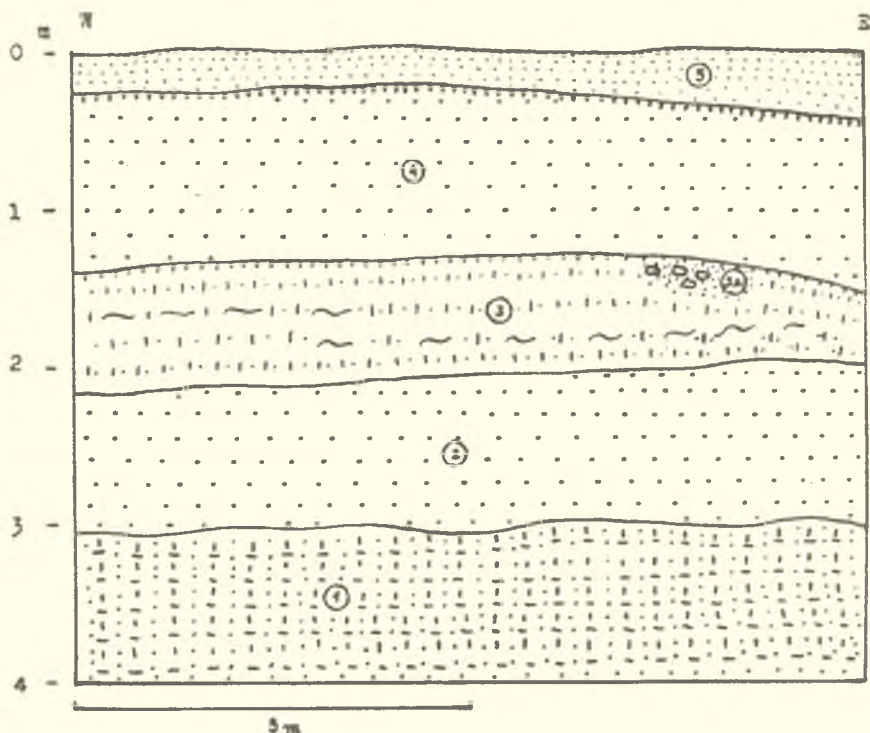




Ryc. 5. Mielec. Odkrywka 1.

Budowa wewnętrzna fragmentu czoła wydmy parabolicznej.

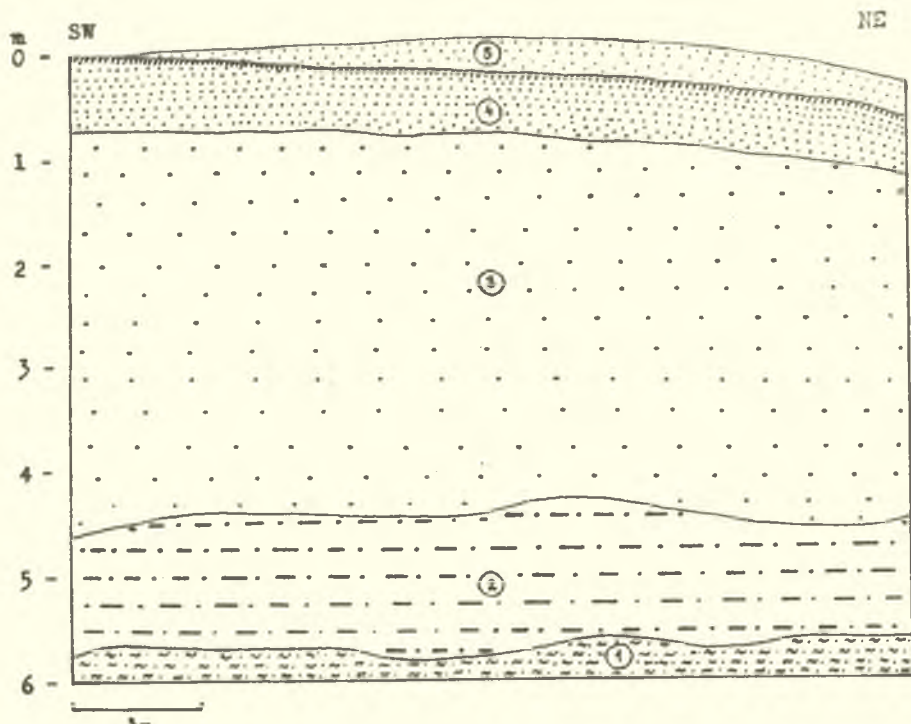
1. Piasek drobno- i średnioziarnisty z domieszką gruboziarnistego i żwirków o średnicy do 5 mm, warstwowanie poziome i krzyżowe; pochodzenie rzeczne.
2. Piasek eoliczny drobno- i średnioziarnisty z przewarstwieniami żwirków o średnicy do 2 mm oraz domieszką części gliniastych, barwa czerwono-brunatna, licznie występujące konkracje Fe w postaci żył i warstw; tekstura osadu zaburzona przez procesy mrozowe.
3. Piasek eoliczny drobno- i średnioziarnisty, jasno-popielato-żółty, warstwowanie równoległe, przekątne, upad warstw 20° ku W, w stropie serii profil gleby kopalnej typu bielcowego.
4. Piasek współcześnie nawiany przy ingerencji człowieka, który zniszczył szatę lesną.



Ryc. 6. Smoczka - Jamki. Odkrywka 2.

Budowa wewnętrzna wzniesienia poligenetycznego.

1. Piasek droбно- i średnioziarnisty, jasno-popielaty, mocno zbity, warstwowany poziomo, pochodzenia rzecznoego.
2. Piasek eoliczny, droбноziarnisty z niewielką domieszką pyłu lesowego, warstwowany przekątnie, upad  $12^{\circ}$  ku E.
3. Piasek droбноziarnisty z dużą domieszką części pylastych i gliniastych, jasno popielaty w stropie i żółto-brunatny, żelazisty w spągu, warstwowanie zatarte przez procesy glebowe.
- 3<sub>A</sub> Szczątki naczyń glinianych wraz z nagromadzonymi przez człowieka żwirami o średnicy do kilku cm m. in. krzemienie wykazujące ślady obróbki sztucznej.
4. Piasek eoliczny, droбноziarnisty, żółty i jasno-żółty, w spągu warstwowany przekątnie, pochylenie warstw ku NE.
5. Piasek droбноziarnisty, nawiany współcześnie na głębę wykształconą w stropie serii 4.



Ryc. 7. Leżajsk. Piaskownia Zakładu Sylikatowego. Odkrywka 3.  
Piaski eoliczne na podłożu pochodzenia fluwialnego.

1. Seria mułków.
2. Piasek drobno- i średnioziarnisty z wkładkami gliniastymi, warstwowany poziomo, laminy miększe, zbite.
3. Piasek eoliczny drobno- i średnioziarnisty, warstwowany przekątnie, upad warstw ok.  $30^{\circ}$  ku NE.
4. Piasek eoliczny o zatartym warstwowaniu przez procesy glebowe; w stropie dobrze rozwinięty profil glebowy.
5. Piasek drobnoziarnisty, nawiany współcześnie.

częstotliwość. Stąd też w działalności eolicznej winny współcześnie zaznaczyć się przede wszystkim wiatry z kierunków: W, S i SW. W rzeczywistości udział wiatrów z tych kierunków w kształtowaniu współczesnej rzeźby eolicznej jest najbardziej widoczny.

Wiatry NW nieznacznie modelują obecną rzeźbę eoliczną. Można sądzić, że wydmy utworzone przez wiatry NW pochodzą z okresu w którym panowały stosunki anemometryczne odmienne od współczesnych i reprezentują starszą fazę wydmową.

Liczne obserwacje wskazują na to, że półrocze zimowe jest bardziej sprzyjające dla rozwoju procesów eolicznych niż półrocze letnie. W okresie letnim procesy eoliczne są hamowane przez wegetację. Równocześnie znaczne opady atmosferyczne, których maksimum przypada na miesiące czerwiec - sierpień, utrudniają deflację. Wiatry półrocza zimowego są silniejsze od wiatrów półrocza letniego. W porze zimowej jedynie zwarta szata śnieżna ogranicza procesy eoliczne na piaskach. Na obszarze badanym jest w roku około 60 dni z pokrywą śnieżną. Z tego najwięcej, bo 23,8 dni przypada na styczeń, 14,8 dni na luty oraz 10,9 dni na grudzień. W listopadzie pokrywa śnieżna utrzymuje się tylko przez 1,5 dnia, a w marcu 9 dni. Zestawiając późnojesienne i zimowe dni bez pokrywy śnieżnej z równocześnie występującymi silnymi wiatrami, stwierdzić można szczególnie korzystne warunki dla rozwoju procesów eolicznych w tym okresie.

Stwierdza się istnienie korelacji między kierunkami przeważających wiatrów jesienno-zimowych a biegiem podłużnych osi współczesnych niecek deflacyjnych oraz kierunkiem przemieszczania piasku eolicznego na przekształcanych wydmach. W odniesieniu jednak do przebiegu podłużnych osi niecek deflacyjnych starszych i wydm wydłużonych w kierunku NW-SE wyrażniejszą korelację wykazują wiatry półrocza letniego. Można więc przypuszczać, że wydmy utworzone przez wiatry NW powstały w nieco odmiennych warunkach, podczas półrocza cieplejszego, ale zapewne w okresie, gdy nie było zwartej pokrywy roślinnej. Brak wydm utworzonych przez wiatry NE i E wskazuje na to, że podczas okresu wydmotwórczego nie odgrywały one poważniejszej roli.

Wielu autorów wyraża pogląd o zmianie kierunku przeważających wiatrów z NW na W i SW w okresie późnoglacialnym, a ściślej biorąc po starszym dryasie /H. Poser - 1948, Edelman i Maarleveld - 1958, Maarleveld - 1960, 1964, Pernarowski - 1966/. Morfologia wydm i tekstura ich piasków w Kotlinie Sandomierskiej w pełni dokumentują starszą fazę wydmową, w której panowały wiatry NW, i fazy młodsze, rejestrujące kierunki wiatrów wydmotwórczych z sektora W-SW-S.

## 2. Terasy rzeczne a wiek wydm

Wydm w Kotlinie Sandomierskiej rozwinęły się na wysoczyźnie plejstocenijskiej i na terasie średniej /Ryc. 2/. Wysoczyzna plejstocenijska ukształtowana głównie podczas zlodowacenia krakowskiego była modelowana przez procesy denudacyjne w ciągu kolejnych glacjałów i interglacjałów oraz w holocenie. Procesy eoliczne na Piaskowyzu Kolbuszowskim mogły się rozwijać w różnych okresach, ale wiek form akumulacji eolicznej zachowanych do czasów obecnych można odnieść jedynie do okresu ostatniego zlodowacenia.

Rozległe powierzchnie średniej terasy dolin rzek karpackich, zbudowanych z miąższych osadów piaszczystych są podłożem dla najlepiej rozwiniętych wydm obszaru badanego. Wiek tej terasy jest określony przez M. Klimaszewskiego /1948, 1967/, L. Starkla /1957, 1958, 1962/ i M. Tyczynską /1961, 1968/ na okres zlodowacenia środkowopolskiego. Rozcięcie osadów terasy średniej i częściowe wyprzątanie nastąpiło podczas ustępowania lądolodu rias i w interglacjale eemskim. Przypuszczalnie duża wilgotność gruntu i stosunkowo szybko opanowująca tereny piaszczyste roślin-



ność leśna w początkach interglacjału eemskiego nie pozwoliły na szerszy rozwój procesów eolicznych. Sprzyjające warunki dla rozwoju tych procesów były dopiero w okresie glacjału bałtyckiego, zwłaszcza w jego fazie anaglacjalnej/Różycki - 1967/. W Kotlinie Sandomierskiej nie stwierdzono dotąd, wyraźniejszych form wydmowych pochodzących z fazy anaglacjalnej zlodowacenia bałtyckiego.

Podczas glacjału bałtyckiego wody rzek karpackich płynęły zmiennymi korytami, rozcięły i erozyjnie obniżyły brzeżne części terasy. Świadczą o tym do dziś zachowane starorzecza wypełnione torfem. Równocześnie w obniżeniach dolinnych akumulowane były osady piaszczyste i piaszczysto-żwirowe. W ten sposób powstał erozyjno-akumulacyjny poziom dolny średniej terasy, z okresu zlodowacenia bałtyckiego, częściowo włożony w osady starsze, a częściowo na nie nałożony w miejscach uprzednio zdenudowanych.

Na wyższym, środkowopolskim poziomie terasy średniej wydmy mogły tworzyć się od czasu wylesienia obszaru, które zostało spowodowane ochłodzeniem klimatu w początkowych fazach glacjału bałtyckiego, do czasu ponownego opanowania powierzchni tej terasy przez roślinność w późnym glacjale. Natomiast niższy poziom średniej terasy, kształtowany podczas pełni glacjału bałtyckiego, mógł być modelowany dopiero u schyłku tego glacjału, gdy erozja wgłębna powodująca obniżanie się poziomu wód gruntowych zaczęła przeważać nad erozją boczną i nad działalnością akumulacyjną. Procesy eoliczne były tu ograniczone przez stosunkowo wysoko występujący poziom wód gruntowych i szybko wkraczającą roślinność leśną. Wskazują na to występujące tu formy eoliczne, które nie osiągnęły znaczniejszych rozmiarów. Jak świadczą liczne obserwacje zarówno na wierzbowinie plejstoceńskiej, jak i na poziomach terasowych z terasą łęgową łącznie, procesy eoliczne działają także w obecnych warunkach klimatycznych /Fot. 2, 3, 4, ryc. 5, 6 i 7/.

Powyższe rozważania oparte na analizie występowania wydm pozwalają na przyjęcie równoległości wydm i możliwości ich tworzenia się, zapewne z przerwami, o czym świadczą spotykane poziomy próchnicy kopalnej, od fazy anaglacjalnej zlodowacenia bałtyckiego do czasów obecnych. Bliższe określenie wieku wydm możliwe jest na podstawie kryteriów archeologicznych i paleobotanicznych.

### 3. Archeologiczne kryteria wieku wydm

Próby określania względnego wieku wydm na podstawie znajdujących w nich zabytków archeologicznych są podejmowane od dziesiątków lat /Korn - 1918, S. Krukowski - 1922, L. Sawicki - 1921, 1923, 1930, 1958, J. Bryk - 1925, Kozłowski - 1929, Chmielewska i Chmielewski - 1960/. Prace wykopaliskowe przeprowadzone przez rzeszowski ośrodek archeologiczny doprowadziły w ostatnich latach do odkrycia w Kotlinie Sandomierskiej wielu nieznanych dotąd stanowisk, zwłaszcza mezo- i neolitycznych, z epoki brązu i z epoki żelaza. Fakt, że stanowiska te spotyka się najczęściej na wydmach /K. Moskwa - 1960/ pozwala na przyjęcie znajdujących w nich zabytków archeologicznych za jedno z kryteriów oceny względnego wieku wydm.

Zabytki paleolityczne, jak dotąd, zostały stwierdzone w wydmach Kotliny Sandomierskiej w niewielu miejscach i pochodzą ze schyłku paleolitu /9 600 - 8 000 r. p. n. e./. Są to np. wyroby krzemienne odkryte w Starnach /R. Jamka - 1965/, czy dość liczne ślady obozowisk człowieka okresu tzw. epipaleolitu /11 000 - 7 000 r. p. n. e./ w okolicach Tarnobrzega, Leżajska i Niska /J. K. Kozłowski - 1963/. W ostatnich latach na wydmach między Wisłą a Sanem znaleziono wiele ułamków ceramicznych o nie oznaczonym wieku /K. Moskwa - 1963/. Można przypuszczać, że część z nich pochodzi z okresu paleolitu.

Zbadane niedawno stanowiska wydmowe w Porębach Dymarskich i w Raniżowie wykazały zawartość materiałów krzemianych, z których część repre-



zentuje wyroby przemysłów mazowszańskich, datowanych na epipaleolit /R. Jamka - 1963/. Z tego samego okresu pochodzą wyroby krzemienne znalezione w Durdach /powiat tarnobrzeski - R. Jamka - 1963/.

Z powyższego wynika, że w okresie epipaleolitu wydmy obszaru badanego były już okresowo zamieszkiwane przez ówczesnego człowieka. Epipaleolit można zsynchronizować z młodszym dryasem i okresem preborealnym. Tak więc utrwalenie wydym musiało nastąpić przed młodszym dryasem, czyli co najmniej w okresie interstadiału allerød, a główny okres wydymotwórczy byłby zakończony już w starszym dryasie.

Zabytki archeologiczne z mezolitu /przemysł tardenuaski/, a szczególnie z neolitu są na wydmach obszaru między Wisłą a Sanem dość liczne /R. Jamka - 1963, 1966, S. K. Kozłowski - 1963/. Tak więc pobyt człowieka na wydmach Rzeszowszczyzny w okresie między 8 000 a 4 200 r. p. n. e. i później nie budzi wątpliwości. W mezolicie wydmy te musiały być już utrwalone i najprawdopodobniej nie podlegały intensywniejszemu działaniu procesów eolicznych.

#### 4. Wiek wydym w świetle badań paleobotanicznych

Możliwość określenia wieku wydym stwarzają znajdujące w nich szczątki organiczne, zwłaszcza roślinne, datowane metodą izotopu  $C_{14}$  lub palyнологiczne.

Wiek torfowiska wypełniającego nieckę deflacyjną w pobliżu wydmy, na której rośnie reliktowa azalia pontyjska w Woli Zarczyckiej, został określony metodą palynologiczną na okres atlantycki /J. Trela - 1934/. Obniżenie przylegające do wydmy od strony zachodniej, a wraz z nim wydmy powstały więc najpóźniej w okresie borealnym.

Torfowisko w Rzemieniu /dolina Wisłoki/ sąsiadujące z wydmy, jak wykazała analiza pyłkowa, zaczęło się tworzyć w okresie preborealnym /Mamakowa - 1962/. Podłużne zagłębienie wypełnione torfem jest prawdopodobnie częścią starorzecza Wisłoki. Wydmy są starsze od dolnych serii torfu, czyli mogły powstać najpóźniej podczas młodszego dryasu. Najprawdopodobniej wydmy okolic Rzemienia tworzyły się, gdy starorzecze, wypełnione później torfem, było jeszcze czynne, a więc dużo wcześniej, od początkowej fazy akumulacji torfu w omawianym obniżeniu. Torfowisko w Swilczy /Kynna Przykarpacka/, znajdujące się również w sąsiedztwie wydym, zdaniem Mamakowej /1962/ zaczęło tworzyć się w allerødzie. A. Środoń /1965/ kwestionuje allerødski wiek spągowych serii torfowiska w Swilczy i twierdzi, że powstały one dopiero u schyłku młodszego dryasu. Wydmy związane z torfowiskiem pochodzą co najmniej z młodszego dryasu, ale na podstawie innych przesłanek można przypuszczać, że są one znacznie starsze. Pyłkowa analiza próby pobranej z poziomu próchnicy kopalnej na południowym ramieniu Wydmy Mieleckiej, przeprowadzona w Zakładzie Paleobotaniki I. B. w Krakowie przez dr M. Sobolewską wykazała zawartość 44,4% AP i 55,6% NAP. Wśród pyłków drzew zachowały się *Alnus* /17,4%/, *Betula* /13,5%/, *Pinus* /7,5%/, *Corylus* /1,5%/, *Abies* /1,2%/, *Salix* /1,2%/, *Tilia* i *Ulmus* /po 0,6%/, oraz *Picea*, *Quercus* i *Carpinus* /po 0,3%/. Rośliny zielne były reprezentowane najliczniej przez Gramineae, Compositae oraz mchy torfowce.

Powysze spektrum według dr Sobolewskiej pochodzi najprawdopodobniej z jakiegoś schyłkowego okresu klimatu chłodnego i wilgotnego. Panującym zbiorowiskiem roślinnym były wówczas - jak się wydaje - zatorfione łąki o dość urozmaiconym składzie florystycznym, w którym duże znaczenie miał rodzaj *Sphagnum*. Gdzienigdzie istniały być może zarosła olszynowe, a dalej położone tereny porastały brzożowe laski. Tak więc strop południowego ramienia Wydmy Mieleckiej, z którego pochodzi omawiana próba, powstał po okresie panowania klimatu chłodnego i wilgotnego, w warunkach przypuszczalnie bezleśności terenu, najprawdopodobniej w schyłkowym okre-

sie glaciału bałtyckiego. Główne zarysy wydmowej rzeźby Kotliny Sandomierskiej powstały w warunkach bezleśności terenu lub przy bardzo rozluźnionej pokrywie leśnej.

Według A. Środonia /1967/ już w okresie pleniglaciału /50 000-30000 lat p. n. e./ na południu Polski wśród tundry parkowej występowały płaty drzew szpilkowych. Pierwsze lasy uformowały się pod koniec starszego dryasu, a duże rozprzestrzenienie osiągnęły podczas allerödu /Środon - 1959, Szafer - 1952, Mamakowa - 1962/.

Stosunkowo krótko trwający /ok. 800 lat/ chłodny okres młodszego dryasu zapewne wpłynął na zmianę składu gatunkowego i zawartość lasów Kotliny Sandomierskiej, ale nie spowodował całkowitego jej wylesienia. Istniejące już wydmy, w warunkach kontynentalnego klimatu przy rozrzedzonej szacie leśnej w południowej Polsce, opanowała roślinność stepowa /Środon - 1959/. Można więc przyjąć, że obszar Kotliny Sandomierskiej co najmniej od interstadiału alleröd jest mniej lub bardziej zwarciem pokryty szatą leśną, uniemożliwiającą szerszy rozwój procesów eolicznych i tworzenie wielkich wydm. Wynika z tego, że główna faza wydmotwórcza mogła być tylko przed interstadialem alleröd, a więc najpóźniej w starszym dryasie.

##### 5. Ilość faz wydmotwórczych i wiek wydm na podstawie tekstury utworów akumulacji eolicznej

Wyniki pomiarów upadu warstw w 520 wydmach dowodzą, że piaski eoliczne wędrowały głównie pod wpływem wiatrów NW, W i SW. W kilkunastu przypadkach, gdy w przekroju wydmy uwidoczniły się dwie serie piasków eolicznych, jak np. w Budach Głogowskich, w Stanach, w Zakrzowie i innych /Fot. 1, 5, 6 i 7/, seria dolna, a więc starsza, wykazywała upad warstw w kierunku SE, natomiast seria górna w kierunku E lub NE. Najczęściej spotyka się stromy upad warstw w kierunku NE. Najmłodsze piaski eoliczne również wędrują przede wszystkim w kierunku północno-wschodnim, a lokalnie także ku północy. Tak więc dolna seria piasków wydmowych powstała pod wpływem wiatrów NW, zaś seria górna dzięki wiatrom W i SW.

Liczne stwierdzone w poprzecznych profilach wydm horyzonty glebowe /np. w Mielcu, Budach, Głogowskich, Raniszowie, Leżajsku i in. - ryc. 5, 6 i 7/, wskazują na to, że wydmy obszaru badanego były przez długi czas ustabilizowane pod osłoną szaty roślinnej. Natomiast występowanie u nich profilów glebowych w różnych stadiach zaawansowania i w kilku poziomach stratygraficznych świadczy o wielofazowości działania procesów eolicznych w Kotlinie Sandomierskiej.

Ogólnie biorąc, można wyróżnić trzy zasadnicze horyzonty glebowe, z których dwa /dolne/ są całkowicie kopalne, a horyzont górny tylko miejscach współczesnej akumulacji eolicznej jest pokryty piaskiem. Kopalne horyzonty glebowe z występującymi w nich strukturami mrozowymi, powstałymi w warunkach klimatu peryglacialnego, są zapewne wieku plejstocenskigo /Fot. 10, ryc. 5, 6/. Na podstawie analogii do gleb kopalnych okolic Łodzi /B. Manikowska - 1966/ można odnieść ich powstanie do interstadiałów brörup i bölling. Piaski wydmowe, na których występuje gleba z böllingu mogły osadzić się w okresie najstarszego dryasu. Trzeci horyzont glebowy, najmłodszy z wymienionych, występuje powszechnie u stóp wszystkich większych wydm Kotliny Sandomierskiej. Reprezentują go dobrze rozwinięte gleby typu biellicowego, z którymi wiąże się głębokie, bo sięgające od 1,5 m od powierzchni gleby odwarstwienie piasków wydmowych /Fot. 8/. Jest dotąd kwestią sporną, czy odwarstwienie to, znane także z innych obszarów wydmowych /E. Rühle - 1937, A. Dylikowa - 1958, J. i R. Kobendza - 1958, W. Mrózek - 1958, E. Mojski - 1960, J. Morawski - 1961, W. Stankowski - 1963, U. Urbaniak - 1967/ powstało pod wpływem procesów glebowych podczas holocenskigo optimum klimatycznego, czy też do wywo-

łania omawianego zaniku tekstury i zmian w strukturze stropu wydm niezbędne były procesy intensywnego wietrzenia mrozowego podczas chłodnych faz klimatu późnego glacjału bałtyckiego. Spotykane w spągu serii bezstrukturalnych nieregularne zafalowania lamin lub zacieki czy smugi żelaziste, tworzące strukturę tzw. marmurkową, powstały zapewne w warunkach peryglacialnych. Można z tego wnioskować, że wszystkie wydmy mające w stropie niższy poziom bezstrukturalny zostały uformowane przed ustąpieniem klimatu subarktycznego z terenu Polski południowej, a więc najpóźniej w młodszym dryasie.

Szereg mniejszych wydm, nie wykazujących poziomu bezstrukturalnego, utworzyło się w suchszych okresach holocenu. Niewątpliwie wieku holocenu są też licznie spotykane serie luźnych płasków eolicznych, przykrywające górny poziom glebowy.

Na podstawie tekstury wydm można mówić o trzech fazach wydmotwórczych, z których druga i trzecia, wytworzyły główne zarysy eoliczne rzeźby Kotliny Sandomierskiej. Między pierwszą fazą a drugą oraz między drugą a trzecią z pewnością były okresy niszczenia form eolicznych. Pozostałości profilów glebowych, rozdzielających poszczególne serie osadów, wskazują na lokalne zróżnicowanie tego procesu. Przypuszczalnie niszczenie form fazy poprzedniej odbywało się też podczas następnej fazy wydmowej. Proces ten obserwuje się także współcześnie. Najmłodsze piaski wydmowe składają się najczęściej z materiału pochodzącego z niszczenia wydm starszych. Wyróżnione fazy wydmotwórcze stanowią tylko pewne etapy rozwoju rzeźby eolicznej, która w żadnej z wymienionych faz wydmotwórczych nie osiągnęła pełnego rozwoju.

Tak więc, badania tekstury wydm przeprowadzone w Kotlinie Sandomierskiej całkowicie potwierdzają tezę A. Dylikowej /1958, 1967/ i w Stanówkowskiego /1963/ o wielofazowości rozwoju wydm. Zachowana do dziś rzeźba eoliczna Kotliny Sandomierskiej utworzyła się podczas najstarszego i starszego dryasu, częściowo także w młodszym dryasie i w okresie preborealnym. Pewne ożywienie procesów eolicznych wystąpiło też po optimum klimatycznym holocenu.

Według terminologii A. Dylikowej /1958, 1967/ faza wydmotwórcza właściwa dla wydm uformowanych na Płaskowyżu Kolbuszowskim i na terasie średniej z okresu zlodowacenia środkowopolskiego była w najstarszym i starszym dryasie. Wydmy terasy wieku bałtyckiego tworzyły się w młodszym dryasie i w okresie preborealnym. W tym samym czasie uległy przemodelowaniu wydmy starsze /por. J. Wojtanowicz - 1968/. W okresach subborealnym, subatlantyckim i współczesnym procesy eoliczne zachodzą na różnowiekowych wydmach, jak również przekształcają utwory innej genezy, które im dotąd nie podlegały. Liczne obserwacje dowodzą że procesy eoliczne nie ograniczają się obecnie tylko do deflacji, ale powodują także akumulację osadów, budują nowe formy. Stąd też nie można mówić jedynie o rozwiewaniu i niszczeniu wydm. Niewielkie natężenie procesów eolicznych nie wynika bezpośrednio z warunków klimatycznych. Głównym czynnikiem ograniczającym morfologiczne działanie wiatru jest zwarta szata leśna.

### Wnioski

1. Związek rozmieszczenia wydm z przebiegiem plejstocenijskich dolin rzecznych jest bardzo bliski.
2. Materiałem wyjściowym dla piasków wydmowych były piaski starszych teras akumulacyjnych, w mniejszym stopniu osady morenowe.
3. Wielkie wały piaszczyste w Kotlinie Sandomierskiej są najczęściej utworami poligenetycznymi, których podstawę budują osady rzeczne i rzeźmolodowcowe, a tylko serie stropowe są eoliczne.

4. Wydmy zostały usypane przez wiatry W, NW i SW o najczęstszej prędkości od 3 - 7 m/sek.

5. W okresie wydmotwórczym przeważające wiatry zmieniły kierunek na NW na W i SW.

6. Najpospolitszym typem wydym są formy łukowe poprzeczne wielkiej średniej wielkości. Mniej licznie występują typowe wydmy paraboliczne, wydmy podłużne i barchanowate.

7. Badane wydmy nie odbyły dalekiej wędrówki, powstały prawie na miejscu.

8. Wydmy tworzyły się i przekształcały w kilku fazach, w różnych okresach, od najstarszego dryasu do czasów współczesnych, przy czym najsilniejsza działalność wydmotwórcza zaznaczyła się w najstarszym i starszym drysie.

9. Współczesne procesy eoliczne nie ograniczają się do niszczenia wydym, ale także budują nowe formy akumulacyjne.

#### LITERATURA

- [1] B r y k J., Osady epoki kamiennej na wydmach nadbużańskich. Wiad. Archeol., t. 9, 1925, Warszawa, s. 50-69.
- [2] B r z o z o w s k i J., Wydmy północno-zachodniej części Płaskowyżu Jędrzejowskiego. Rocznik Nauk.-Dydakt. WSP w Krakowie, z. 10, Prace geograficzne, 1962, s. 25-34.
- [3] G a i l l e u x A., Les actions éoliennes préglaciaires. Comptes Rendus de la Société Geol. de France, Paris 1942.
- [4] C h m i e l e w s k a M., C h m i e l e w s k i W., Stratygrafia i chronologia wydym w Witowie w pow. Łęczyckim. Biuletyn Peryglacjalny, nr 8, 1960, s. 133-141.
- [5] D y l i k o w a A., Próba wyróżnienia faz rozwoju wydym w okolicach Łodzi [w:] Studia z geomorfologii dynamicznej. Łódzkie Tow. Nauk. Wydz. III nr 11, Łódź, 1952.
- [6] D y l i k o w a A., Wydmy środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu. Czwartorzęd Polski, 1967, s. 353-371.
- [7] E d e l m a n S. H., M a a r l e v e l d G. C., Pleoetan - geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden. Geologisches Jahrbuch, 1958, Bd. 73.
- [8] G a l o n R., New investigations of inland dunes in Poland. Przegląd Geograficzny, t. 31, Suppl., s. 63-109, 1959.
- [9] G i l e w s k a S., Rzeźba progu środkowotriasowego w okolicy Będzina. Prace Geograficzne nr 44, Inst. Geogr. PAN Warszawa 1963.
- [10] G ł o d e k J., Geologia dynamiczna [w:] Informator geologa. Wyd. Geol. Warszawa 1965, s. 98-163.
- [11] J a m k a R., Prace wykopaliskowe przeprowadzone w rejonie rzeszowskim w 1963 r. Sprawozdanie mészowskiego Ośrodka Archeologicznego za rok 1963, s. 5-8.
- [12] J a m k a R., Badania archeologiczne w województwie rzeszowskim w r. 1965. Spraw. Rzesz. Ośr. Archeol. za rok 1965, s. 5-8.
- [13] K l i m a s z e w s k i M., Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. Prace Wrocł. Tow. Nauk. ser. B nr 7, 1948.
- [14] K l i m a s z e w s k i M., Polskie Karpaty Zachodnie w okresie czwartorzędowym [w:] Czwartorzęd Polski, 1967, s. 431-497.
- [15] K o b e n d z a J. R., Rozwiewane wydmy Puszczy Kampinoskiej. Wydmy śródlądowe Polski, cz. I, Praca zbiorowa, Warszawa 1956, s. 95-167.
- [16] K o r n J., Über Dunenzuge im Torfe des Netzentales bei Czarnikau. Jahrbuch d. Preussischen Geologischen Landesanstalt. Bd. 37, Berlin 1918.



- [17] K o s z ł o w s k i L., Wczesna, starsza i środkowa epoka brązu w Polsce w świetle subborealnego optimum klimatycznego... Archiwum Tow. Nauk. we Lwowie, Wydż. III, t. 5, Lwów 1929.
- [18] K o s z ł o w s k i J. K., Paleolit i neolit. Pradzieje Rzeszowszczyzny. Pol. Tow. Archeol. Bibliot. Archeol. nr 10, Rzeszów-Warszawa 1963.
- [19] K o s z ł o w s k i J. K., Badania stanowisk paleo- i mezolitycznych w powiecie kolbuszowskim. Spraw. Rzeszow. Ośrodka Archeol. za rok 1963, Rzeszów 1963, s. 5-6.
- [20] K r u k o w s k i S., O wieku wydm Niżu Polskiego z punktu widzenia ich prehistorii i zastoisk cofającego się lądolodu. Posiedz. nauk. PIG, Warszawa 1922, nr 3, s. 25.
- [21] L e n c e w i c z S., Wydmny śródlądowe Polski. Przegląd Geograficzny t. 2, Warszawa 1922, oraz wznow. Pisma wybrane z geografii fizycznej Polski, Warszawa 1957, PWN, s. 189.
- [22] M a a r l e v e l d G. C., Wind directions and cover sands in the Netherlands. Biuletyn Peryglacjałny nr 8, 1960, Łódzkie Tow. Naukowe, Łódź.
- [23] M a a r l e v e l d G. C., Periglacial phenomena in the Netherlands during different parts of the Würm time. Biuletyn Peryglacjałny nr 14, Łódzkie Tow. Nauk. Wydż. III, Łódź 1964, s. 251-256.
- [24] M a j d a n o w s k i S., Zagadnienia klimatyczne okresów wydmowych w świetle glacjałnych i postglacjałnych zmian ogólnej cyrkulacji atmosferycznej w Europie. Wydmny śródlądowe Polski, cz. I, PWN, 1958.
- [25] M a m a k o w a K., Roślinność Kotliny Sandomierskiej w późnym glacjał i tolocenie. Acta Paleobotanica, vol. 3, nr 2, Kraków 1962.
- [26] M a n i k o w s k a B., Gleby młodszego plejstocenu w okolicach Łodzi. Łódzkie Tow. Nauk. Wydż. III, Łódź 1966.
- [27] M e r u s z c z a k B., Wydmny Wyżyny Lubelskiej i obszarów sąsiednich. Wydmny śródlądowe Polski. PWN, cz. II, s. 61-79, 1958.
- [28] M a r u s z c z a k H., T r e m b a c z o w s k i J., Próba porównania wydm śródlądowych okolic Widna /Bułgaria/ i Wyżyny Lubelskiej /Polska/. Czasopismo Geograficzne t. 31, z. 2, 1960, s. 163-176.
- [29] M o j s k i J. E., Schyłek plejstocenu w zachodniej części Kotliny Płockiej. "Kwartalnik Geologiczny" 1960, z. 4, s. 1025-1052.
- [30] M o r a w s k i J., Metoda badania morfologii ziarna piasku za pomocą powiększalnika fotograficznego. Ann. UMCS, ser. B, 1955, druk 1956, 10, z. 4, s. 199-210.
- [31] M o r a w s k i J., Holoceńskie osady eoliczne w dorzeczu dolnej Wyżnicy. "Kwartalnik Geologiczny" t. 5, 1961, nr 3, s. 705-717.
- [32] M o s k w a K., O badaniach i ochronie zabytków archeologicznych w Rzeszowskim. Nr 6, s. 1-30, Rzeszów 1960.
- [33] M o s k w a K., Badania powierzchniowe i nowo odkryte stanowiska archeologiczne ... Sprawozdanie Rzeszow. Ośrodka Archeol. za rok 1963, s. 51-53, Rzeszów.
- [34] M r ó z e k W., Wydmny Kotliny Toruńsko-Bydgoskiej. Wydmny śródlądowe Polski, cz. II, PWN Warszawa 1958, s. 7-59.
- [35] P e r n a r o w s k i L., O procesie sortowania piasków eolicznych na przykładzie wydm okolicy Rzędzowa. Czasopismo Geograficzne, t. 30, z. 1, 1959.
- [36] P e r n a r o w s k i L., Glacjałna i postglacjałna cyrkulacja atmosfery w świetle kierunku wiatrów wydmotwórczych. "Czasopismo Geograficzne", t. 37, 1966, z. 1, s. 3.
- [37] P i e t r o w M. Ł., Relief barchannych piasków pustyn i zakonierności jego formowania. Trudy Instytutu Geografii Akad. Nauk. wyp. 39, Moskwa-Leningrad, 1948, s. 184-223.
- [38] P o s e r H., Äolische Ablagerungen und Klima des Spätglazials in Mittel und Westeuropa. Die Naturwissenschaften, t. 35, 1948.
- [39] P o s e r H., Zur rekonstruktion der spätglazialen Luftdruck-verhältnisse in Mittel- und Westeuropa auf Grund der vorzeitlichen Dünen. Erdkunde, 1950, IV, 1-2.
- [40] R a c i n o w s k i R., R z e c h o w s k i J., Z badań nad granulometrią osadów plejstocenijskich okolic Chełma Lubelskiego. Annales UMCS, Lublin, ser. B, vol. 14:1959 /druk 1960/, s. 207-270.
- [41] R o m e r E., Wstęp do fizjografii powiatu mieleckiego. Kosmos, r. 36, 1911, s. 585-623.



- [42] R ó ż y c k i S. Z., Plejstocen Polski Środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. Warszawa 1967, PWN.
- [43] R Ź h l e E., Studium powiatu kowelskiego. Rocznik Wołyński, t. 5/6, 1936 i 1937, Równe 1937, s. 171-385.
- [44] S a w i c k i L., O metodzie badań stanowisk otwartych /wydmowych/. Wiad.Archeolog. 6, 1921, s. 11-21.
- [45] S a w i c k i L., Próby ustalenia chronologii i genezy wydm podwarszawskich, referat wygł. na posiedz. Inst. Nauk Antrop. Tow. Nauk. Warsz. 1, II, 1922.
- [46] S a w i c k i L., Zagadnienie wieku wydm. Wydmy śródlądowe Polski. cz. I, PWN 1958, s. 53-70.
- [47] S o k o ł o w N. A., Diuny, ich obrazowanie, rozwitje i wnutrienne strojenie. Petersburg 1884.
- [48] S t a n k o w s k i W., Rzeźba eoliczna Polski Północno-Zachodniej na podstawie wybranych obszarów. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wyd. Mat.-Przyr. Prace Komisji Geogr.-Geol. t. 4, z. 1, 1963, s. 1-134.
- [49] S t a n k o w s k i W., Deflacja w Polsce północno-zachodniej w ujęciu chronologicznym. Przegl. Geogr., t. 36, z. 2, 1964, s. 328-332.
- [50] S t a r k e l L., Kilka uwag o interpretacji osadów i form czwartorzędowych w Karpatach. "Czasopismo Geograficzne" t. 28, 1957, z. 2.
- [51] S t a r k e l L., Rozwój morfologiczny progów Pogórza Karpackiego między Dębicą a Trzcianą. IG PAN, Prace geograficzne nr 11, PWN, Warszawa 1958.
- [52] S t a r k e l L., Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie. Inst. Geogr. Prace Geogr. nr 22, Wydawn. Geol., Warszawa 1962.
- [53] S z a f e r W., Schyłek plejstocenu w Polsce. Biul. PIG, nr 65, Z badań czwartorzędu, t. I, Warszawa 1952.
- [54] Ś r o d o Ń A., Zarys historycznego rozwoju szaty roślinnej Polski w późnym glacie i postglacie [w:] Szata roślinna Polski t. I, Warszawa 1959, roz. VII, s. 513-543.
- [55] Ś r o d o Ń A., O florach kopalnych w terasach dolin karpackich. Folia Quaternaria, PAN, Oddział w Krakowie, nr 21, Kraków 1965.
- [56] Ś r o d o Ń A., Stratygrafia późnego plejstocenu Polski niżowej na podstawie paleobotanicznej. [w:] Czwartorzęd Polski. Studium zbior. pod red. M. Galona i J. Lylika, Warszawa 1967.
- [57] T h o u l e t L. M., Origine eolienne des mineraux fins contenus dans les fonds marins. Comptes Rendus Acad. Sci., t. 146, Paris 1908.
- [58] T r e l a J., Fragment z polodowcowego rozwoju lasów południowo-wschodniej części Puszczy Sandomierskiej w świetle analizy pyłkowej. Acta Soc. Botan. Pol. 11:1934, s. 5-17.
- [59] T y c z y Ń s k a M., O stratygrafii utworów czwartorzędowych na obszarze Wielkiego Krakowa. "Przegląd Geograficzny" t. 33, z. 3, 1961, s. 401-415.
- [60] T y c z y Ń s k a M., Rozwój geomorfologiczny terytorium miasta Krakowa. Zesz. Nauk. Uniwersytetu Jagiell. Prace Geograficzne, z. 17, Kraków 1968.
- [61] U r b a n i a k U., Wydmy Kotliny Płockiej. Prace Geograficzne nr 61, Inst. Geogr. PAN, Warszawa 1967.
- [62] W a s y l i k o w a K., Roślinność i klimat późnego glacjału w Witowie. Biul. Perygl. nr 13, Łódź 1964.
- [63] W i t e k S., Obtoczenie i matowość ziarn piasków wydmowych Kotliny Sandomierskiej. Poznań 1966, Katedra Geogr. Fiz. Uniw. A. M. i Pol. Tow. Geogr. Oddz. w Poznaniu, s. 47-50.
- [64] W o j t a n o w i c z J., Wydmy międzyczecza Sanu i Łęgu. Annales UMCS, Lublin, vol. 20, 4, sec. B, 1965 /1968/, s. 89-119.

Stefan Witek

#### THE SAND-DRIFTS OF THE SANDOMIERZ DALE; SOME RESULTS

The article presents research results concerning the sanddrifts of the central part of the Sandomierz Dale. The author, upon analysing the localization and morphology of the structures of eolic accumulation, occurring within the Kolbuszowa Plateau as well as in the valleys of the Wisłoka, San, Vistula and Wisłok, has expounded a number of his hypotheses relating to the origin of the sand-drifts. He has examined at some length the mechanical composition and the sorting-out of the dune-building material as one of the criteria serving to account for their origin. The submitted results of morphological and morphometrical investigations have permitted to distinguish several types of sand-drifts.

Much attention has been devoted to the age and the developmental phases of the sand-drifts on the examined area. The author's conclusions about the multi-phasal character of the dune-forming processes which occurred mainly in the Late Glacial and Early Holocene periods, have been formulated upon comparing the contemporary anemometrical relations and the location of sand-drifts, the relation of the latter to fluvial terraces, the structure and texture of sand-drifts and upon archaeological and palaeobotanical criteria.

Стефан ВИТЕК

#### ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЮН САНДОМЕРСКОЙ КОТЛОВИНЫ

##### Р е з ю м е

В статье обсуждаются некоторые результаты исследования дюн центральной части Сандомерской котловины. На основании анализа размещения и морфологических форм эолической аккумуляции, встречающихся на Кельбушовском плато и в долинах рек Вислоки, Сана, Вислы и Вислока, автор делает ряд выводов насчет генезиса дюн. Автор подробно рассматривает механический состав и асортимент материала, из которого построены дюны, как один из критериев для выяснения их происхождения. Представленные результаты морфологических и морфометрических исследований дали возможность выделить ряд типов дюн.

Много места посвятил автор рассуждениям о веке и фазах развития дюн исследованного района. Выводы о многофазности процессов образования дюн, происходивших главным образом в позднегладциальный и раннеголоценовый периоды были сформулированы на основании сравнения современных анемометрических данных и расположения дюн, отношения между дюнами и речными террасами, структуры и текстуры дюн, а также на основании критериев археологии и палеоботаники.